

基于 CC2530F256 的智能变送器模块的研制

马赛飞¹, 马尚昌^{1,2}, 刘 钧³

(1. 成都信息工程大学电子工程学院 四川成都 610225; 2. 中国气象局大气探测重点开放实验室 四川成都 610225;
3. 中国华云气象科技集团公司 北京 100000)

摘要: 为了适应传感器网络化、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智能变送器模块, 实现常规气象要素传感器信号的高精度采集及数据的无线传输, 同时对 IEEE1451 标准中的电子数据表格 (TEDS) 进行了设计, 使传感器实现智能化。详细介绍了智能变送器硬件电路设计和数据处理软件流程图, 并且实现了部分电子数据表格的在线更新, 通过串口测试工具可以实现数据通信。它具有体积小、超低功耗等优点, 系统能够在观测场长时间稳定运行。

关键词: CC2530; Z-Stack; 传感器; 智能变送器; 电子数据表格; 智能化

中图分类号: TP212 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-1841(2016)08-0032-04

Design of Smart Transmitter Module Based on CC2530F256

MA Sai-fei¹, MA Shang-chang^{1,2}, LIU Jun³

(1. School of Electronic Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China;

2. Key Laboratory of Atmospheric Sounding, China Meteorological Administration, Chengdu 610225, China;

3. China Huayun Meteorological Science and Technology Corporation, Beijing 100000, China)

Abstract: In order to meet the development trend of the sensor network, intelligent and solve the compatibility and weather station large number of wiring, CC2530 series chip and Z-stack protocol stack programming system were used to design the intelligent transmitter module. High precision acquisition and wireless transmission of the conventional meteorological elements sensor signal was achieved. Simultaneously electronic data sheet (TEDS) in IEEE1451 standard was designed, and the sensor intelligent function was realized. The hardware circuit design and data processing software flow chart of the smart transmitter were given, and the electronic data sheet online update was realized. Eventually data communication can be realized by serial testing tools. The transmitter has such advantages like small size, low power consumption, etc. The system can be used stably in the observation field for a long time.

Key words: CC2530; Z-Stack; sensor; smart transducer; electronic data sheet; intelligent

0 引言

智能式变送器降低了传感器的制造难度, 提高了传感器的性能, 它可以完成温湿度、风速风向、气压等的测控。设计的智能变送器 (STIM) 模块采用 CC2530 系列芯片 CC2530F256 (8051CPU 内核), CC2530 是用于 IEEE802.15.4, ZigBee 和 RF4CE 应用的片上系统 (SoC) 解决方案。它能够以非常低的总材料成本建立网络节点, 同时集成了 RF 收发器、增强工业标准的 8051MCU。CC2530 十分适合需要超低功耗的系统, 具有多种运行模式。不同运行模式间的短的转换时间保证了低功率消耗^[1]。结合 ZigBee 协议栈 (Z-StackTM), CC2530F256 提供了一个完整的 ZigBee 解

决方案。与传统的变送器相比, 设计的智能变送器模块的核心芯片采用 CC2530F256, 能较便利地完成无线通信, 并能做到低功耗、体积小、低成本与高性能^[2], 互换性好, 可良好地应用于智能气象站中, 能够满足数字化、智能化的要求。

1 智能变送器模块总体结构

智能变送器模块主要功能是实现常规气象要素传感器信号的高精度采集与数据的无线传输, 在电子数据表格 (TEDS) 与硬件拨码开关的配合下实现了模块的即插即用、自识别。其硬件电路主要包括 4 个部分: MCU 核心电路, 常规气象要素传感器信号采集电路, 外部时钟电路, 通信电路。该模块能够接入智能气象站中的智能采集器, 支持内部程序、数据以及 TEDS 的在线更新与升级。模块的功能框图如图 1 所示。

基金项目: 国家重大科学仪器设备开发专项项目 (2012YQ110205)
收稿日期: 2016-03-04

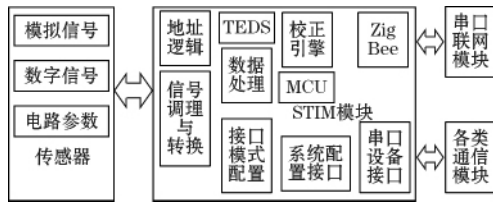


图 1 智能变送器模块功能框图

2 硬件电路设计

智能变送器总体结构框图如图 2 所示。

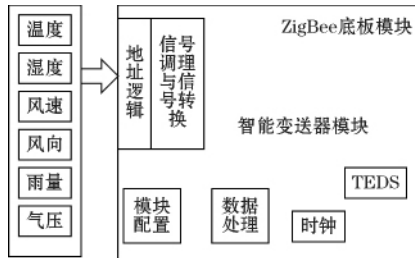


图 2 STIM 结构框图

2.1 供电电源电路设计

常规气象要素传感器智能化模块的电源电路的设计对于模块的工作有很大影响,采集电路的采集精度、通信电路的稳定传输以及整个模块的稳定性都与电源关系密切。由于有个别传感器是需要 5 V 直流电压供电,所以本模块采用二级降压电路,为整个模块供电,二级降压也能够一定程度上降低供电电路对模块其他电路的影响,满足电路中不同的芯片的电压需求。智能变送器模块电源电路如图 3 所示。

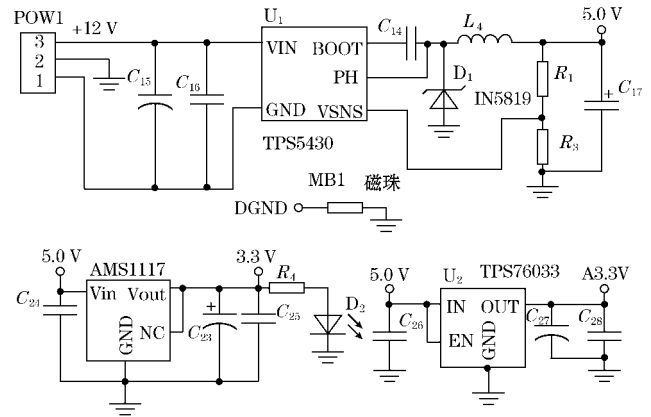


图 3 智能变送器模块电源电路

2.2 CC2530 最小系统

CC2530 的最小系统主要包括 1 个 CC2530F256 芯片及必要的外围电路、射频天线电路等。CC2530F256 的 2 个外接晶振有 32 MHz 晶振和 32.768 kHz 晶振,为 MCU 的不同应用提供了不同的时钟源。同时在输入电源处添加去耦电容,能够让系统更加稳定。

2.3 温湿度信号采集电路设计

本系统针对常规气象要素传感器智能化模块,所采用的 HMP45D 温湿度传感器是一体化的,但是信号接口是分开的,因此将温度信号的采集接口与湿度信号的采集接口设计成相邻^[3]。对于四线制铂电阻温度传感器的输出信号采集电路设计,采用恒流源驱动产生与温度相对应的电压,再通过 16 位 A/D 进行采集,湿度传感器的输出类型为 0~1 V 的电压信号,做简单处理后可直接用 A/D 测量。智能变送器模块的温湿度信号采集电路如图 4~图 6 所示。

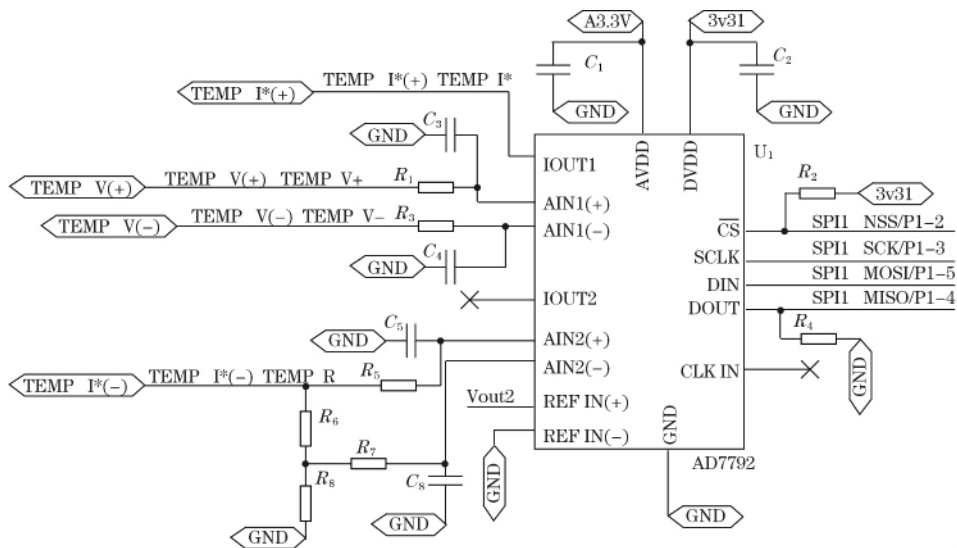


图 4 温湿度信号采集电路

2.4 风速风向信号及雨量信号采集电路设计

我国地面气象观测业务中常用的风速传感器为

风杯传感器,风速传感器的输出信号为电脉冲信号,风杯的转动带动了码盘的转动,并通过光电扫描输出

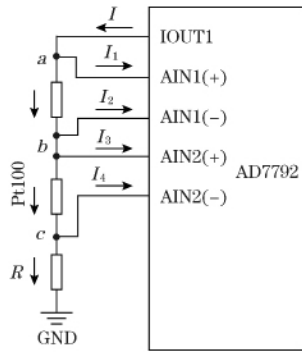


图5 Pt100 铂电阻与 AD7792 连接示意图

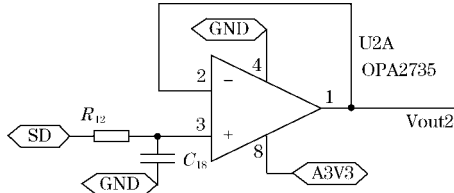


图6 湿度传感器信号采集电路

频率信号。本模块设计的风速采集电路考虑兼容翻斗式雨量传感器信号,风速传感器的测频率信号范围为 $0 \sim 1221 \text{ Hz}$ 。翻斗雨量传感器的输出信号为开关信号。风向传感器的信号类型有 2 种(7 位格雷码信号和 $0 \sim 2.5 \text{ V}$ 的电压信号),本模块只支持 $0 \sim 2.5 \text{ V}$ 风向信号采集。采集电路分别如图 7、图 8 所示。

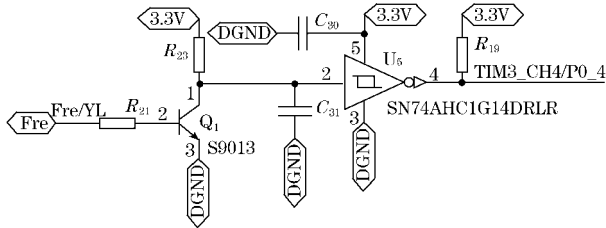
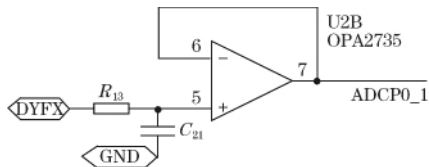


图7 风速信号及雨量信号采集电路

图8 $0 \sim 2.5 \text{ V}$ 风向信号采集电路

2.5 气压信号采集电路设计

我国地面气象观测业务常用的气压传感器为 PTB220,它是一种硅电容式的气压传感器,只需要对传感器本身进行配置,并在软件中编写针对采集来的数据的解析程序,可以直接将数据中的气压信息提取出来。采集电路如图 9 所示。

3 软件设计

智能变送器模块的主要功能包括常规气象要素传感器信号的数据采集及处理、部分 TEDS 的在线更新、数据的无线传输、结合 TEDS 实现智能变送器模块

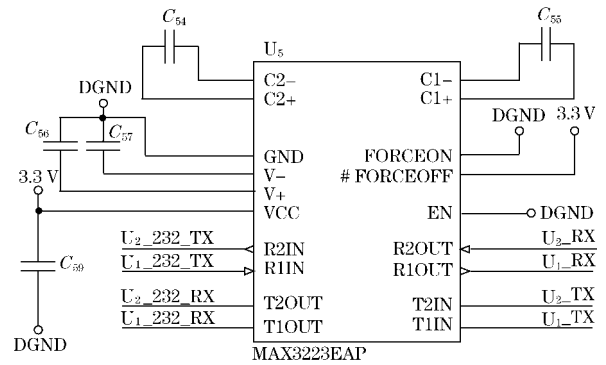


图9 气压信号采集电路

的自识别与即插即用等。

3.1 智能变送器数据采集处理程序设计

智能变送器模块同一时刻只能对一种类型的常规气象要素传感器进行数据的采集及传输^[4]。采用 4 位的拨码开关,支持 16 种传感器通道,当拨码开关代表的 ASCII 码值为 1 到 4 时,配合已经写入的 TEDS 信息,依次代表将进入到温湿度传感器、风速风向传感器、雨量传感器、气压传感器这几种采集通道中去,没用到的数字暂时保留,用于以后扩展功能;当 4 位拨码开关代表的值为 0 时,即为将编写好的 TEDS 写入 flash 当中。程序的流程图如图 10 所示。

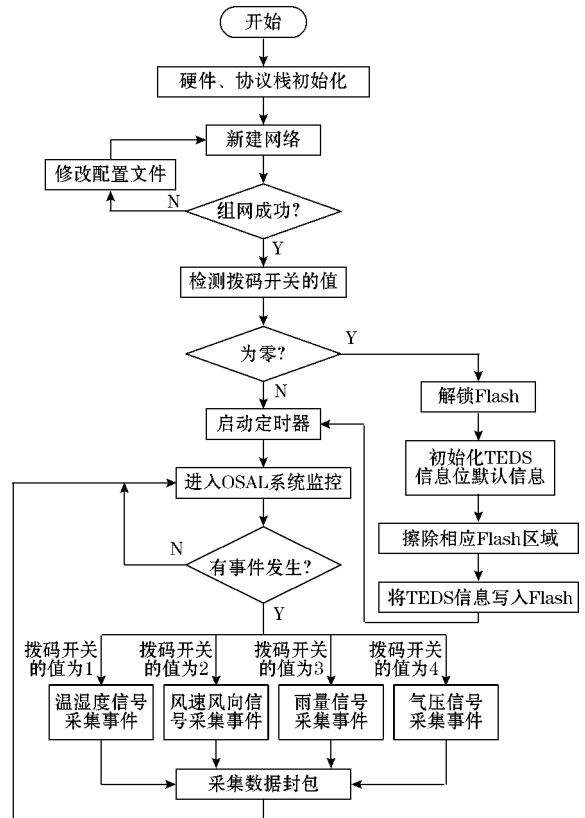


图10 常规气象要素传感器数据采集处理程序流程图

3.2 部分 TEDS 在线更新及指令交互程序设计

TEDS 制定是智能变送器模块软件设计中重要的一部分,通过 TEDS 的制定并结合制定的通信协议^[5],可以实现智能变送器模块的即插即用与自识别。地面气象观测中常规气象要素传感器数据封包类型是有相应的规范与标准的,因此在 TEDS 的设计上应考虑 IEEE1451 标准以及地面气象观测规范的特点。部分 TEDS 在线更新及指令交互程序流程图如图 11 所示。

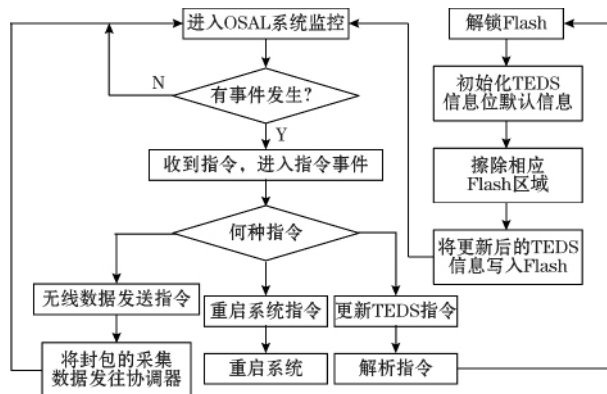


图 11 部分 TEDS 在线更新及指令交互程序流程图

4 模块测试

智能变送器模块可以通过拨码盘与软件状态识别的方式来配置传感器输出信号的采集模式^[6]。系统选用 4 位拨码盘,范围从 0x00 到 0x0F,能代表 16 种状态。当拨码盘为非零值时,拨码盘配置有效,取值为 0x01 时代表温湿度传感器信号采集,0x02 代表风速风向传感器信号采集,0x03 代表雨量传感器信号采集,0x04 代表气压传感器信号采集。将智能变送器接上温湿度传感器,通过串口助手进行测试,测试结果如图 12 所示。



图 12 平台测试结果

5 结束语

描述了 CC2530 系列芯片的特征,重点介绍了智

能变送器模块的硬件设计电路和软件设计思路,通过测试验证了模块的可行性。该智能变送器模块设计的难点主要在于接入智能气象站中的智能采集器,支持内部程序、数据以及 TEDS 的在线更新与升级,在电子数据表格(TEDS)与硬件拨码开关的配合下,实现模块的即插即用、自识别。目前,该模块已在观测场使用,取得良好效果。

参考文献:

- [1] Texas Instruments. CC253x System-on-Chip Solution for 2.4 GHz IEEE 802.15.4 and ZigBee Applications User's Guide [EB/OL]. [2013-09-02]. <http://www.ti.com/cn/lit/ds/symlink/cc2530.pdf>.
- [2] 李俊斌,胡永忠.基于 CC2530 的 ZigBee 通信网络的应用设计[J].电子设计工程,2011,19(16):108-111.
- [3] 刘君华.智能传感器系统[M].西安:电子科技大学出版社,2000.
- [4] 吴仲城,孙怕宁,虞承端,等.网络化智能传感器/执行器的设计及接口标准 IEEE1451.2[J].仪表技术与传感器,2000(7):1-3.
- [5] 邵鹤师. TEDS 技术在传感器智能化中的应用研究[J].科学技术与工程,2011,11(3):609-611.
- [6] 叶湘滨,李文,杨雪,等.“即插即用”智能变送器模块的设计与实现[J].仪表技术与传感器,2009(10):28-30.

作者简介:马赛飞(1990—),硕士研究生,主要研究方向为大气探测信息处理。E-mail:449313614@qq.com

马尚昌(1971—),教授,博士,主要研究方向为地面气象观测仪器、信息获取与处理、混杂动态系统理论。E-mail:834075488@qq.com

《管道技术与设备》杂志 控制与测量专栏征稿

征稿范围:

有关管道系统及储存设施的自动控制(压力、流量、温度等),测量技术,腐蚀寻线,检测探伤等仪器设备的新成果、新工艺及应用实例等。包括故障诊断及其分析,检测仪器、检测方法和检测装置的研究;计算机辅助设计、辅助试验和辅助制造的研究和应用;在线监测的研究和应用;执行机构、调节阀等的设计和研究。

网址:<http://www.52gdw.com>

电话:024-88718619