

智能建筑中热量表远程抄表系统设计

针对现代智能建筑中的热量表抄表问题,设计了基于M-Bus总线的远程抄表系统。详细介绍了集中器的硬件设计,以及通信协议的制定,同时对远程管理软件系统的结构和功能进行了初步讨论。实验室环境下的模拟测试表明,所设计的远程抄表系统在大负载情况下,通信和供电均正常,远程管理软件系统也能够正常工作,完全满足实际工程应用的需求。

宋静艳 贺灵荣/四川理工学院建筑工程学院



宋静艳/讲师

随着住宅条件的不断改善,区域性的集中供热已成为现代智能建筑的基本采暖形式并被广泛采用。为了满足人们对住宅私密性、安全化和智能化的要求,利用现代先进的计算机管理技术、网络技术和通信技术,自动将住户的采暖信息实时智能地传送到管理中心,不仅解决了传统人工入户抄表需要大量人力的问题,还能让供热管理者实时监控各建筑的用热情况,以便及时维护供热设施设备。因此,实现建筑用热数据的远程集中抄表具有重要的意义^[1-3]。

基于以上分析,本文设计了一种远程抄表系统,专门应用于超声波热量表的各项数据传输,能够将用户热量表测得的用户用热等数据统一集中到数据发送终端,通过有线网络或无线网络传送到物业管理部门,工作人员根据系统接收到的数据对其进行处理,并实现用热缴费管理。该系统能有效提高物业的管理水平,并能实时监控用户用热情况,实现热能的合理配置。

系统总体设计

远程抄表系统主要由远程管理中

心、区域集中器和用户热量表3大部分组成。集中器是系统中的硬件核心部分,一方面负责接收用户热量表的使用信息;另一方面负责将接收到的信息通过泵房再发送给远程管理中心,泵房与远程管理中心之间采用GPRS的通信方式,从而实现用户热量表和物业管理系统的实时在线连接。系统的整体结构如图1所示。

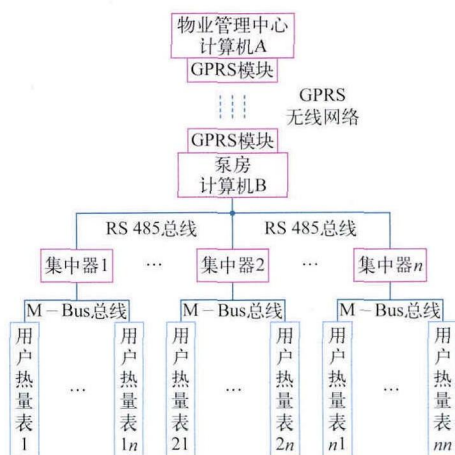


图1 远程抄表系统组成框图

集中器设计

1. 集中器结构和功能

对于远程抄表系统来说,集中器是非常关键的设备,具有数据采集和转发的功能,一方面需要与各用户热量表通信,采集热量表上的热量等数据;另一方面需要与管理主机通信,将热量数据传送到管理中心的计算机。

本文设计系统中的数据集中器安装在各楼层电气竖井内,每个集中器根据采集、控制点数配备一个或多个相对独立的抄表板。抄表板通过RVVP2×1.0线

关键词/Keywords

远程抄表系统·

M-Bus·

智能建筑·

缆实时采集热量表测得的热量等相关信息,它与各热量表之间的数据通信采用M-Bus总线标准,而各集中器的抄表板则通过RS 485总线连接到小区的泵房,再通过GPRS网络发送给远程管理中心。抄表板能够接收管理中心发出的指令,并将采集到的热量等数据向其发送,起到一个桥梁的作用,抄表板总体结构如图2所示。

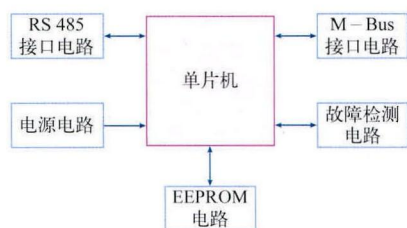


图2 集中器的抄表板组成框图

2. 集中器与热量表通信接口设计

随着社会的进步,现代建筑一般都会容纳几百户甚至上千户居民,一般一个集中器管理一个单元所有的热量表,数量可以达到几十块,多则上百块,这么多的热量表同时工作,不得不考虑传输功率的问题。传统的RS 485等总线虽然在距离条件上可以满足,但是信号衰减严重,因此本文考虑使用M-Bus总线实现通信。M-Bus全称为Meter-Bus,即仪表总线,是一种用于仪表数据传输的总线系统标准,该标准可根据应用的需求定义其信息传送量,针对抄表设备性能设计相应的接口电路,被广泛用于水、电和热等计量仪表的信息传送^[4]。

本文所设计的M-Bus接口电路如图3所示。TXD1和RXD1直接与单片机相应管脚相连,Min和Mout为M-Bus总线接口的两条通信线,其中Min为接收线,负责接收热量表发送回来的信息,而Mout为发送线,负责将命令发送到热量表。一般情况下,超声波热量表自带的M-Bus接口发送端都采用电流信号的形式,而接收端则采用电压信号的形式。因此,相应的集中器发送端采用电压信号,接收端采用电流信号。由于单片机只能接收电压信号,因此需将电流信号转换为电压信号。为了实现这种转换,本文使用LM2902芯片,这是一款4路运算放大器芯片,电流信号通过Min

端输入,通过电容 C_{17} 和 C_{18} 以后,输入到LM2902第4路运放正向输入端,负向输入端与地相连并反馈连接到输出端,这样就构成了一个典型的电流—电压转换电路,再通过4路与非门芯片CD4093与单片机相连便完成了信号输入。单片机的命令通过Mout端发送到热量表,M-Bus总线的高电平为36 V,低电平为28 V,所以 VT_2 的发射极直接与36V电源相连,然后通过2个4 V/1 W的功率电阻与Mout相连,通过TXD1控制 VT_3 ,进而控制 VT_2 使Mout的输出电压在36 V与28 V之间来回切换,达到输出高低电平的目的。

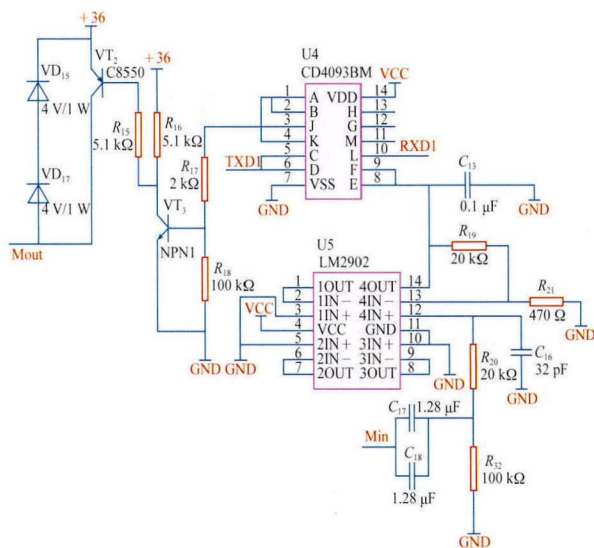


图3 M-Bus接口电路

3. 集中器与泵房计算机通信接口设计

现代的计算机自身都带有标准的RS 232接口,能够很好地完成通信功能。但是大多数情况下,集中器与泵房之间的距离要超过RS 232总线的有效工作距离,因此根据实际需求,本文选择有效工作距离更长,通信能力更强的RS 485总线。

RS 485标准是串行通信标准TIA/EIA-485的简称,数据信号采用差分传输或平衡传输,英文全称为Different Driver Mode,它的特点是双向传输和多点通信,它允许一条总线同时连接多个发送器,并能扩展总线的共模范围^[5]。本文选用的RS 485收发芯片为ADI公司生产的ADM2483,它是一款带有iCoupler磁隔离技术的隔离型收发芯片。设计电路时,只需将单片机的TXD和RXD

与ADM2483相应的接口相连, 同时在ADM2483 P6KE39A和TED485防雷击器件作为保护装置即可。具体电路如图4所示。

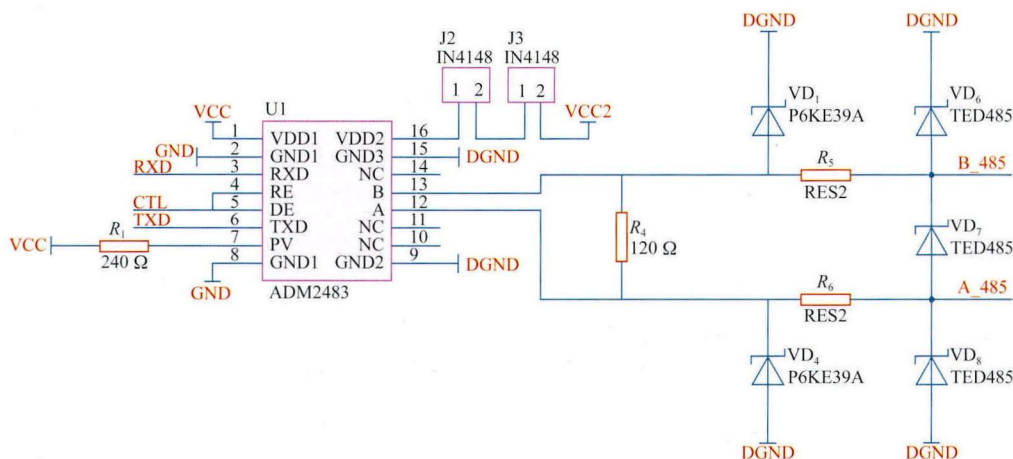


图4 RS 485接口电路图

4. M-Bus总线通信协议设计

通信协议的设计至关重要, 优良的协议可以保证系统运行的有效性和流畅性。在制定协议时, 不仅要考虑实现基本功能, 还要考虑通信的灵活性。因此, 本文采用具有固定长度的控制帧格式协议, 主要包括4种通信命令, 具体如下表所示。7AH控制码代表“集中抄表”, 即在设定的时间段进行全区抄表; 7BH控制码代表“按户抄表”, 可以实现定点抄表, 更正集中抄表时的错抄和漏抄问题, 同时增加抄表的灵活性; 7CH控制码代表“数据修改”, 可以根据用户使用情况对其热量表相关参数进行修改; 7DH控制码代表“线路检测”, 用于抄表前的系统自检。各控制命令的具体结构分别如图5~图8所示。

表 M-Bus总线通信协议命令

控制码	功能	返回
7AH	集中抄表	F1H
7BH	按户抄表	F2H
7CH	数据修改	F3H
7DH	线路检测	F4H



图5 7AH命令格式

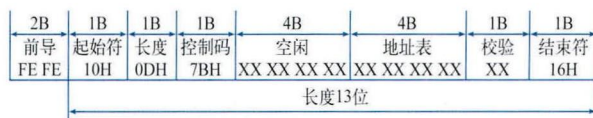


图6 7BH命令格式

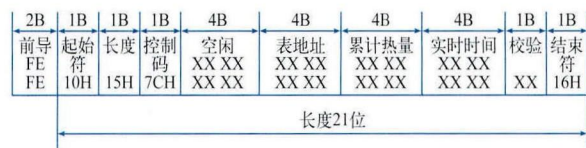


图7 7CH命令格式

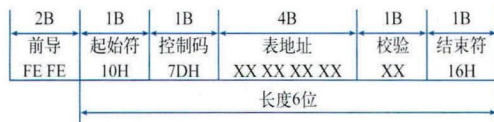


图8 7DH命令格式

远程管理中心系统设计

远程管理中心负责整个抄表系统的管理和维护, 一般设置在小区物业管理中心等位置, 工作人员利用远程管理系统软件对所有的集中器进行管理, 进而实现对于所有热量表的管理。根据采暖供热管理的实际情况, 远程管理中心的软件系统应该包括5大模块, 即住户信息模块、系统用户信息模块、热量表异常信息模块、数据分析模块和住户缴费模块。整体功能结构如图9所示。

住户信息管理模块的主要功能是对住户信息进行管理、查询以及采集方案的选择等, 主要包

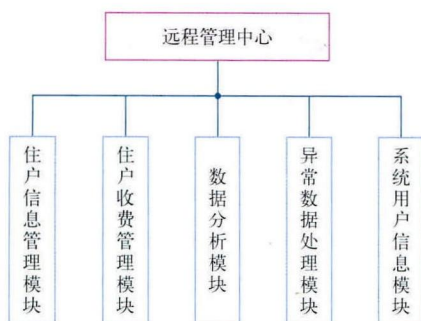


图9 远程抄表管理软件系统的结构框图

括：串口参数的设置；住户信息的添加、修改和删除；相关信息的查询以及采集方案设置。

住户收费管理模块的功能是实现了对住户供热费用的管理。具体包括：缴费数据记录、缴费明细查询以及欠费明细查询。

数据分析模块的功能主要是实现对瞬时数据进行的统计和分析处理。该功能用来查询某一个采集点或多个采集点的瞬时数据。其中瞬时数据指瞬时流量、热量、累积流量、供回水温度和相应的时间。

热量表异常数据记录模块的功能主要是实现对异常热量表信息的维护。当热量表不能正常读取时，记录该热量表信息，可以方便维修人员找到异常表的位置，方便进行维修。

系统用户信息模块的功能主要是对供热信息系统用户的信息进行管理。具体包括：对系统用户的基本信息进行添加、修改和删除以及设置用户的使用权限。

远程管理中心软件系统的部分界面如图10所示。



图10 远程抄表管理系统部分软件界面

系统测试

本文进行的系统测试主要是针对集中器的性能，也就是M-Bus总线的驱动能力，另外还有远程管理中心软件系统的负载承受能力。

一般情况下，一个集中器要管理上百只热量表，M-Bus总线既要保证数据能够正常通信，还要保证给每一个线路提供足够的供电，因此其驱动能力必须满足要求。即，在满负荷供电的情况下，依然可以正确地完成单点抄表。本文设计集中器一次性给100只热量表供电，由于实验室条件限制，其中表1和表2为真实热量表，其他表用电阻模拟。由于热量表实际工作时的耗电量为0.5 mA左右，故选择一个680 Ω的电阻来代替其余的热量表负载。

测试过程为：以7AH命令为例。按照本文制定的M-Bus通信协议，通过串口调试助手发送命令“FE FE 10 0A 7A 00 00 00 00 01 85 16”，此时返回数据为：“68 1B F1 01 01 01 01 01 00 00 00 00 00 36 00 00 25 34 00 00 00 00 20 13 12 15 F9 16”和“68 1B F1 01 01 01 01 02 02 00 00 00 12 71 00 00 02 58 00 00 00 00 20 13 12 15 4A 16”根据通信协议，返回数据与预期数据完全吻合，说明M-Bus总线通信成功，结果如图11所示。其他命令的测试过程类似，这里不再重复叙述。

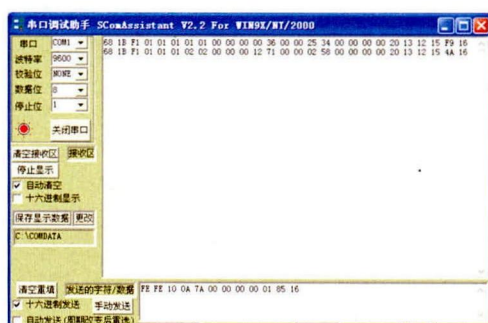


图11 M-Bus总线通信测试结果

在测试远程管理中心软件系统的访问承受能力时，本文设计模拟建筑小区规模为10栋建筑，每栋建筑有300户居民，即系统共包括3 000只热量表需要管理。当进行集中抄表时，这样的通信规模对于计算机串口来说是一个不小的考验，软件系统需要配置合理，才能有效地对通信信息进

行管理。本文模拟3 000只热量表同时集中抄表,此时计算机的运行情况如图12所示。可以看出,计算机的CPU使用率仅为18%,系统内存还有接近50%的剩余,CPU访问峰值合理。由此可见,本文设计的远程抄表管理软件系统的性能优良,能够满足大负荷情况下的通信。

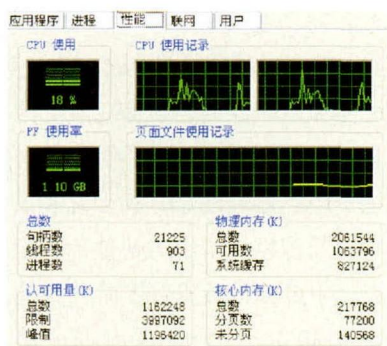


图12 远程管理中心计算机运行测试结果

结束语

本文重点研究了现代智能建筑中的热量表远程抄表系统。文中对抄表系统中的核心部分——集中器进行了详细介绍,给出了通信端口的硬件

设计以及通信协议的设计规则。此外,文中还对远程管理中心的软件系统的组成和各模块功能进行了阐述。模拟实验表明,本文设计的远程抄表系统能够提供足够的驱动能力,在大负载通信的情况下,远程管理软件系统工作良好,为远程抄表系统的实际应用提供了一定的研究基础。

参考文献

- [1] 文传军,吕亚林,于长猛. 无源直读远传水表集中抄表系统[J]. 计量技术, 2011 (10): 41-42.
- [2] 王益祥,牛江平. 远程无线抄表系统的研究[J]. 自动化仪表, 2011, 32 (3): 4-7.
- [3] 李沙,支长义,朱郴良,等. 直读远程抄表系统设计[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (19): 119-121.
- [4] 罗永刚,邹志远. 基于MBUS的智能集中器设计[J]. 电子技术应用, 2013, 39 (10): 72-78.
- [5] 许燕萍,杨代华. RS 485串行总线可靠性的研究[J]. 电子科技, 2009, 22 (2): 8-10.

(收稿日期: 2014-12-02) **EA**

(上接第54页)

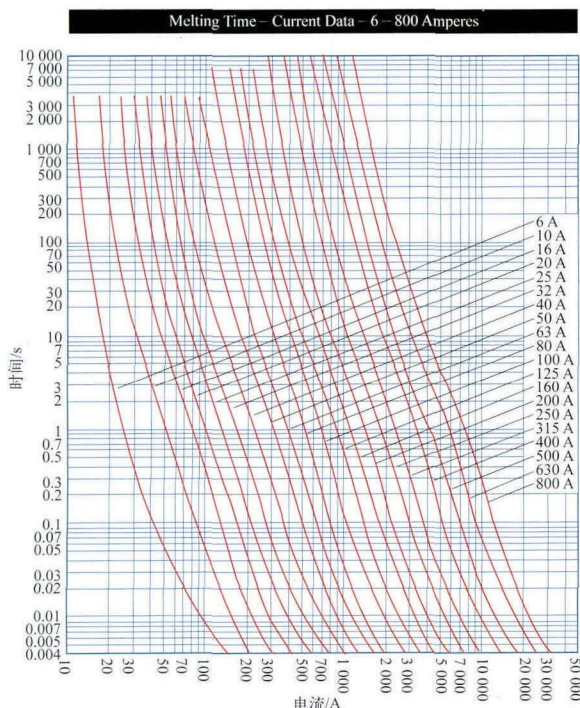


图3 熔断器特性曲线

短路电流计算的模型，分析计算了系统的短路电流，并根据短路电流的大小对系统的保护配置进行了分析和核算。

本文的计算短路电流和保护配合研究方法可用于类似结构不同电压等级直流系统的短路电流计算和保护配合分析。

参考文献

- [1] 董明, 魏秉权. 变电站直流系统运行现状及存在问题分析[J]. 继电器, 2006, 34(3): 82-84.
- [2] 彭思敏, 施刚, 蔡旭, 等. 基于等效电路法的大容量蓄电池系统建模和仿真[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(7): 11-18.
- [3] 刘百震, 盛和乐, 陈巩, 等. DL/T 5044—2004 电力工程直流系统设计技术规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 2004.

(收稿日期: 2014-02-10) **EA**