

LonWorks 技术在中央空调能耗计量与计费上的应用

唐苏湘 汪仁煌 贾东耀

(广东工业大学)

摘要: 本文基于新型的现场总线技术 LonWorks 技术, 对如何在大楼的中央空调的分户能耗计量和计费上进行了讨论。建立了一种基于 LonWorks 技术的中央空调分户能耗计费系统, 利用分散的智能节点有效的实现了分户计量, 统一监控和计费。

关键词: 智能楼宇; 中央空调计费; LonWorks; 现场总线

1 引言

在大楼空调、照明、电梯、卫生等全年建筑能耗中, 空调能耗占 50%~60%, 照明能耗占 29%, 可见空调节能是大楼节能降耗的主要环节。国外一些公司采用超声波流量计和电磁式流量计方式计算空调能耗, 这些产品不适于用户, 成本也较高。国内某些采用电磁式流量计, IC 温度传感器 AD590, 两线异步通信接口构成主从分布式系统计量最多 256 个用户点的空调能耗, 有些产品测量精度差、通用性差、用户增减不方便, 难以共享信息且具有互操作性。

将 LonWorks 技术引入空调能耗自动计费系统中, 可多介质传输、多系统相互操作、自由扩展, 实现与保安、消防或其它局域网等系统的互联互通, 共享信息, 真正实现大楼的智能化。且系统可用于组建写字楼、商厦内部的中央空调用户能耗计费网, 并接入 intranet/internet, 可通过 internet 进行监控。

2 LonWorks 技术简介

LonWorks(Local Operating Network, 局部操作网络)是一种现场总线产品, 是由 Echelon 公司研制的一种通用测控网络, LonWorks 网络可满足先进测控网络的要求:

(1) 开放性; (2) 互操作性; (3) 可用任何传输媒介进行通信; (4) 能使用现有的网络结构; (5) 网络拓扑可自由组合。

LonWorks 应用包括智能设备, 即控制网络的节点。网上节点之间使用 LonTalk 协议互相通信。每个节点装有应用代码, 用来处理与 LonWorks 环境有关的对象, 如: (1) 网络变量: 为 LonWorks 应用中的节点提供相互之间定义明确的接口; (2) I/O 对象: 为应用 I/O 设备与 Neuron 芯片之间提供通用接口。

LON 节点是同物理上与之相连的 I/O 设备交互使用并在网上使用 LonTalk 协议与其他节点相互通信的一类对象。节点都有一片 Neuron 芯片用于通信和控制、一个 I/O 接口用于连接一到多个 I/O 设备, 另外还有一个收发器负责将节点连接上网。节点的具体工作由节点中的应用程序及配置信息来定义。

3 硬件原理

3.1 空调能耗计量节点硬件框图 (如图 1)

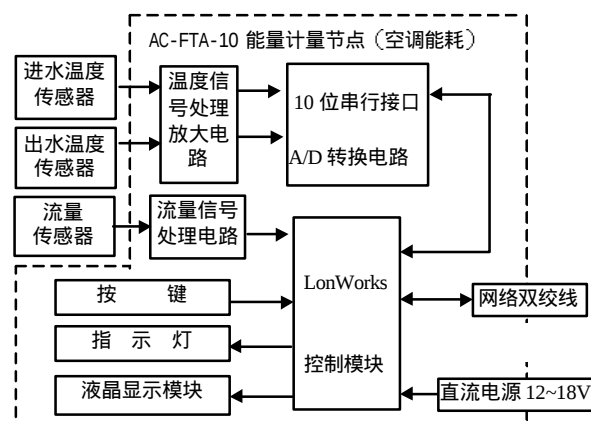


图 1 空调能耗计量节点硬件框图

3.2 空调能耗计量节点硬件配置和功能

硬件包括: LonWorks 控制模块、进出水温度传感器、温度信号放大电路、A/D 转换电路、流量传感器、流量信号处理电路、液晶显示模块、按键和指示灯、直流电源等部分。

(1) LonWorks 控制模块:

该模块由四层电路板、Neuron3150 芯片、快闪存储器、FTT-10A 自由拓扑双绞线收发器、10MHz 振荡器震荡器等组成。硬件框图见图 2。

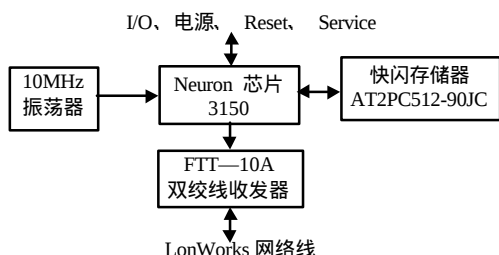


图 2 LonWorks 控制模块框图

神经元芯片 3150 具备了通信与控制功能, 芯片中有三个 8 位的 CPU, 第一个 CPU 为介质访问控制处理器, 它处理 LonTalk 协议的第一层和第二层。包括驱动通信子系统硬件和执行冲突避免算法。处理器 1 与处理器 2 使用位于共享存储区的网络缓冲区进行通信, 正确地对在网络上传播的报文进行编码和解码。第二个 CPU 为网络处理器, 它实现 LonTalk 协议的第三层到第六层, 进行网络变量的处理寻址、事务处理、证实、背景诊断、软件计时器、网络管理、函数路径选择等。控制网络通信口, 物理地发送和接收数据包, 该处理器使用共享存储区中的网络缓冲区与处理器 1 通信, 使用应用缓冲区与处理器 3 通信。第三个 CPU 是应用处理器, 它执行用户编写的代码及用户的代码所调用的操作系统服务。芯片内部有 2k 字节的 RAM 和 512 字节的 E²PROM。最小处理器命令周期为 3 个系统时钟周期 (即 6 个输入时钟周期), 大多数命令需要 1 至 7 个处理器命令周期, 当输入时钟为 10MHz 时, 执行命令时间在 0.6~4.2 μ s 之间。

收发器采用 FTT-10A 自由拓扑双绞线收发器,

收发器为变压器隔离, 收发器在神经元芯片 3150 和 LonWorks 网络间提供了一个物理的通信接口。收发器的速率为 78kbps, 传输距离自由结构 500 米, 双端总线 2700 米。

外存储器选用 AT29C512-90JC 快闪存储器 (64k 字节), 神经元芯片 3150 只能外部寻址 58k 字节, 低位 16k 为 LonWorks 操作系统, 包括 ISO/OSI 全部七层通信协议以及 34 种常见的 I/O 对象。其余 42k 字节为用户空间。选用快闪存储器, 便于在网上修改下载节点程序。

(2) 温度信号处理放大电路和温度传感器:

温度传感器采用 Pt1000 铂薄膜电阻 (匹配精度: $<0.1^{\circ}\text{C}$ 测温范围: $0\sim 200^{\circ}\text{C}$ 0°C 时电阻值为 1000Ω) 为测试准确, 要求进出水温度传感器测定配对。Pt1000 温度传感器接入由精密金属膜电阻组成的电桥电路 (+7V 供电)。见图 3。

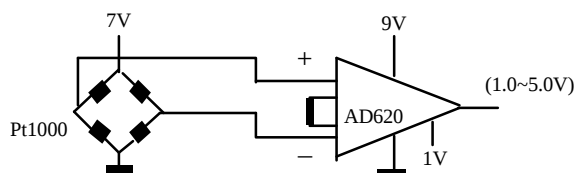


图 3 温度信号处理放大电路

采用专用的仪器放大器 AD620, 具有体积小 (8 脚), 功耗低、精度高、噪声低、漂移少、输入偏置电流低等特点, 外接一只电阻就可方便的进行增益调整 (1~1000), 比三片运放组成的电路性能好。放大器的工作电压为 9V, 输出参考电压为 1V, 放大器输出 1.0~5.0V 电压信号。为了防止传感器断线或其它突发事件, 放大器输出加了高低限压和限流保护电路。该电路的稳定性好, 调整方便, 使用单一电源 9V, 其余电源从 9V 中分压获得。

(3) A/D 转换电路:

选用 10 位 SPI 串行接口 A/D 芯片 MC145053, 芯片 5V 供电, 基准电压为 5.0V。神经元芯片 3150 的 3 条 IO 线可使用 Neuron C 的有关语句对 MC145053 进行读写操作, 电路占用 I/O 口少, 连接简单方便。

(4) 流量信号处理电路和流量传感器:

流量传感器信号输出 1 升/脉冲, 电路有高低限压和限流保护措施, 防止损坏神经元芯片 3150 的 I/O 接口。

(5) 液晶显示模块:

液晶驱动 IC 为 T112C, 工作电压为 2.4~5.2V, 工作电流小于 600uA, 最多可驱动 128 段, 采用三线 (DATA,CLK,CS) 串行接口, 模块连接只需 5 个引脚, 简单可靠。神经元芯片只要往显示模块对应的地址写入显示数据, 模块就可自动刷新和扫描液晶片, 以便神经元芯片有更多的时间处理主要事件。

3.3 空调能耗计量工作原理

适用于集中供冷热水式—空气的空调系统的能耗计量。如风机盘管空调系统。冷水(热水)集中供给风机和盘管(换热器)组成的机组直接放在空调房间内, 开动风机后, 将室内空气吸入机组, 经空气过滤器过滤, 再经盘管冷却或加热处理后就地送入房间, 以达到空气调节的目的。

风机盘管机组主要由风机、电动机、盘管、空气过滤器、凝水盘和箱体所组成, 还配有室温自动调节装置, 其优点是各房间可独立调节室温, 风机可多档变速, 便于调节冷量(热量), 供冷时, 当室温未达设定值, 感温触点 T 闭合, 二通阀得电, 冷水流入风机盘管, 当达到设定值时, T 断开, 二通阀失电, 冷水不流入风机盘管。见图 4。

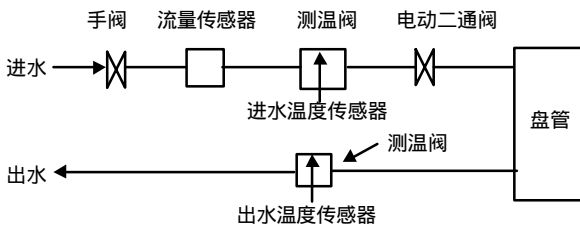


图 4 进出水传感器安装示意图

如图 5, 在风机盘管的进水回路接入了相同管径的流量传感器和测温阀, 并装上进水温度传感器, 在出水回路接入了测温阀及出水温度传感器。只要测量进、出水温度值和流量值, 并求出温差, 便可

算出各现场节点的能耗。

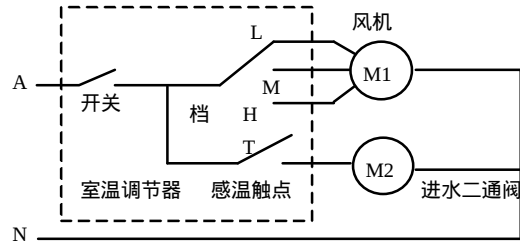


图 5 风机盘管控制接线图

4 节点应用程序

4.1 空调供冷计量节点(程序流程图见图 6)

无论数据采集还是能耗计算, 空调能耗计量节点多要比电能计量节点复杂得多。

空调节点需要采集的最主要数据包括风机盘管的进水温度和出水温度, 另外还有流过风机盘管的水的体积。

由两个温度传感器分别得到与进出水温度成比例的电压值, 经过 AD 芯片的模数转换得到数字量。

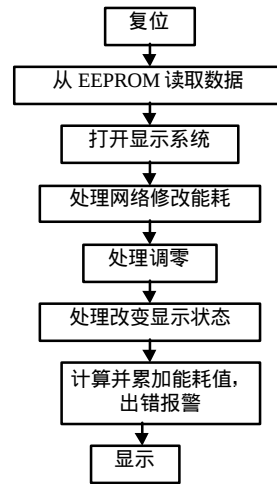


图 6 空调能耗计量节点之应用程序流程图

为了得到 AD 芯片输出的数字值对应的原始温度值, 用一个调试程序进行逐点调试, 然后经过分析和校正, 得到数值与温度的对应函数关系, 根据 AD 芯片输出的数值得到相对应的温度值。使用 IO8 作为全双工同步串行 (Neurowire) I/O, IO0 作为 AD 芯片的片选, IO1 作为液晶显示模块的片选。用串行通信方式采集 AD 芯片的数据, 同样用串行通信方式

显示数据。另外用 IO4 采样流量传感器输出的脉冲信号。经过积分运算得到能耗值。

4.2 空调供冷能耗计量:

计量空调供冷能耗是本系统的难点也是核心。

空调计量节点的最主要功能就是计算空调的能耗值。采用以下公式计算:

$$Q = \int_{\Delta V} (\Delta T(t) * K_B * K_M) K_e dV$$

式中

K_B : 水的比热

K_M : 水的密度系数

K_e : 能量转换系数

ΔV : 风机盘管中水的流量

$\Delta T(t)$: 进出水温度差

Q : 供冷消耗的能量 (单位: 焦耳)

为了显示的直观, 将能量值的单位转换为电能单位 kWh。

$$E = Q / (3600 * 1000)$$

故最后计算公式转化为

$$E = K_E \int_{\Delta V} \Delta T(t) dV \quad (\text{单位: kWh})$$

式中

$$K_E = K_B * K_M * K_e / (3600 * 1000)$$

E : 空调供冷能耗值 (单位: kWh)

计算结果存放在 EEPROM 中。

5 数据上传与管理

空调计量节点将风机盘管的能耗现场计量出来后, 所有用户的数据送到上位 PC 机进行集中的管理。PC 机将能耗值进行统计、储存、计费, 同时不断监控用户节点的状态, 一旦发现异常情况及时报警通知管理员进行处理。空调能量自动采集和管理系统可以通过 LNS DDE Server 服务器和 LonWorks 网络接口卡从 LonWorks 网络的空调和电量计量节点上巡回应答式地采集能耗数据, 动态显示并存储到实时数据库; 监视在用节点的运行状态; 对采样数据进行数据处理生成报表, 存储结算数据到数据库。用户可以随时进行查询、打印等。

参考文献

- [1] Echelon 公司. Neuron Chip DataBook. 1995
- [2] Echelon 公司. LonBuilder Hardware Guide. 1997
- [3] 杨育红. LON 网络控制技术的应用. 西安电子科技大学出版社. 1999

LonWorks Technology's Application in the Central Air-Conditioner Energy Consumption Counting and Meteraging

Tang Suxiang Wang Renhuang Jia Dongyao
(Guangdong University of Technology Guangzhou)

Abstract: Based on the LonWorks technology, counting of the user's energy consumption of the central air-conditioner was discussed in this paper. The paper then establishes the counting and managing system for the central air-condition by using the LonWorks technology, which is efficient in counting, inspecting, controlling and managing the user's energy consuming of the central air-condition using the distributed nodes infield.

Key words: Intelligentized Buildings; Meteraging in Central Air-Conditioner; LonWorks; Fieldbus

作者简介:

唐苏湘, 男, 1975.2, 毕业于湖南大学电气工程系。毕业后在广州市自动化研究所从事自动化生产线的研究开发及楼宇自动化项目的研究。现就读于广东工业大学检测技术及自动化装置研究生, 从事计算机检测、控制和管理的研究工作。

贾东耀, 男, 1976.4, 毕业于哈尔滨工程大学自动控制专业。其后在中国舰船研究院 716 所工作。2000 年考入广东工业大学检测技术及自动化专业研究生至今。