

文章编号:1005-0523(2009)03-0073-08

基于 LonWorks 的客运列车数据采集系统

王传云¹, 尹燕¹, 刘润¹, 赵波²

(1. 华东交通大学信息工程学院, 江西南昌 330013; 2. 青岛科技大学, 山东青岛 266042)

摘要:利用 FPGA 器件完成底层数据采集及 LonWorks 总线作为传输介质, 采用 OPC server 实现 LON 网络与上位机的数据传输, 运用 RSView32 组态软件开发了一套 LonWorks 的数据动态监视平台, 构建了客运列车的数据采集系统; 整个系统克服传统数据采集方案中的缺点, 达到了实时、快速、易于扩展及动态监视的目的, 接口更易于实现, 减少了开发成本和缩短了开发周期, 具有一定的通用性和实用价值。

关键词:数据采集; LonWorks; FPGA; 组态软件; 监视平台

中图分类号: TP336; TP274+.2

文献标识码: A

目前, LonWorks 技术的产品广泛地应用在工业、楼宇、家庭、能源、交通等自动化领域。

国内机车车辆工业发展迅速, 相继开发成功 200 km/h 等高速列车、内燃摆式动车组及城市轨道交通车等。这些新型机车车辆需要对列车的运行状态和故障信息作出快速准确的判断和处理, 而传统的机车车辆控制技术已完全不能满足这方面的要求^[1]。随着我国铁路客车档次的不断提高, 客车上所用的电气设备也越来越多, 因此, 全面、准确地掌握各种电气设备的信息, 惟有借助于网络技术^[2]。

传统的数据采集方案不但要使用大量的外围芯片, 而且需要占用主处理器大量的 I/O 资源和处理时间, 同时要求大量的汇编软件配合, 这就使设计移植变得比较困难^[3]。系统设计较为庞大, 而且开发成本高、设计周期长、设计效率低。

FPGA 可编程器件具有集成度高、体积小、功耗低、设计灵活等优势, 不仅在速度上能满足高速数字信号处理的要求, 可编程资源也大大增加, 在系统级集成方面也能满足需要, 而且接口也更容易实现, 从而提高了系统的灵活性和适应性, 更便于系统以后的升级和扩展。

1 基于 LON 网络数据采集系统

1.1 基于 LON 网络数据采集系统总体设计方案

本系统采用基于处理器的节点形式, 即神经元(Neuron)芯片仅仅用作通信处理器, 而对 I/O 设备的各种控制和用户应用程序有主处理器(FPGA 芯片)来执行, 构建了基于 LonWorks 网络的数据采集系统, 如图 1 所示。

在本系统中, 终端负责现场各种数据的具体测量; 多路数据采集模块由 FPGA 器件实现, 负责控制和数据转换; 数据采集模块和 LON 收发模块之间使用 RS485 接口电路。LON 收发模块和 LON 适配卡负责把采集模块和 PC 机的数据转化为符合 LonTalk 协议的数据在 LON 网络上进行传输。LON 收发模块采用的设备是 LONGATE 网关和 PCLTA-20 网络接口卡。

收稿日期: 2008-12-18

基金项目: 华东交通大学科研项目(07XX04)

作者简介: 王传云(1977-), 男, 安徽肥西人, 讲师, 研究方向为嵌入式系统与智能控制。

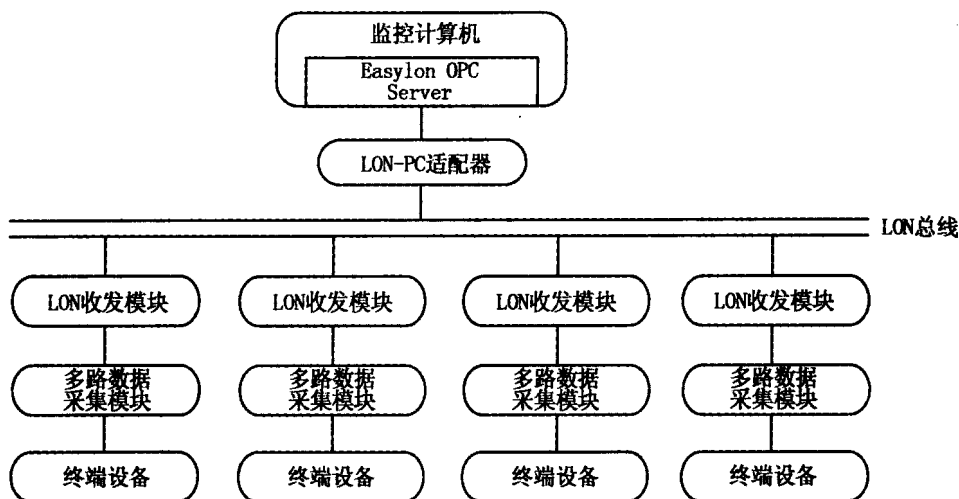


图1 基于LON网络数据采集系统设计方案框图

1.2 数据采集模块设计

1) 设计方案

结合系统所需采集的数据对象:列车的运行速度、车厢温度、湿度、电压以及发电车机油油温、油压和冷却水温等信号,对采集的速度和精确度的要求属于中等,测量精度要求大约1%,ADC0809(实验室目前的FPGA实验设备中模/数转换模块的AD芯片是ADC0809)的特性可以满足要求,而且采用FPGA器件实现对ADC0809的控制,接口更容易定制,能满足采集数据的实时性要求。

根据LonWorks硬件设备接口,确定本系统中数据采集模块的总体设计方案如图2所示。

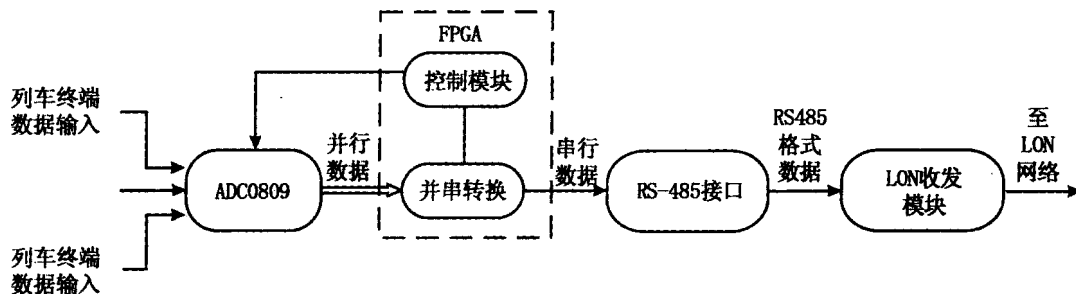


图2 数据采集模块总体设计框图

在本系统中,要将采样数据传送至LON网络,需经过LON收发模块LONGATE,其接采集模块的接口类型为RS-485,因此,需要将变换后的串行数据转化成RS-485格式。RS-485接口是一种基于平衡发送和差分接收的串行总线,在本系统中采用MAX485芯片实现。

该方案具有较好的灵活性和可扩展性,且系统升级更为方便,具有较强的通用性,对于批量生产价格便宜,经济效益较好。

2) 模块设计

数据采集模块的设计采用模块化的设计方法,利用VHDL语言和MAXPLUS II工具完成此模块的设计。

(1) ADC采样控制模块

根据ADC0809状态机的状态图,确定采样控制模块软件结构如图3示。

利用VHDL语言设计出采集控制模块,其输入信号是由ADC0809采样得到的并行信号,这里使用的是改进的ADCINT程序,可防止START信号出现毛刺现象,电路功能增强,但是延迟了一个时钟节拍。部分代码如下:

```

...
com: process(current_state, EOC) -- 规定各状态转换方式
begin
case current_state is
when st0 => ALE <= '0'; START0 <= '0'; lock <= '0';
next_state <= st1; -- 0809 初始化
when st1 => ALE <= '1'; START0 <= '1'; lock <= '0';
next_state <= st2; -- 启动采样
when st2 => ALE <= '0'; START0 <= '0'; lock <= '0';
if(EOC = '1') then next_state <= st3; -- EOC = 1 表示转换结束
else next_state <= st2; end if; -- 转换未结束,继续等待
when st3 => ALE <= '0'; START0 <= '0'; lock <= '0';
next_state <= st4; -- 开启 OE,输出转换好的数据
when st4 => ALE <= '0'; START0 <= '0'; lock <= '1';
next_state <= st0;
when others => next_state <= st0;
end case;
end process com;...?

```

通过对程序的仿真,得到如图 4 所示的结果,从结果可以看出,STRAT 信号基本,没有毛刺现象,效果非常好。

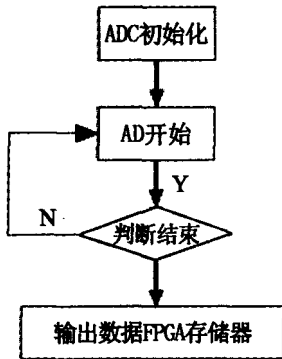


图 3 采集模块软件流程图

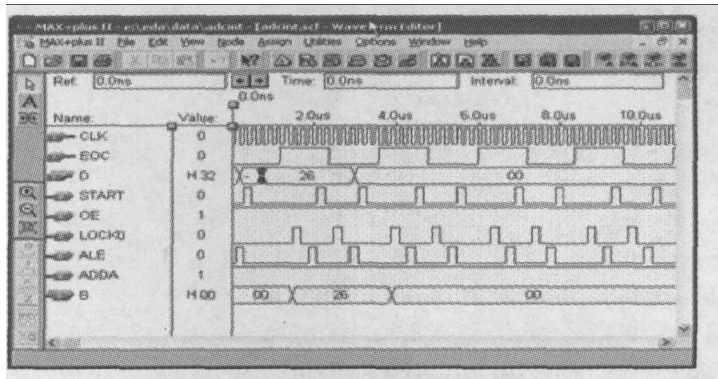


图 4 仿真结果

(2) UART 接口模块程序设计

根据硬件设备要求,需要数据转换成串行帧的数据格式。在本设计中应用 FPGA 器件设计实现 UART (通用异步收发器)。UART 主要由数据总线接口、控制逻辑、波特率发生器、发送部分和接收部分组成,如图 5 所示。本设计主要设计 UART 中最重要的发送和接收部分。

① 发送器设计

发送器每隔 16 个 CLK 16 时钟周期输出 1 位,次序遵循 1 位起始位、8 位数据位、1 位停止位。

利用 FPGA 设计实现 UART 发送器时需要注意:帧有效信号需要加以脉冲宽度的限定,防止接收帧错误。另外,为了避免毛刺影响,能够得到正确的起始位信号,必须要求将接收到的起始位在波特率时钟采样的过程中至少有一半都是属于逻辑 0 才可认定接收到的是起始位。由于内部采用时钟 CLK 周期(根据波特率计算出所需内部采用时钟频率,再由系统时钟分频获得)是发送或接收波特率时钟频率的 16 倍,所以起始位需要至少 8 个连续 CLK 周期的逻辑 0 被接收到,才认为起始位接收到,接着数据位和奇偶校验位将每隔 16 个 CLK 周期长,那么接下来的数据将在每个位的中点处被采样。

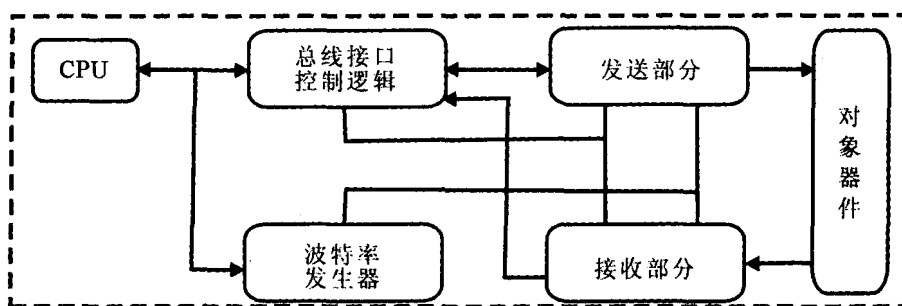


图5 UART的典型应用

VHDL 语言部分源代码如下:

```
process (rst, clk16x) -- 对 wrm 进行脉宽处理,以防收数据错误
```

```
begin
```

```
if rst = '1' then
```

```
wrm1 <= '1';
```

```
wrm2 <= '1';
```

```
elsif clk16x'event and clk16x = '1' then
```

```
wrm2 <= wrm1;
```

```
wrm1 <= wrm;
```

```
end if;
```

```
end process;
```

```
process (rst, wrm) -- 接收数据至 tbr
```

```
begin
```

```
...
```

```
clk1x <= clkdiv(3);
```

```
if std_logic_vector(no_bits_sent) = "0001" then
```

```
tsr <= tbr;
```

```
tsre <= '0';
```

```
elsif std_logic_vector(no_bits_sent) = "0010" then
```

```
sdo <= '0';
```

```
elsif std_logic_vector(no_bits_sent) >= "0011" and
```

```
std_logic_vector(no_bits_sent) <= "1010" then
```

```
tsr <= tsr(6 downto 0) & '0';
```

```
sdo <= tsr(7);
```

```
parity <= parity xor tsr(7);
```

```
...
```

② 接收器设计

串行数据帧接收时钟是异步的,同样需要注意帧的正确接收问题,避免毛刺影响。VHDL 语言部分源代码如下:

```
...
```

```
if std_logic_vector(no_bits_rcvd) >= "0001" and
```

```
std_logic_vector(no_bits_rcvd) < "1001" then
```

```
-- 数据帧数据由接收串行数据端移位进入接收移位寄存器
```

```
rsr(0) <= rxd2;
```

```
rsr(7 downto 1) <= rsr(6 downto 0);
```

```
parity <= parity xor rsr(0);
```

```

elsif std_logic_vector(no_bits_rcvd) = "1010" then
rbr <= rsr; -- 接收移位寄存器数据进入接收缓冲器
elsif parity = '0' then
parity_error <= '1';
elsif std_logic_vector(no_bits_rcvd) = "1001" and rxd2 = '0' then
framing_error <= '1';
end if;
end if;
end process;

```

1.3 LON 网络的组网实现利用

Lonmaker(埃施朗公司的 LNS 网络操作系统)工具能方便的将各单个节点连接形成 LON 网络,实现信息的交换,并方便的查看各节点的信息,同时自动生成数据库用于与上位机的动态数据交换。本系统中具体组网实现如下:

(1) 将网络适配器 PCLTA-20(插在电脑的 PCI 插槽上,同时要求是 WIN2000 操作系统)与网关 LON-GATE 通过双绞线连接,设备加电,启动 Lonmaker for windows,填入所建立网络的名称,按照提示完成操作,完成与节点的连接关系。

(2) 当成功连接上节点之后,就可以增加网络节点。将工具中 device 拖入 microsoft visio 的网络管理区,弹出窗口,点击 COMMISSION DEVICE,选择“UPLOAD FROM DEVICE”,选择 service pin,由于根据本系统的需求,重新定义了网络变量的数目和字节大小,需将其下载至网关 LONGATE 中。

(3) 完成上述操作之后,在操作提示界面中选择设备在线“online”,按下网关 LONGATE 上的 SERVICE PIN,至此,节点添加完成,如图 6 所示。

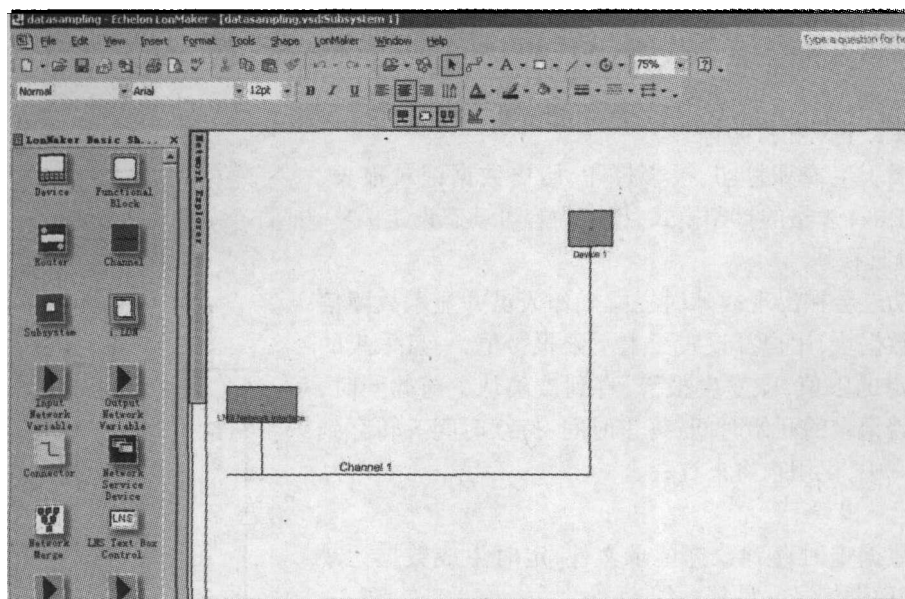


图 6 组网实现

(4) 此时,可以查看节点的网络变量,如图 7 所示。

1.4 客运列车数据采集系统监视平台的设计

1) 方案设计

客运列车通过 LonWorks 现场总线采集到的数据,包括运行速度、车厢温度、湿度、电压以及发电车机油油温、油压和冷却水温信号等。根据客运列车的数据采集系统监视平台应该提供的具体功能,主要包括

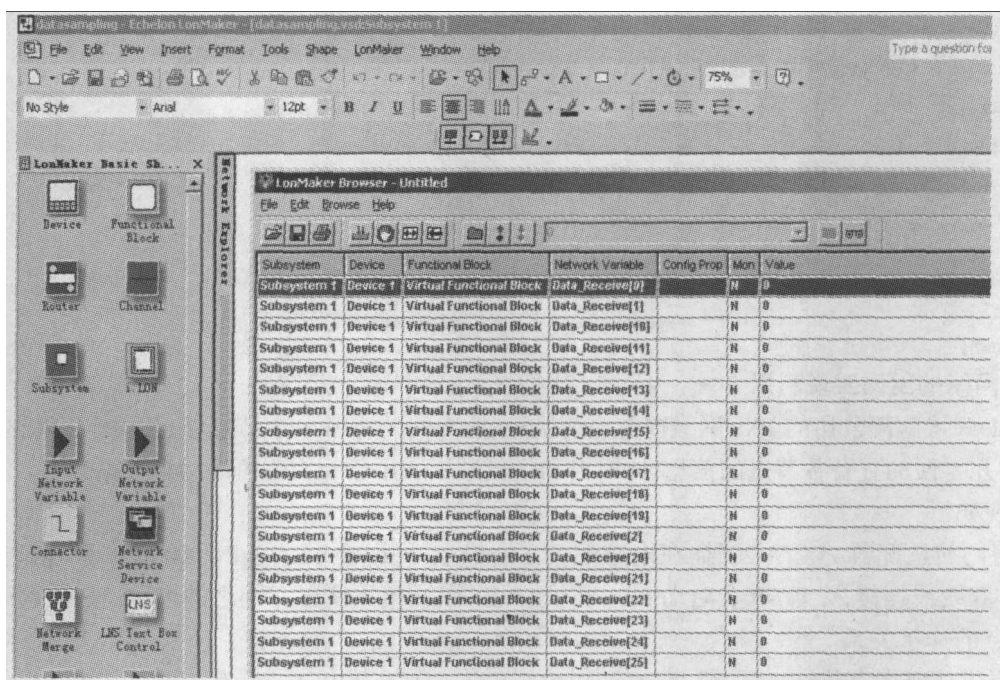


图7 查看网络变量

系统主界面、列车运行各参数监测、数据报表生成和生成和系统报警等4个子模块构成,如图8所示。

具体功能如下:

(1) 实时显示及历史趋势模块

实时、历史数据和实时、历史趋势曲线成组显示,通过选择不同的测量点,操作员可浏览在任意测量点的当前数据的状态和曲线以及一段时间内任意时间段的历史数据和历史曲线,为用户检错、纠错提供了方便。

(2) 数据报表生成和打印

系统提供报表生成和打印、报警打印、历史数据记录报表,本系统提供了 Excel 表格的打印模式,报表内容可动态设定。

(3) 报警处理模块

报警管理功能会在出现故障时提醒操作人员并显示故障信息。对每一个数据块,用户都设置了上下限报警值,一旦采集的数据超过了规定的限值,就发生报警,直到被确认。与此同时,系统自动把报警记录的开始时间、终止时间、持续时间等转存到报警历史数据库中,供用户将来查看。

(4) 数据记录模块

系统完成数据定时存到数据记录文件、定时生成数据记录文件、定时删除数据记录文件等功能。

2) 具体实现

具体结构图如图9所示。利用 Lonworks 现场总线将采集到的数据传送给 OPC 服务器,利用组态软件 RSViewer32(作为 OPC 客户端,向下可通过 OPC 服务器与数据采集硬件通信,向上通过 TCP/IP、Ethernet 与高层管理网互联^[4]。)设计监视平台,以界面和图形形式反映给客户端,方便客户端操作和观察;在对报表的处理中,RSView32 利用 VBA 程序通过 Access 数据库调用 Excel 报表,并可以通过报表, VBA 窗体等多种方式将采集到的实时数据显示出来。

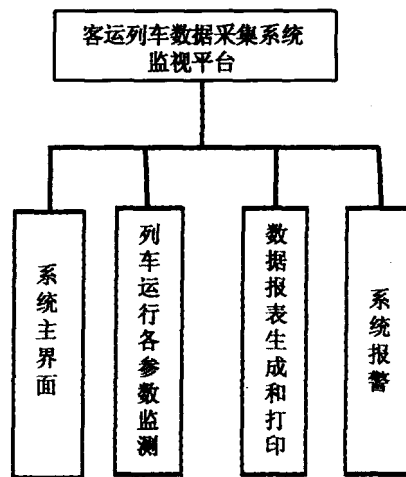


图8 监视平台的主要模块

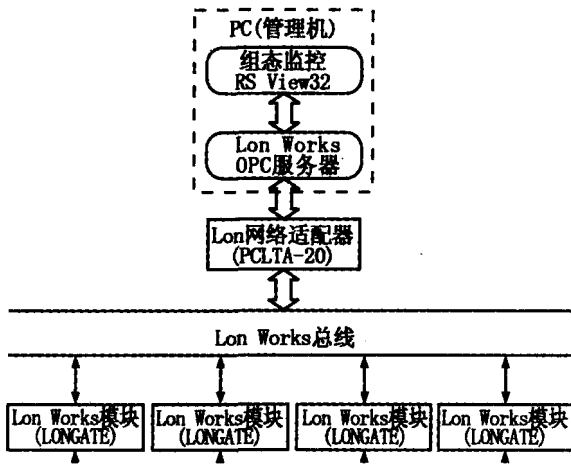


图9 具体实现结构图

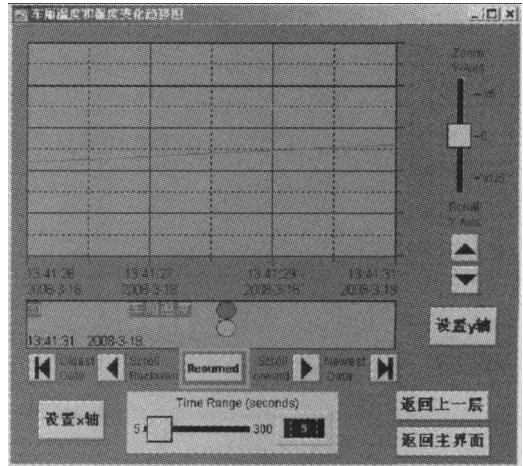


图10 历史趋势显示图

3) 部分实现结果

以车厢监测为例。在系统界面中选择车厢监测后,点击进入车厢选择界面,根据需要选择要查看的车厢号,如1号车厢。系统以实时的数据和曲线形式将1号车厢的温度和湿度显示给操作者,同时也可以查看历史数据和历史数据变化曲线如图10所示。

系统提供的报警模块如图11、图12所示,操作维护人员可以根据不同监测对象的特点,设置相应监测参数的阀值(见图11),当所监测参数的值超过阀值后,系统便产生报警,并记录相应参数值,包括报警等级、对象名和对象值等,同时可以查看历史报警情况(见图12)。

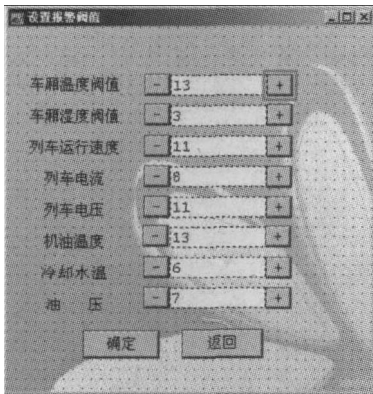


图11 设置阀值

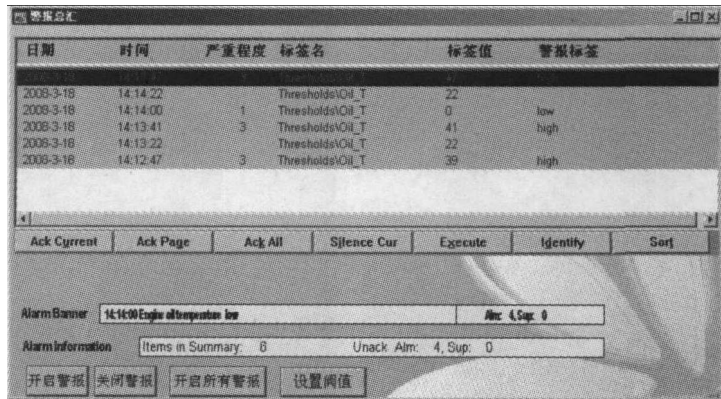


图12 报警情况记录

2 结束语

提出了一种基于 LonWorks 总线的客运列车数据采集系统的设计方案,完成了系统软、硬件设计和调试,同时也验证了本系统方案的可行性。创新点有:

- (1) 利用 FPGA 器件作为数据采集的主控模块完成底层数据采集,克服传统数据采集方案中的缺点,所需的硬件较少,达到了实时、快速的目的,接口更易于实现,具有较好的通用性;
- (2) 运用 RSView32 组态软件开发了一套 LonWorks 的数据动态监视平台,结合 RSView32 与第三方通用软件对数据进行集成处理,并可以实现数据的管理和报警处理;
- (3) 对基于 LonWorks 总线的数据采集系统的开发形成了一套较完整的解决方案,可以促进系统开发的进度,简化开发难度,能提高数据采集系统的集成度与可靠性,产生良好的经济效益与社会效益。

参考文献:

- [1] 艾丽,余祖俊.基于 LonWorks 技术的智能型列车火灾报警控制器[J].自动化与仪表,2002,(1):21-24.
[2] 姜洪亮,郭秀伟,李国平. LonWorks 网络在我国铁路客车上的应用[J].铁道车辆,2003,41(10):16-19.
[3] 张天镜.基于 WEB 实现 FPGA 的远程多路数据采集系统[D].硕士学位论文,南京理工大学,2005.9.12.
[4] 刘波涛,石磊.利用 DDE 实现 RSVIEW32 与 VB 应用程序的数据交换[J].自动化技术与应用,2003,22(10):49-51.

Data Acquisition System of the Passenger Train Based on LonWorks

WANG Chuan-yun¹, YIN Yan¹, LIU Jian¹, ZHAO Bo²

(1. School of Information and Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: The system uses the FPGA hardware to finish data acquisition, adopts the LonWorks bus as the transmission medium, and uses OPC server to realize the data transmission between the LON network and PC, uses RSVIEW32 configuration software to build the data monitor platforms of the LON network, and then constructs the data acquiring system of the railway passenger cars. The system overcomes the shortcoming of the traditional data acquiring scheme, and achieves the purposes of real-time, rapid, flexible, and easy expansion and dynamic monitoring. With the interface easy to achieve, the system reduces developing cost, shortens the developing cycle, and has a good popularity and practical value.

Key words: data acquisition; LonWorks; FPGA; configuration software; monitor platform

(责任编辑:王建华)