

基于GP21+EFM32的超低功耗超声波热量表设计

作者：Alan Lan，北高智技术团队



关键字：超声波热量表，Energymicro，EFM32，ACAM，TDC-GP21

基于Energymicro公司的32位Cortex-M3内核的超低功耗微控制器EFM32与ACAM公司的高集成度TDC-GP21芯片推出的超声波热量表方案，能够充分发挥EFM32的超低功耗与高运算能力的特点及GP21高精度的测量能力，它将成为超声波热量表方案的最优之选。

系统框架

图1所示，超声波热量表包括超低功耗微控制器EFM32TG840F32、时间数字转换器TDC-GP21(热敏电阻PT1000、超声波换能器)、LCD显示液晶屏、操作按键、红外通信电路及MBUS通信电路。整个系统由3.6V锂电池供电，考虑到TDC-GP21的供电电压将电压转换为3.3V。

硬件设计

主控及显示部分

超声波主控MCU采用EFM32TG840F32，它基于ARM公司的32位Cortex-M3内核设计，与传统的8位、16位单片机相比，它具有更高的运算和数据处理能力，更高的代码密度，更低的功耗。实际数据显示，EFM32TG840执行32位乘法运算仅需4个内核时钟周期，32位除法运算仅需8个内核时钟周期，而相应热表上运用的16位单片机却分别需要50和465个时钟周期。而恰恰在时间数据转换芯片TDC-GP21上采集得到的数据均是

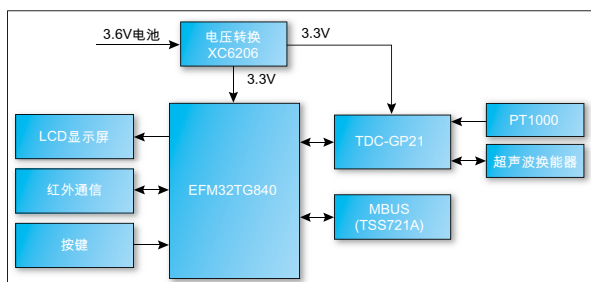


图1，超声波热量表方案框图。

32位长度，因此在运算和热量计算时均是32位的数据运算。可见，采用EFM32TG840可以让超声波热量表有更好的运算性能，从而使得整机可以缩短处在运行计算状态状态，达到降低运行功耗的效果。

EFM32TG840具有EM0-EM4共5种低功耗模式。在EM2的低功耗模式下，微控制器仍可实现RTC运行，LEUART、LETIMER及LESENSE的通信或控制功能。它具有灵活的唤醒方式和自主工作的PRS系统，可以由外部I/O、I²C通信接口、LEUART通信信号等方式唤醒。

EFM32TG840集成了8×20段的LCD驱动器，满足直接驱动超声波液晶屏的段式液晶屏，而功耗仅为550nA。EFM32TG840的LCD驱动器内部集成电压升压功能和对比度调节功能，可实现在芯片内部VCMP电压比较器监控VDD电压，分等级开启LCD升压及对比度调节，达到LCD的现象效果良好，即使系统电池随着使用时间增加出现电压跌落现象。

EFM32TG840的I/O可以设置为低功耗模式唤醒及GPIO中断模式，因此外部操作按钮可以在低功耗条件下实现交互控制动作。

TDC-GP21超声波采集部分

TDC-GP21是德国ACAM公司在2011年11月底推出的新一代专门针对超声波热量表检测计量所用的数字时间转换器。TDC-GP21芯片采用QFN32封装，除了具备TDC-GP2的功能外，还额外集成了超声波热量表所需要的信号处理模拟部分，例如模拟开关以及低噪声斩波稳定(自动进行温度电压校正)模拟信号比较器。TDC-GP21温度部分集成了施密特触发器，直接接上温度传感器和参考电阻，就可以进行高精度的测量，测量的性能远远超过热量表所需的要求。7×32位的EEPROM单元，可用于存储热量表整表的ID信息及配置寄存器信息。

TDC-GP21需要两个供电电压，分别是核心电压VCC和I/O电压Vio，在本方案中采用了ACAM推荐的两

个供电电压使用相同的电压源进行供电，并增加去耦双通道滤波电路以达到降低系统噪声的效果。其他部分电路例如换能器、PTC电阻的连接以及晶体的接法均采用原厂提供的官方参考电路进行搭建。在时钟方面TDC-GP21将输出32.768kHz时钟，为EFM32TG840F32提供低频时钟，可节省主控MCU的低频晶振。

MBUS 通信部分

超声波热量表通过MBUS(Meter Bus)总线通信进行自动抄表。现场的热量表可通过MBUS 将数据上传到集中器，然后由集中器或再上一级集中器将数据通过以太网或无线GPRS通信模块将数据传输到供暖中心的后台，进行计费及管理。本方案中采用TI公司的MBUS芯片为TSS721A。TSS721A是一种用于仪表总线的收发器集成芯片，其内含接口电路可以调节仪表总线结构中主从机之间的电平，同时该收发器可由总线供电，对从机不增加功率需求，总线可无极性连接。TSS721A的连接电路如图2所示。

红外通信部分

根据《CJ/T 188-2004》技术规范文档，超声波热量表红外通信采用38kHz的载波对通信数据进行调制且有效通信距离大于2m，选用波长为940nm的红外发射管与接收管。供热管理人员可以使用手持红外抄表设备对超声波热量表进行抄表。红外通信电路如图3所示。

软件设计

超声波热量表方案的软件部分可以划分为3个部分：TDC-GP21的检测计量部分、红外及MBUS的抄表通信部分、按键液晶屏的显示交互部分。

针对TDC-GP21的检测计量软件部分可参考ACAM官方提供技术文档，它提供了TDC-GP21在单次采集的软件配置及实现过程。热量表通过计算超声波上游和下游的时间差，进而通过公式计算得到流量，然后通过通过对PT1000的测量和计算可以采集得到进水口热水与出水口冷水的温度差。最终通过热量熵积分 $Q=cm\Delta t$ ，计算得到热量的值。而在实际采集当中，为了更精确地热量计算值，软件设计者可对非线性参数增加相应的补偿处理。

对于热量表的通信抄表部分的软件设计，软件设计者在实现的红外与MBUS的底层串行通信后，可参考《CJ 188-2004户用计量仪表数据传输技术条件》上所要

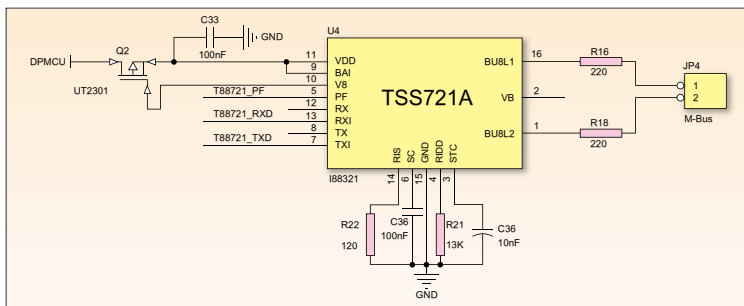


图2, TSS721A连接电路。

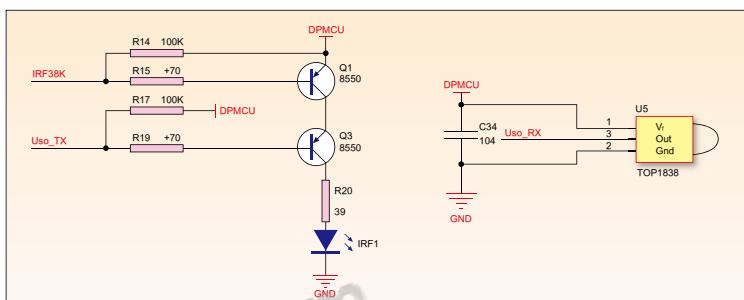


图3, 红外通信电路。

求的抄表命令、抄表通信数据帧格式、抄表应答数据要求进行相应的软件编写。

热量表的人机交互软件部分主要是根据用户的按键操作实现对应查询数据的显示。对于EFM32TG840的液晶屏控制器底层驱动，软件设计者控制起来非常方便，在执行完LCD控制器的初始化后，向对应的SEG段寄存器操作对应的数据位，即可将液晶屏上对应的段码点亮显示。综合段码显示内容及用户操作即可实现交互部分的软件设计。

方案优势

基于EFM32TG840与TDC-GP21实现的超声波热量表方案具有的优势包括：

相对于传统的8位、16位单片机，EFM32TG840以Cortex-M3为内核，具有更强运算处理能力，使整表的性能得到提升；

EFM32TG840与TDC-GP21均具有低功耗的优势，综合使得整机的功耗更低，延长热量表的电池寿命，间接降低了整表对于电池的需求成本；

EFM32TG840集成了LCD控制器、RTC，以及它的Flash 可用于数据存储功能，使得整体方案的外围元件减少，降低方案成本。

阅读全文，请登录：http://www.ednchina.com/ART_8800505032.HTM



知网查重限时 **7折** 最高可优惠 **120元**

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
