

采用热量表动态网络提高集中供热系统性能

王 军^{1,2}, 阎威武², 王 雁³, 王瑞祥⁴

WANG Jun^{1,2}, YAN Wei-wu², WANG Yan³, WANG Rui-xiang⁴

1. 同济大学, 上海 200092

2. 上海交通大学, 上海 200240

3. 中国电子科技集团 第 39 研究所, 西安 710066

4. 北京建筑工程学院, 北京 100044

1. Tongji University, Shanghai 200092, China

2. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China

3. The 39th Research Inst., China Electronic Technology Group, Xi'an 710066, China

4. Beijing Inst. of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China

WANG Jun, YAN Wei-wu, WANG Yan, et al. Performance improvement of central heating system through heat meter dynamic network. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(2): 28-30.

Abstract: Heat meter is applied to measure actual consumed heat. In this paper, multi heat meters are linked to set up a dynamic supervise control network to improve performance of central heating system. Power supply system is successfully designed through meter-bus power supply and battery power supply, so the function of remote meter record system is improved, volume dynamic real-time data can be transmitted through heat meter network, performance improvement of central heating system can be realized. As examples, the realization of low-cost pre-charge heat meter and the method of saving energy in central heating system are described.

Key words: heat meter; supervise control network; central heating; optimization

摘 要: 户用热量表本身是用来进行计量的, 将计量用的户用热量表联成动态监控网络, 并利用此动态监控网络传输的实时数据来提高集中供热系统性能。成功设计了通过网络总线供电和电池供电的双供电系统, 极大地扩展了原先仅用于方便收费目的的远程抄表系统的功能, 使热量表网络的大批量动态数据传输成为可能, 从而能够利用热量表的动态监控网络提高集中供热系统的性能。作为举例, 描述了利用该热量表的动态监控网络实现低成本预付费热量表和对集中供热系统进行优化节能的方法。

关键词: 热量表; 监控网络; 集中供热; 优化

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.02.008 **文章编号:** 1002-8331(2009)02-0028-03 **文献标识码:** A **中图分类号:** TB65

以前, 我国冬季取暖按供热面积进行收费, 这种方式存在着很大的不合理性, 且不利于节能。目前集中供热的收费方式正在向按照实际耗费的热量值收费的方向进行转变。当各个用户在安装了热量表后, 其节约能源的行为会变得相当自觉, 这将使集中供热系统的运行、调节与改革前相比发生极为深刻的变化。

目前国内外的绝大多数热量表都没有联网, 少数联网的热量表也仅是为了远程抄表收费方便的目的, 并没有将热量表的远程抄表网络用来提高集中供热系统的性能, 这主要是因为热量表电池的电量难以支持热量表网络的大批量动态实时数据传输, 否则将大大缩短热量表电池的使用寿命, 使热量表提前报废。所以, 目前的热量表网络仅是为了远程抄表收费方便的目的, 即每周或每月通过抄表网络查看一下各个用户的热量使用情况, 按照热量使用情况收取用户相应的费用。在该抄表网络

上没有动态、实时地传输各个热量表的热水量、进出口温度等数值, 并且没有利用这些动态、实时数据提高集中供热系统的性能。

提出了一种通过将户用热计量仪表联成动态监控网络, 并利用该网络传输的动态、实时数据来提高集中供热系统性能的新方法。成功设计了通过网络总线供电和电池供电的双供电系统, 该双供电系统彻底解决了普通热量表的电池电量小的问题, 使热量表网络的大批量动态、实时数据传输成为可能, 从而能够利用热量表动态监控网络的热水量、进出口温度等数据提高集中供热系统的性能。

作为例证, 描述了利用该热量表的动态监控网络实现低成本预付费热量表和对集中供热系统进行优化节能的方法。

预付费热量表目前表现为 IC 卡式热量表, 利用热量表的动态监控网络, 在不采用 IC 卡插座的情况下, 完全实现了 IC

基金项目: 北京市“供热、供燃气、通风及空调工程”重点实验室资助项目 (No. KF200709)。

作者简介: 王军 (1969-), 男, 博士, 博士后。

收稿日期: 2007-03-26 **修回日期:** 2008-10-21

卡式热量表的功能,同时降低了成本,而且避免了 IC 卡式热量表的某些缺陷。

通过对西安市热力公司等多家单位的调研,了解到在目前的实际运行中,集中供热系统出现了循环水泵无法启用变频调速功能的情况。这主要是因为总控制台无法动态、确切地掌握底层用户的运行情况,各用户的瞬时热水流量、实际消耗热量值和进出口水温等信息如同“黑匣子”。如果仅根据总回水管的回水温度调节循环水泵的变频电机转速,这种调节具有相当大的盲目性,经常出现部分用户的室温达不到 18℃而遭到投诉的情况,所以干脆不启用变频调速功能。利用热量表的动态监控网络,可以动态、实时地将各个用户的瞬时热水流量、实际消耗热量值和进出口水温的数据传送到总控制台,使底层用户的动态信息由“黑匣子”变成“透明”,根据这些数据可有效启用循环泵的变频调速功能,实现循环水泵的节能。

1 热量表动态监控网络的结构和组成

该研究建立在双供电热量表动态监控网络的基础之上,所以建立双供电热量表的动态监控网络是极为关键的。

在本监控网络中,由控制中心定时或者不定时地发送有关命令,各个从机根据相应的命令向控制中心传送相关的数据,这些数据的内容包括该从机的编号、当前的累计热量值、当前的热量表进口温度、热量表出口温度、热量表进口温度所对应的焓值、热量表出口温度所对应的焓值、热量表进口温度所对应的热水密度、热量表出口温度所对应的热水密度、热量表累计流量、热量表当前瞬时流量等。通过 METER--BUS 总线,这些数据被传送到 METER--BUS 主机,该 METER--BUS 主机通过 RS-232 接口将相应的数据送往控制中心的主机,控制中心的主机通过 VISUAL BASIC 软件及其 RDO 数据库接口将相应的数据送到 SQL SERVER 数据库中,在控制中心或者其他的与控制中心联网的操作站中,利用本系统采用 LabWindows/CVI 编程语言编制的监控软件就可以对 SQL SERVER 数据库中的数据进行操作。

(1) 无磁热量表

热量表各功能模块主要包括流量测量模块、温度测量模块、MSP430FW427 芯片、LCD 液晶显示模块、TSS721A 通信模块、电池供电模块和转换开关等。

热量表中的流量测量采用的是 MSP430 芯片的无磁流量检测模块^[1],热量计算采用“焓差法”,提高了热量计算的精确度。

本热量表具备通信功能。利用 MSP430 芯片中定时器 A (Timer_A) 的捕获/比较寄存器实现 UART 串行通信功能^[2],并采用仪表总线 (Meter-Bus) 终端收发芯片 TSS721A^[3]和仪表总线 (Meter-Bus) 与上位机相连接,从而使本热量表具有联网功能。

特别值得注意的是,本热量表中成功设计了通过 M-BUS 总线供电和电池供电的双供电系统。通常情况下通过 M-BUS 总线供电,当偶尔停电时,通过转换开关自动启动电池供电系统,当供电恢复时,又通过转换开关自动切换到 M-BUS 总线供电。

(2) M-BUS 通信网络

M-Bus 是专门用于公共仪表的总线结构,是处于同一幢建筑、同一大学或方圆几公里地域内的专用网络,本热量表选择 M-BUS 总线作为动态通信网络。

(3) M-BUS 模拟主机

热量表网络中的通信协议和总线是 M-BUS,无法直接与上位机相连,需要通过 M-BUS 模拟主机的转换。M-BUS 模拟主机与监控上位机的接口是 RS-232。

(4) 上位机通信

本系统采用 VISUAL BASIC 软件中的 MScComm 控件从 M-BUS 的通信主机的 RS-232 通信端口上获取数据,并采用数据库编程模型中的 RDO 技术实现所获取的动态、实时数据到数据库的传输,而数据库则采用 SQL SEVER。

(5) 上位机大型监控软件

本系统的上位机监控软件是基于美国国家仪器公司 (National Instrument) 著名开发软件 LabWindows/CVI 的基础上开发而成的。本系统的上位机监控软件通过 ODBC 数据库接口与 SQL SEVER 数据库^[4]相连。

2 利用热量表动态监控网络提高集中供热系统的性能

前面建立的双供电热量表动态监控网络为提高集中供热系统的性能提供了技术支持。作为举例,下面描述了利用该热量表的动态监控网络实现低成本预付费热量表和对集中供热系统进行优化节能的方法。

(1) 利用热量表监控网络实现低成本预付费热量表

预付费热量表目前表现为 IC 卡式热量表,即用户预先购买一定金额的费用,通过热量表上的 IC 卡插座进行充值,热量表根据用户实际消耗的热量逐渐消减该预购金额,当预购金额消减为 0 时,需要用户对热量表再次进行充值,否则,该热量表将自动关闭热量表上所带的锁闭阀,停止对该用户进行供热。

这种采用 IC 卡式热量表的方法存在以下三方面的严重缺陷。第一,由于目前 IC 卡插座的价格较高,导致 IC 卡式热量表的总成本比普通热量表高很多。第二,热量表一般采用锂电池供电,难以提供太大的电流,且使用时间越久可提供的电流输出越小。当热量表的电池电压下降到一定程度时,电池电量将无法开启和关闭锁闭阀,使锁闭阀处于失控状态。第三,IC 卡式热量表由于是预付费,管理员通常长期不上门抄表收费,使得一些用户将 IC 卡式热量表彻底卸下,换成直通管,就可以在不缴纳任何费用的情况下照样在冬季取暖。这些问题都直接阻碍了 IC 卡式预付费热量表的推广使用。

利用热量表的动态监控网络,在不采用 IC 卡插座的情况下完全能够实现 IC 卡式热量表的预付费功能,且成本可以降低,同时避免以上三方面的问题。

首先,用户向监控网络的管理员预付一定金额的费用,管理员将预付费金额输入监控软件的数据库。用户热量表将实际耗费的热量等数据通过监控网络动态地传送到管理员数据库,在管理员数据库中根据用户实际耗费的热量逐渐消减预购金额,并且判断预购金额是否消减为 0,当预购金额消减为 0 时,由管理员通过监控网络发送命令关闭该用户热量表的锁闭阀,停止向用户供热。当用户重新购买充值金额后,由管理员通过监控网络发送命令打开锁闭阀,重新向用户供热。本预付费热量表没有采用 IC 卡插座,大大降低了预付费热量表的成本。

再者,由于本预付费热量表可以通过网络传输动态消耗的热量数值和剩余金额等数据,总控制台可以及时发现热量消耗值长期为零和预购金额长期不消减的用户,并在总控制台的数据库中发出报警信号,针对这些用户可及时登门检查,可以及时避免前面所述的 IC 卡式热量表的第三种缺陷。

(2)利用热量表监控网络有效地启用循环泵的变频调速功能从而实现循环水泵的节能

通过对热力公司等多家单位的调研,了解到在目前的实际运行中,虽然循环水泵采用的是变频调速电机,但基本上不启用变频调速功能,而保持循环水泵驱动电机的转速不变。这主要是因为总控制台无法动态、确切地掌握底层用户的运行情况,各用户的瞬时热水流量、实际消耗热量值和进出口水温等信息如同“黑匣子”,因此在实际运行中无法启用变频调速功能。图1所示为一典型的双管热水集中供热系统示意图。当根据总回水管道上的回水温度来调节循环水泵的流量时,由于总回水管道上的回水温度偏高并不一定表示每栋楼和每个房间的回水温度都偏高。例如,有可能出现1号楼和2号楼的回水温度偏高,而3号楼的回水温度不偏高的情况。此时如果使循环水泵的流量减小,会导致出现3号楼的供热热水流量不够用的情况,最终使某些房间的室温达不到18℃的要求,从而引起用户的投诉。所以,在实际运行中出现了配备的是变频调速循环泵,但却无法启用变频调速功能的情况。

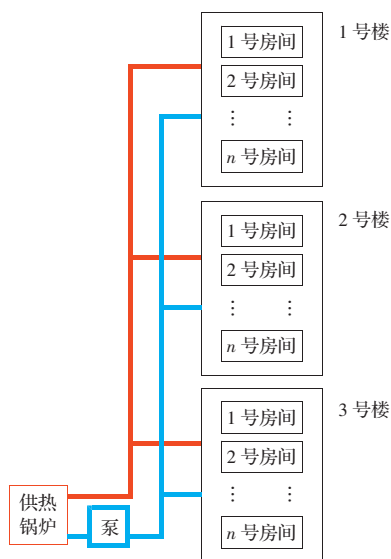


图1 双管热水集中供热系统示意图

对循环泵来说,如果电动机在转速 n_m 下的流量、扬程和轴功率分别为 Q_m 、 H_m 和 N_m 时,当实际转速变为 n 时,根据流体力学的相关定律,可得到此时的流量 Q 、扬程 H 和轴功率 N 分别与转速 n 的关系^[9]为:

$$\frac{Q}{Q_m} = \sqrt{\frac{H}{H_m}} = \sqrt[3]{\frac{N}{N_m}} = \frac{n}{n_m}$$

从上式可以看出,循环泵的流量与驱动电机的轴功率成三次方的关系。表1所示为各种流量变化下的变频电机功率变化情况。从表中可以看出,当循环泵的流量减小一半时,循环泵驱动电动机的轴功率仅为1/8,即可以节约7/8的能源。也就是说,当循环泵的流量减小时,循环水泵驱动电动机的轴功率将大幅度减小。

而根据前面的论述,在当前集中供热系统的实际运行中,虽然循环泵采用的是变频调速电机,但基本上无法启用变频调速功能,使得供热热水的流量远高于实际需要量。假设供热热水流量是实际需要量的2倍,由于循环水泵驱动电机的轴功率与循环水泵流量成3次方的关系,循环水泵驱动电机的轴功率高达实际需要量的8倍,浪费了7倍之多,这些浪费的能源不

表1 流量变化下的变频电机功率变化情况(%)

流量变化	变频电机功率消耗	节能变化
100	100	0
90	72.9	27.1
80	51.2	48.8
70	34.3	65.7
60	21.6	78.4
50	12.5	87.5
40	6.4	93.6
30	2.7	97.3

是低品质的热能,而是高品质的电能,就更加显得弥足珍贵。如果能将这部分能源节约下来,将会有巨大的经济意义。

所建立的热量表动态监控网络使热量表网络中的大批量动态、实时数据传输成为可能,每个房间的热水进口温度、出口温度和瞬时热水流量等数据可以动态地传送到总控制台,使底层用户的动态信息由“黑匣子”变成“透明”,当所有房间的热量表的出口温度不低于某一低限值(如70℃)时,所有房间的热量表的瞬时热水流量的总和就应该为循环水泵的流量。循环水泵在该流量下,不仅能够保证每个房间的实际需要量,避免使某些房间的室温达不到规定的要求(如18℃)而引起用户的投诉;同时也使循环水泵的流量尽可能地低,从而达到使循环水泵的驱动电机节能的目的。

3 结语

通过设计网络总线供电和电池供电的双供电系统,创造性地扩展了原先仅用于方便收费目的的远程抄表系统的功能,使热量表中的热水瞬时流量、进出口温度等数据能够动态、实时地传送到总控制台上,并创造性地利用这些动态、实时数据改进和提高集中供热系统的性能。作为例证,描述了利用该热量表的动态监控网络实现低成本预付费热量表和对集中供热系统进行优化节能的方法。基于热量表动态监控网络的低成本预付费热量表大大降低了具有同样功能的IC卡式预付费热量表的成本,并且避免了IC卡式热量表的某些重要、致命的缺陷。还利用热量表的动态监控网络有效地启用了循环泵的变频调速功能,大幅度降低了循环水泵的能源消耗,从而实现节能。

利用本热量表的动态监控网络可以有效改进和提高目前集中供热系统的性能。目前尚未见到国内外有类似的报道。

参考文献:

- [1] Rotation detection using MSP430FW42x's scan interface (realization with LC sensor)[R].Texas Instruments Incorporated Application Report,2004.
- [2] Implementing a UART function with timer_A3[R].Datasheet,Texas Instruments Incorporated,2001-03.
- [3] TSS721A meter-bus transceiver[R].Datasheet,Texas Instruments Incorporated,1999-04.
- [4] Wan Feng,Gong Zheng-liang,Yang Xin-bao.Research of restoring data of MS SQL SERVER[J].Computer Engineering,2005,31(6):84-86.
- [5] Chen Rui-qiu, Ma Ji-cheng, Su Wen, et al. The analysis of energy saving, comfort and economy of the indoor heating equipment of the central heating system[C]//Proceedings of the International Conference on Energy and the Environmental, 2003:361-364.