

基于物联网技术的智能电表系统设计

赵昱博

(长春财经学院, 吉林 长春 130122)

摘要: 随着智能电表技术的不断发展, 智能电表将在未来的电力系统中扮演越来越重要的角色。本文深入研究了基于物联网技术的智能电表系统, 该系统以 CC2530 单片机为核心, 集成了 ACS712 霍尔电流传感器、OLED 显示模块以及 WiFi 通信模块。本研究还特别关注上位机的设计, 确保管理者能够通过友好的界面进行远程监控和数据分析。该系统的设计与研究, 不仅提升了电流量的智能化水平, 还为智能家居的建设提供了技术保障, 具有重要的实际应用价值和推广意义。

关键词: 物联网技术; 智能电表系统

一、引言

随着社会经济快速发展, 智能化的电子设备为人们日常生活、工业生产带来便利。数字电能表作为使用数字电子技术进行电能测量的电能计量仪表, 已经广泛应用于现代能源系统中。数字电能表采用先进的微处理器技术和数字信号处理技术, 具有测量准确度高、自动校正、易于读数、抗干扰能力强等优点。

传统的电能表受困于精度低、易受外部环境的影响等缺点, 容易出现计量误差。而数字电能表采用了数字信号技术, 极大地提高了测量准确度和稳定性, 能够精确地测量电能的实际消耗情况。因此, 数字电能表已经成为现代电力系统中不可或缺的计量工具, 广泛应用于各种电力设备、电力系统、电力负载以及电能计量等方面。在实际应用中, 数字电能表能够精确地测量电能消耗情况, 帮助用户了解自己的能源消耗情况, 从而采取合理的措施进行能源管理, 实现电能的节约和合理利用。

数字电能表能够监测电力系统的电能消耗情况, 及时发现和处理各种电力问题, 保证电力系统的安全稳定运行, 为电力生产和供应提供有力保障。作为智能电力系统的重要组成部分, 数字电能表具有数据采集、通信传输、远程控制等功能, 为智能电力系统的建设和发展提供技术支持和保障。数字电能表能够实现电能消费信息的自动采集和传输, 为能源市场化改革提供了技术支持和保障。随着智能家居的快速发展, 数字电能表作为智能电力系统的重要组成部分, 可以实现电能消耗的实时监测和控制, 为智能家居的建设提供了技术支持和保障, 有望成为未来家庭能源管理的主流工具。

综上所述, 数字电能表在电力系统中具有广泛的应用领域和重要的研究意义。数字电能表的发展和应用将有助于推动电力行业的技术进步和发展, 提高电力系统的效率和安全性, 促进能源的节约和合理利用, 有利于实现可持续发展的目标。

二、系统总体设计方案

如图 1 所示, 本次基于物联网技术的智能电表设计主要包括协调器节点、终端节点和监控中心三个功能模块。

其中协调器节点: 由 CC2530 作为主控芯片, 因为 CC2530 具有低功耗、抗干扰能力强、高性能等优点, 它可以负责接收终端节点发送过来的电能数据, 并将其通过液晶在本地显示, 和通过无线通讯模块 WiFi 传输到手机 APP 上来实时检测数据及其用电情况。

终端节点: 以 CC2530 作为主控芯片, 在此设计了电压检测和电流检测电路通过电流传感器以实现电能数据的测量, 并将其通过 Zigbee 协议传输到协调器。

监控中心: 手机 app 是使用 Android studio 开发工具进行开发的, 通过硬件的 WiFi 和 APP 建立通讯, 建立成功后可以获取数据。

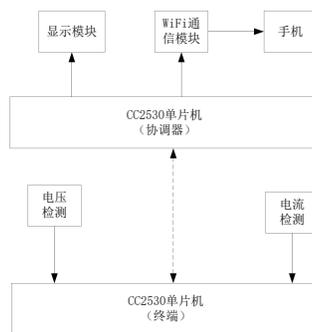


图 1 系统整体框图

三、硬件设计

(一) 主控制器

本次设计采用以 CC2530 为核心的 Zigbee 通信模块, CC2530 单片机的最小系统是构建在其芯片基础上的基本电路, 包括晶振和复位电路。晶振可以通过外部连接至单片机的晶振管脚 (XTAL1 和 XTAL2)。通常使用的晶振频率为 32MHz, 但也可以根据具体应用的要求进行选择。晶振的稳定性和精确性对单片机的正常运行和精确计时非常重要。复位电路用于确保单片机在上电时处于稳定的初始状态。CC2530 单片机的复位电路由一个复位引脚和相关的外部电路组成。当复位引脚被拉低时, 单片机会重新启动, 恢复到预定义的初始状态。复位电路还可以通过外部电路提供电源稳定性和电源管理功能, 以确保单片机的可靠工作。CC2530 单片机的最小系统还包括电源供应和外设接口电路。电源供应电路用于提供适当的电源电压和电流给单片机和其他系统组件。外设接口电路用于与其他外部设备进行通信。CC2530 芯片组简单, 系统功耗较低。同时在系统设计中, 网络信号强, 适用于远距离范围内的信号传输工作。在 CC2530 芯片中将 ZigBee 协议栈相关的处理器进行集成, 能够较少芯片资源的利用, 整体提高系统接收以及处理数据的工作效率。

(二) 终端节点电流通信模块

对于电流的检测, 其手段主要分两种, 一种是通过电路中串联小电阻的方式, 由于基尔霍夫效应电流会在电阻的两端产生电压, 因此通过检测电压就可以计算出电流大小, 这种方式主要应用在小电流的检测, 因为其抗干扰能力强, 计算较为准确, 但是在大电流场合, 由于电流的发热效应, 巨大的热效应会使得电路无法正常工作, 所以一般采用霍尔电流传感器, 其通过电磁感应特性, 将电流转换为电压在进行测量, 本设计就采用了 ACS712 霍尔电流传感器, 其一共有 8 个引脚, 1 和 2 脚都是 IP+, 3 和 4 脚都是 IP-, IP+ 和 IP- 是待检测电流的输入端, 7 脚 VIOOUT 是检测后的电流以电压的形式的输出端, 其输出的格式按照 2.5V+185mV/A 的标准进行, 其中由于电流具有方向性, 因此当流入的电流是

正向时, 输出电压是增加, 如果是反向的, 输出电压则是减少, 其中的正向和反向的判定依据, 就是按照 IP+ 流入是正向, 从 IP- 流入就是反向。5 脚和 8 脚是 ACS712 的芯片供电, 采用 5V, 6 脚一般连接电容进行滤波。

(三) 终端节点电压检测模块

电压是电场中不同电势之间的差值, 电压的测量是电子系统中最为常见的, 并且其作为模拟量, 对于其检测必须通过 ADC 模数转换器将其换算成数字量, 单片机才能够进行识别和处理。但是本次采用的 CC2530 单片机, 其内部已经设计了 ADC 转换器, 并且还有多路复用器可以实现多路的模拟量检测, 在模式上, STM32 单片机提供了单次转换, 连续转换等多种选择, 并且每个通道的采样时间也可以进行设置, 在采样的电压范围上, 可以采样 0~3.3V 范围的直流电压, 并且其分辨率为 4096, 在使用时需求对其 ADC 的时钟进行配置, 并通过寄存器写入配置数据, 对 ADC 转换的精度, 转换速率, 选择的通道, 转换的形式等都进行配置, 此电压检测电路的输入电压通过两个电阻串联进行分压后, 从中心点与 CC2530 单片机的 P10 管脚连接, 然后通过 ADC 转换后得到电压值。

(四) 协调器液晶显示报警模块

本设计中需要将检测的电压, 电流等状态信息进行显示, 以方便用户进行管理, 因此选择 OLED12864 显示器, 该显示设备主要包括屏幕, 驱动控制芯片等组成, 其显示屏通常是由有极涂料, 玻璃基板构成, 因此在厚度上非常薄, 方便应用到微小系统上, 在驱动控制芯片上则采用 SSD1306 实现底层控制, 其负责直接对 OLED 液晶的显示控制, 并同时提供对外输出接口, 单片机控制器可以以 IIC 通信协议的方式与 SSD1306 实现通信, 既而控制对 OLED 液晶的显示。在硬件电路上, 整个 OLED 液晶显示模块支持 3~5.5V 宽范围供电, 因此可以很方便的应用在单片机等低压控制系统, 在显示性能上, 具有 128*64 的分辨率, 也就是可以在 OLED 液晶屏幕上显示 128 行 64 列的点位信息, 并且自带存储空间, 用以存储中文数据, 所以其可以实现中文, 英文等多种语言符合的显示。本设计中选择的是采用 IIC 协议的 OLED 液晶, 因此其引脚共有 VCC, GND, SCL 和 SDA 共四个, SCL 是 IIC 通信的时钟基准引脚, SDA 则是数据传输引脚, VCC 和 GND 则是电源输入引脚, 并且其 SCL 与单片机的 P06 连接, SDA 与 P07 连接。

(五) 协调器 WiFi 通信模块

WiFi 通信是常用的无线通信方式, 在本次智能电表设计中, 采用了 ESP8266 芯片实现 WiFi 通信功能, 其内置 32 位 CPU, 运行速度快, 并支持远程升级功能方便用户实现产品的升级换代, 并支持 IEEE802.11 标准。在控制方式上, ESP8266 支持 SPI, IIC, UART 等多种通信方式, 在本次智能电表设计中采用的是 UART 方式, 由于 ESP8266 支持丰富的 Socket AT 指令, 因此单片机只需要通过 UART 串口发送 AT 指令就可以实现 WiFi 无线通信。在电路上, ESP8266 通信模块集成了射频收发器, 板载天线等电路, 并通过了对外控制接口, 在电路中, ESP8266 的 RXD 引脚与单片机的 P21 连接, TXD 引脚与 P20 连接, 单片机通过这两个管脚以串口通信的方式实现对 ESP8266 的控制, 以实现 WiFi 通信功能。

四、系统测试

在制作基于物联网技术的智能电表设计的过程中是必然需要进行硬件调试的, 因为虽然初步完成了原理图的设计, 但在实际制作的实物过程中, 总会出现各种的问题, 如线路连接错误, 虚焊, 短路等等, 因此实物的制作和调试通常都有一定的流程。

首先需要确认实物制作的板材, 常用的有万用板, PCB 板, 腐蚀板等等, PCB 板或者腐蚀板都需要绘制 PCB 图并且通过专业的设备进行制作, 并且一旦线路出现问题不容易修改, 因此本设

计选择万用板进行制作。

其次根据绘制的原理图上的器件型号去购买器件, 并且全部选择直插封装的以便进行焊接, 在完成器件准备后就考虑好器件的布局进行布置, 接种通过电烙铁, 焊锡等工具将各个器件按照原理图进行焊接连线, 在焊接的时候电烙铁的温度一般调整到 300 摄氏度左右, 焊盘要尽量干净圆润, 没有毛刺以防止出现虚焊的现象, 在完成焊接后需要仔细检测焊接完之后的电路, 观察是否存在短路, 断路等明显的问题, 如果没有问题则可以进行上电, 并通过万用表对关键的电压点位进行测量, 测试是否正常, 如果有问题则需要查找, 判断是焊接问题, 设计问题还是其他问题, 最后直到问题解决。

将不同节数的电池作为不同家庭用电设备, 从而触发电流的一个大小, 给设备通电后, 终端节点指示灯闪烁协调器节点指示灯常亮表示 Zigbee 网络已经建立成功了, 下一步需要建立一个网络支点从而实现硬件与上位机也就是手机 APP 远程通信, 终端节点的作用是可以放在用户家中, 实时采集用电情况, 协调器的作用是组件 Zigbee 网络, 实现硬件、终端、协调器之间的信息汇总, 显示屏的作用是把硬件采集到数据实时显示到显示屏上, 所以不同节数的电池显示的数据不同。

供电局或者用户打开电表数据 APP 后, 输入用户名和密码后, 保证硬件和 APP 连接到同一个 WiFi 后, 供电局就可以实时查看每家每户的用电总量和实时用电量的一个情况如图 2 所示, 从而进行收费。



图 2 (a) APP 登陆首页; (b) 检测控制页面; (c) 动态曲线页面;

五、结语

本文在基于物联网的智能电表设计中, 以 CC2530 单片机为核心, 设计了一个终端节点和一个协调器, 其中终端节点负责检测电压和电流, 并通过计算得到电能数据, 然后通过 zigbee 协议传输到协调器, 协调器在收到数据后, 一方面通过 OLED 液晶进行显示, 另一方面通过 WiFi 模块传输到手机 APP, 方便用户通过手机 APP 进行监控。

随着科学技术的进一步发展, 智能电表作为智慧城市的基础, 作为智能电网最基础的元器件, 将是智能电网基础数据的重要来源, 能够让远程采集的数据更加客观, 更加准确, 使用电故障发生时得到更快的响应, 为用户提供更优质的服务。

参考文献:

- [1] 毋育捷, 杜瑞娟. 智能电表远程抄表系统的设计与实现 [J]. 光源与照明, 2022 (09): 93-95.
- [2] 欧阳曾恺, 刘建, 田正其. 基于 NB-IoT 无线通信的智能电表监测系统的设计 [J]. 电子设计工程, 2022, 30 (11): 131-134-139.
- [3] 施浩, 郑小伟, 郭赛赛, 宋健磊, 赵卫星, 徐瑞. 基于 WinCC 的智能电表监控系统设计 [J]. 工业控制计算机, 2022, 35 (09): 60-61.
- [4] 郭嘉岳, 徐保照, 张兆阳, 李杨. 智慧用电监控系统设计及其采集数据分析研究 [J]. 中国设备工程, 2021 (03): 148-149.
- [5] 王彬任. 物联网环境下家庭用电数据安全监控系统的设计与实现 [D]. 湘潭大学, 2020.