

DOI:10.20033/j.1003-7241.(2026)04-0155-04

基于 CC2530F256 的 ZigBee 气象站协调器设计方法

马赛飞

(河南省气象探测数据中心,河南 郑州 450003)

摘要:为了适应气象传感器网络化、智能化的发展趋势,解决其兼容性和气象站大量布线的问题,采用 CC2530 系列芯片以及 Z-Stack 协议栈的编程体系设计气象站协调器模块,利用 ZigBee 无线传输,实现与智能变送器模块一对一,一对多等方式的信息交互。支持 ZigBee 无线组网传输的功能,能够方便地实时监测和控制多个终端节点信息,实现常规气象要素传感器采集数据的高精度处理及数据的无线传输。详细介绍了协调器硬件电路设计和数据处理与传输程序流程图,并且实现了协调器无线组网的通信协议制定,通过串口调试助手测试可以实现数据的接收和指令交互,通信效果良好。通过串口循环测试软件对发送和接收的数据进行比对,未出现丢包。它具有体积小,低成本和高性能等优点,系统已经在气象探测观测场经过长时间稳定运行。

关键词:CC2530; ZigBee; 数据处理; 通信协议; 传感器; 数据采集

中图分类号: TP212.6

文献标志码: A

文章编号: 1003-7241(2026)04-0155-04

Design method of ZigBee meteorological station coordinator based on CC2530F256

MA Saifei

(Henan Meteorology Observation Data Center, Zhengzhou 450003, Henan, China)

Abstract: In order large number of wiring, CC2530 series chip and Z-stack protocol stack programming system is used to design the meteorological station coordinator module, by using ZigBee wireless transmission, information interaction with intelligent transmitter modules in one-to-one, one-to-many and other ways is achieved. It supports the function of ZigBee wireless networking transmission, which can conveniently monitor and control the information of multiple terminal nodes in real time, high precision processing and wireless transmission of the conventional meteorological elements sensor data is achieved. The hardware circuit design and data processing and transmission software to meet the development trend of the meteorological sensor network, intelligent and solve the compatibility and weather station flow chart of the coordinator are given, and the coordinator wireless network communication protocol is realized. Eventually data receiving can be realized by serial debug assistant, excellent communication efficiency. The sent and received data were compared through the serial port loop test software, and no packet loss was observed. The coordinator has such advantages like small size, Low cost and high performance, etc. The system can be used stably in the meteorological observation field for a long time.

Keywords: CC2530; ZigBee; data processing; communication protocol; sensor; data collection

目前自动气象站在观测数据传输方面采用较多的通信电缆线,对日常维修维护非常不利。ZigBee 是在通信传输过程中采用无线 ZigBee 网络的一种近距离、低功耗、高可靠性、组网能力突出的无线传感网络^[1],可为自动站提供一种新颖的无线通信技术,解决当前布线混乱问题。在 ZigBee 网络建立后,本设计协调器作为气象站无线网络的核心节点,承担着让气象传感器与其建立连接并加入网络的主要任务—建立网络、管理网络和维护网络,对气象站布线复杂、观测布局受限等问题可进行有效解决^[2]。此次设计智能气象站所用的协调器模块选用 CC2530 系列芯片,专为 IEEE802.15.4, ZigBee 和 RF4CE 应用的系统级整合解决方案。芯片集领先业界的射频发射接收器和高性能的 8051MCU 于一身,具备低成本建立强大网络节点的能力^[3]。CC2530F256 结合 ZigBee 协议栈(Z-StackTM)提供了强大的、完整的、协

议栈内部包含 OSAL 操作系统的 ZigBee 解决方案。该设计的协调器模块主要用于项目中进行气象要素传感器智能化的研究工作以实现地面气象要素智能观测,核心芯片采用 CC2530F256,是多要素智能气象站研制过程中实现常规气象要素传感器智能化无线通信不可或缺的一部分,在满足传感器数字化、智能化要求的同时,能够实现模块的体积小、低成本和高性能、互换性好等特点^[4]。

1 协调器总体设计方法

协调器模块用于实现数据的无线收发,将数据进行一定的处理过后直接传送给 PC 机或者串口服务器,同时监测着无线网络的节点是否在网,若设备短暂性地退出网络可以自动重新组网。协调器与智能传感器成功实现指令交互,采用 CC2530 系列芯片(内含 8051CPU 内核)和 Z-Stack

收稿日期:2024-05-17;录用日期:2024-05-24

作者简介:马赛飞(1990—),男,工学硕士,工程师,研究方向:地面气象观测仪器技术和气象探测信息处理。

引用本文:马赛飞. 基于 CC2530F256 的 ZigBee 气象站协调器设计[J]. 自动化技术与应用, 2026, 45(4): 155-158. (MA Saifei. Design method of ZigBee meteorological station coordinator based on CC2530F256[J]. Techniques of Automation and Applications, 2026, 45(4): 155-158.)

协议栈。对采集到的数据进行处理和传输,并对全网组网状态进行监控。协调器通信方式主要包括两种方式,有线方式和无线方式,即 RS-232 串口通信方式和 ZigBee 无线通信方式^[5]。协调器位于气象观测场内部,对于无线通信传输距离要求不高。而 STAR 网络架构最简单,成本低,执行起来也很容易^[6],因此无线通信采用了星状的 ZigBee 无线网络拓扑架构。同时设计过程中对智能传感器与协调器以及协调器与 PC 机终端之间的通信协议规范进行了制定。图 1 为协调器模块结构。

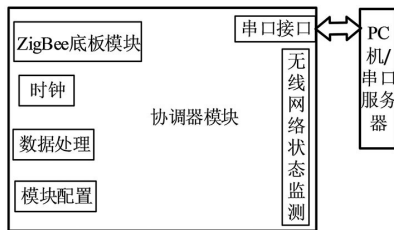


图 1 协调器模块结构

Fig. 1 Coordinator module structure

2 硬件电路设计

协调器模块在完成无线网络状态监测的同时,完成了无线接收气象要素传感器数据和处理数据的功能。其硬件电路可分为单片机核心电路,外接时钟电路,通信电路三大部分。

2.1 供电电源

采集电路的精确采集,通信电路的稳定传输以及整个模块的可靠性等都与电源息息相关,常规气象要素传感器智能化模块的电源电路设计对模块也具有很大的影响。该模块采用二级降压电路为整个模块供电,因为常规气象要素传感器厂商不同,有个别需要 5 V 直流电压供电的传感器。调整二级降压电路,可以在满足电路中不同芯片的电压需求的同时,也可减少模块内供电电路对其他电路的干扰。图 2 为模块电源电路。

一级降压电路将直流输入电压 +12 V 降为 +5 V;二级降压电路包括两个部分,都是把 +5 V 降到 +3.3 V,其中一个用作模拟电源输入,一个用作数字电源输入。这样设计可以减少测量模拟信号时数字电源干扰的影响,以提高测量的准确性。

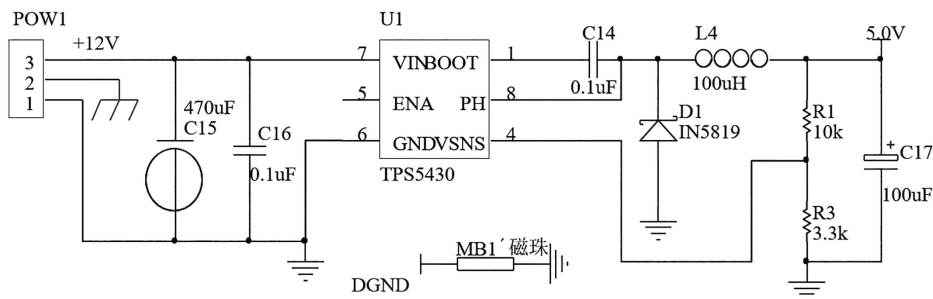


图 2 协调器模块电源电路

Fig. 2 Power circuit of the coordinator module

2.2 CC2530 最小系统

CC2530 的最小系统由 CC2530F256 芯片组成,同时还包括所需的外围电路、射频天线电路等。CC2530F256 集成了 32 MHz 和 32.768 kHz 两种外接晶振,可以为单片机的各种应用程序提供不同的时钟信号。同时将去耦电容加入到输入电源中,能够提高系统的稳定性。图 3 为 CC2530F256 芯片的最小系统电路示意图。

2.3 外部时钟

由于模块最终要运用到气象领域,对数据采集的实时性要求较高,因此我们在增加外部时钟电路的同时,保证了数据采集时间与当前时间同步。外部时钟电路的设计主要采用的是 PCF8563 这款芯片,这是一款工业级、低功耗的多功能时钟芯片,采用如图 4 所示的 I²C 总线接口。

2.4 通信电路设计

协调器的通信方式主要有两种,即 RS-232 以及 ZigBee 通信。ZigBee 通信电路可以通过 CC2530F256 的最小系统实现。RS-232 串口通信电路采用 MAX3223E 芯

片设计,如图 5 所示。

3 软件设计

协调器模块的软件部分实现的功能包括数据及指令的无线传送与接收,采集数据的处理,无线组网状态监测。同时智能传感器与协调器之间以及协调器与 PC 机终端之间通信必须要遵循相应通信协议^[7]。

3.1 数据处理程序设计

协调器程序设计是基于 OSAL 系统来进行程序编写,程序的内部可以有多个事件触发运行。整个协调器模块在设计过程中分为多个事件,包括指令发送与接收事件,无线数据接收发送与处理事件,无线组网状态监控事件^[8]。具体进程如图 6 所示。

3.2 通信协议的制定

智能传感器与协调器的通信协议和协调器与 PC 机的通信协议需要保持一致性^[9],指令的通信格式和数据包的通信格式必须统一,如表 1、2 所示。

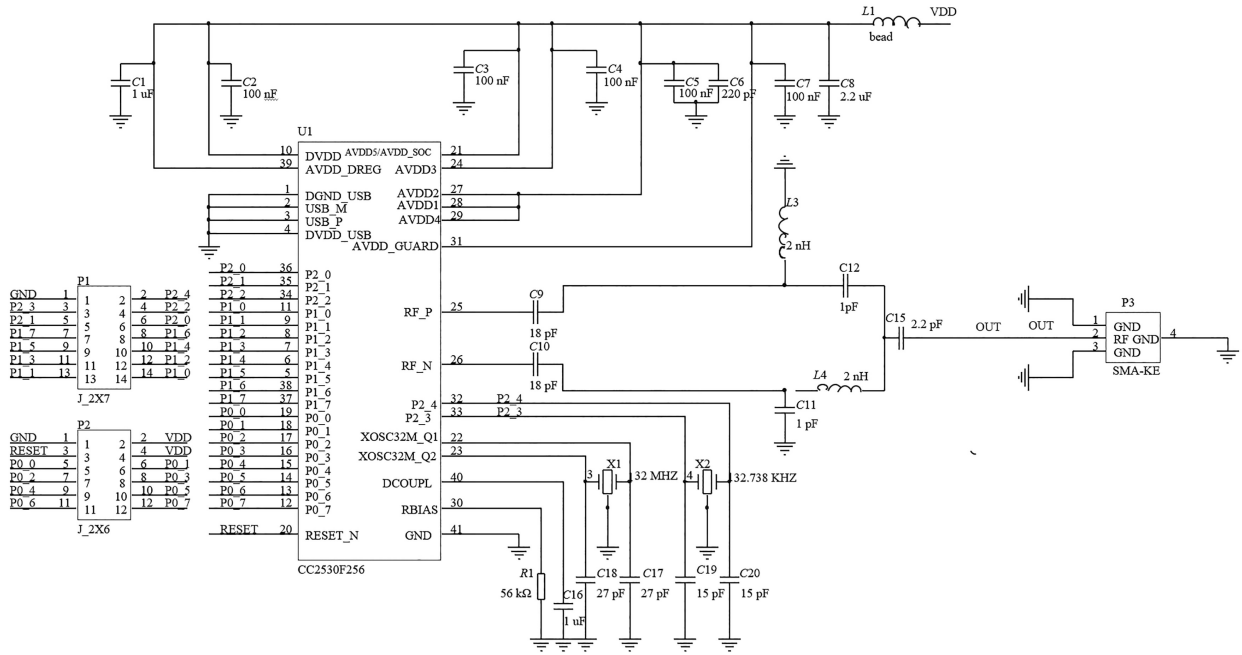


图3 CC2530 最小系统电路图

Fig. 3 Minimum system circuit diagram of CC2530

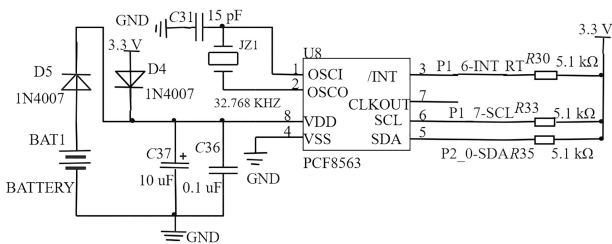


图4 外部时钟电路

Fig. 4 External clock circuit

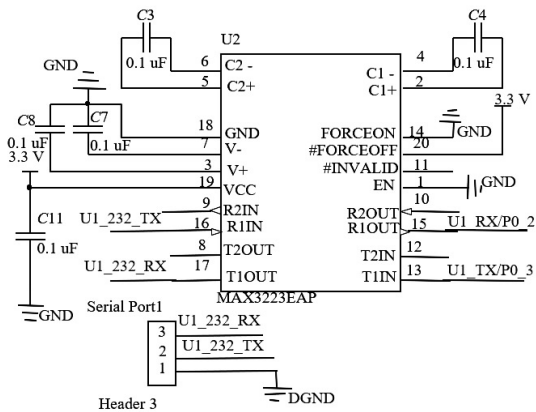


图5 通信电路图

Fig. 5 Communication circuit diagram

协调器挂接多个智能传感器时,通过第2和第3部分的“传感器类型”和“传感器编号”来识别不同的传感器,即用于识别何种传感器的设备标识符,用于区分多个同类型传感器的传感器编号,当只有一个同类型传感器时编号默认为“000”。数据包通信格式从帧头之后到帧尾之前的部分是数据主体 (databody),是收集经过处理的传感器数据和传感器相关信息。“数据内容”的信息格式是参照地面气象观测数据字典的规范来设计的^[10]。

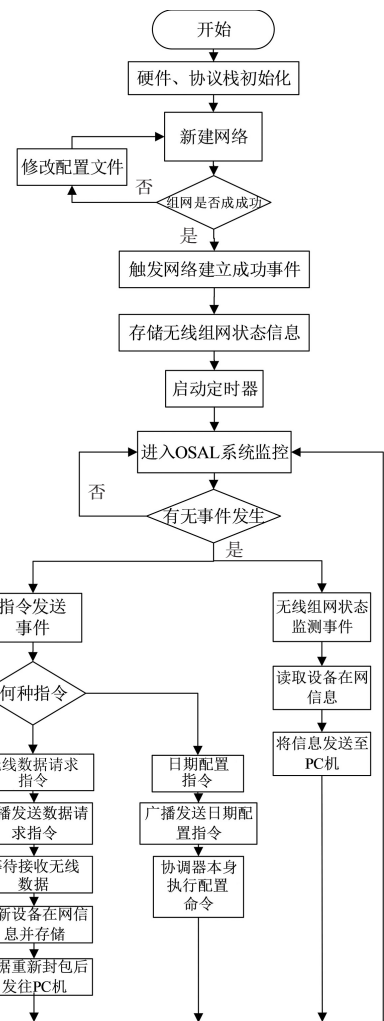


图6 协调器数据处理流程

Fig. 6 Coordinator data processing flow

表 1 指令格式

Tab. 1 Instruction format

帧头	传感器类型	传感器编号	通信方式	指令长度	指令内容	帧尾
(0xff,0xfe)2byte	4byte	3byte	1byte	2byte	Nbyte	(0xfe,0xff)2byte

表 2 数据包格式

Tab. 2 Data packet format

帧头	传感器类型	传感器编号	通信方式	数据类型	数据长度	数据内容	帧尾
(0xff,0xfe)2byte	4byte	3byte	1byte	1byte	1byte	Nbyte	(0xfe,0xff)2byte

4 模块测试

将协调器模块通过串口通信线接入 PC 机,打开串口调试助手,智能传感器与协调器模块之间通过无线 ZigBee 方式进行通信。设置好串口参数后,串口调试助手显示了协调器成功接收到来自 ID 号为 009 的温度传感器的分钟数据,表明 ZigBee 无线通信功能正常,如图 7 所示。

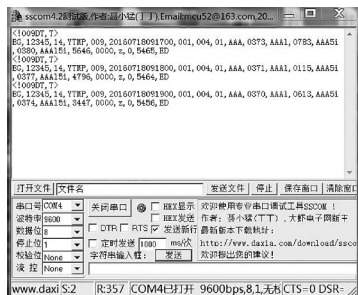


图 7 串口接收数据界面

Fig. 7 Serial port data receiving interface

分别输入 ID、日期、时间指令,正确返回结果,指令的格式在字符串输入框中编辑完成,如图 8 所示。



图 8 指令交互界面

Fig. 8 Instruction interaction interface

再在串口数据测试软件中,将虚拟串口发送波特率设定为 9 600,软件对数据进行了封包操作,实际传送的数据会大于 100 字节,界面中可显示发送与接收的数据包个数,以及出错的数据包个数;在串口数据回送器界面中可显示实际接收到数据的字节数。如图 9 所示为软件实际发送与接收数据统计的情况。由图可以看出,在串口数据测试软件中,实际发送数据包 59 328 个,成功接收数据包 59 328 个,错误数据包 0 个,串口数据回送器软件中可

以看到实际成功接收的字节数为 6 408 180 个。实验结果证明,协调器在接收和发送数据信号时都能正常运转。



图 9 数据统计结果

Fig. 9 Data statistics results

5 结论

采用 CC2530 单片机构建 ZigBee 无线网络,实现了用于气象观测站的协调器模块设计,消除了气象设备布线和维护不便等问题。通过测试结果验证了协调器的可行性,该模块可以无线接收来自传感器的数据以及对整个无线网络组网状态的监控,确保数据准确传输。模块已在观测场的运用中取得良好效果,具有一定的推广应用价值。

参考文献

- [1] 韩诗林, 常新峰. ZigBee 无线网络技术在森林防火中的应用[J]. 电子设计工程, 2023, 31(8): 180-184.
- [2] 梅琪斌, 韩德彬, 孔令考, 等. 基于 ZigBee Mesh 网络的智能防误判系统自动开锁设计[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(9): 93-96, 130.
- [3] 刘振鹏. ZigBee 模块在物联网技术教学中的应用分析[J]. 工业控制计算机, 2025, 38(12): 115-116.
- [4] 杨睿. 基于 ZigBee 的光伏储能电站红外测温系统的设计[J]. 电力设备管理, 2025(13): 182-184.
- [5] 杨尔欣, 周进艳, 卜小伟, 等. 基于无线传感网络的园区综合能耗实时监测方法[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(3): 88-92, 179.
- [6] 王荣, 王锐. 基于 ZigBee 无线电技术在体征参数监测系统中的应用[J]. 长江信息通信, 2025, 38(2): 165-168, 178.
- [7] 毕千千, 方朝曦. 基于 ZigBee 和多种传感器的智能灌溉系统研究[J]. 物联网技术, 2023, 13(4): 34-36.
- [8] 武佳宇, 张帅, 王佳欣. 面向嵌入式操作系统的设备驱动框架技术研究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2025(11): 23-25, 42.
- [9] 员莹, 郭志冬, 潘晓贝. 基于 ZigBee 的湿地公园生态环境监控系统研究设计[J]. 电子制作, 2024, 32(22): 16-18.
- [10] 陶淘, 杨挺. 基于气象大数据云平台的地面观测数据集 APP 设计与实现[J]. 山地气象学报, 2025, 49(5): 87-92, 104.