

基于 VC 串口通信的汽车油耗与车速检测系统^①

隋 振¹, 王洪雨¹, 王 羽²

¹(吉林大学 通信工程学院, 长春 130022)

²(吉林大学 交通学院, 长春 130012)

摘 要: 根据汽车实际道路试验的需要, 设计并开发了一套能够实现油耗测量和车速检测的智能化系统. 该系统利用计算机以太网端口创建虚拟串口, 并选用 RS-485 通讯方式, 以提高串口效率. 另外, 为了实现对汽车综合性能试验的实时监控, 采用 VC++6.0 对串口进行编程, 设计软件操作界面, 实时接收并显示下位机检测的数据. 实车试验结果表明: 在综合考虑了成本的前提下, 此油耗测量和车速检测系统测量手段先进可靠, 测量精度高.

关键词: 油耗测量; 车速检测; 传感器; RS-485 总线; VC++6.0

Fuel Consumption and Velocity Testing System for Vehicles Based on VC Serial Commutation

SUI Zhen¹, WANG Hong-Yu¹, WANG Yu²

¹(School of Communication Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China)

²(School of Traffic, Jilin University, Changchun 130012, China)

Abstract: According to the need of vehicle roadway test, a fuel consumption measuring and velocity testing intelligent system was designed and realized. This system used the ethernet port of the computer to create virtual serial ports and chosen RS-485 Means of communication in order to improve the efficiency of serial ports. Besides, for the sake of achieving the real-time monitoring of automobile comprehensive performance tests, this paper programmed on serial ports based on VC++6.0, and designed the software operation interface for receiving and displaying the data real-timely, which were measured by the lower computer. The experimental results of the real vehicle showed that fuel consumption measuring and velocity testing intelligent system had the advanced and reliable measurement method as well as the high accuracy on the premise of considering the cost.

Key words: fuel consumption measuring; velocity testing; sensor; RS-485 bus; VC++6.0

在国内外油价居高不下的社会背景下, 机动车油耗已经成为消费者越来越关心的技术指标^[1]. 石油作为不可再生资源, 减少燃油消耗, 不但可以节约资源, 而且还可以缓解油价的增长速度, 保护国民经济^[2]. 目前, 市场上出现的燃油消耗测量装置按原理分为容积式、重量式、流量式和流速式^[3]. 容积式和重量式测量装置虽然测量精度高, 但是只是针对内燃机稳定工况下可测量, 对瞬时油耗无能为力; 流量式和流速式测量装置虽然可以测量瞬时油耗, 由于单位时间燃油流量很小的限制, 测量精度比较低^[2,4].

另一方面, 汽车安全性也是消费者重点关注的性

能, 随着国内汽车需求量的增长, 为保证车辆的操纵稳定性及主动安全性, 以制动防抱死系统^[5], 电子稳定控制系统^[6]和牵引力控制系统^[7]为代表的各种车辆主动安全系统相继研制成功. 车辆速度与发动机力矩、制动力矩和车辆转速等参数相结合, 对汽车动力性能分析有重要的意义, 是汽车道路试验中的重要参数^[8]. 目前市场上不仅具有光电式、磁电式和霍尔式车速传感器, 还有通过直接检测车轮转速、发动机转速来间接获取车速的传感器. 对于不能直接用传感器获得的车辆速度, 如侧向速度, 还存在各种车速估计算法^[9,10].

① 基金项目: 吉林大学实验技术项目(吉林大学实验室与设备管理处文件 字{2013}10 号 第 51 项)

收稿时间: 2015-04-16; 收到修改稿时间: 2015-05-18

本文根据汽车道路试验的需要,以计算机为控制平台,利用传感与检测技术,设计并开发了一套能够同时实现油耗测量和车速检测的智能化系统.本文采用的油耗测量仪输出的瞬时油耗脉冲和车速传感器输出的累计位移脉冲,经数据采集模块和RS-485通讯方式导入上位机中.上位机采用VC++6.0对串口进行编程,并进行数据运算并设计软件操作界面,实时显示经数据处理后获得的汽车各项指标数据:行驶车速,加速度,瞬时油耗,平均油耗以及百公里油耗.通过实车试验,证明了此系统的可行性.

1 系统结构硬件设计

该系统的设计和开发工作主要包含对油耗及车速进行检测的硬件设计和上位机对测量数据与管理与显示的软件设计两个部分.此油耗测量和车速检测系统主要包含速度传感器及速度脉冲采集仪、油耗测量仪、端口服务器和上位机监控软件,该系统的总体框图如图1所示.

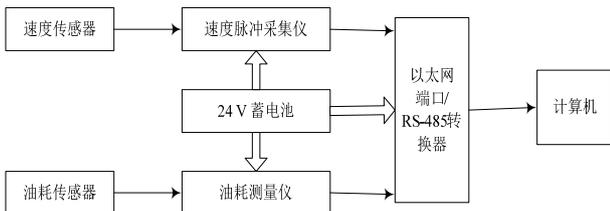


图1 系统总体结构框图

车载油耗及车速测量系统工作原理如下:为了实现自动化测量,我们采用个人计算机作为控制平台,采用RS-485串口通信技术,控制整个系统运转.该系统的两个线路一路用来测量油耗,一路用来测量车速,并同时采用车载24V蓄电池供电.该系统通过油耗测量仪检测瞬时油耗并记录数据的同时,度传感器输出的脉冲信号被传送到数据采集模块中进行存储.当汽车从起动到以某一固定车速稳定行驶的过程中,油耗传感器和车速传感器持续工作,将采集到的数据经端口服务器导入到计算机中,进行进一步地统计、分析与显示.

1.1 以太网端口/RS-485 转换器

本文的车载油耗及车速测量系统采用RS-485总线,这是因为RS-485接口标准可以获得较远的通信距离、极高的通信速率和较好的抗干扰性^[11],但上位机

一般不配有RS-485接口.实现上位机与RS-485总线通讯方法,目前主要有以下四种^[12]:RS-232/RS-485转换器,带有RS-485通讯接口的PCI板卡,USB/RS-485转换器和以太网端口/RS-485转换器.

研华公司的ADAM4570模块接口丰富,通过以太网端口与计算机连接,同时自带两个RS-485端口.我们选择它作为RS-485和以太网接口之间的端口服务器,实现计算机与下位机测量设备的数据连接.ADAM4570模块的组成如图2所示,由单片机和以太网接口芯片组成^[13].本系统中通过ADAM4570模块创建两个虚拟串口,用软件对串口进行编程,完成下位机与计算机之间的数据交换.

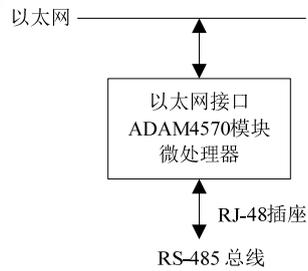


图2 以太网网关—ADAM-4570的组成

1.2 油耗测量硬件设备

本文中的油耗测量硬件设备是ToCeil-CMF系列发动机瞬时油耗测量仪.该油耗测量仪由美国高准公司生产的科里奥利传感器、显示及变送仪表和连接信号电缆组成,专门用于发动机燃料消耗量测量,响应时间小于0.1秒,测量精度小于0.35%读数值^[14].ToCeil-CMF系列发动机油耗仪有别于一般的流量计,它所采用的科里奥利流量传感器可直接完成质量流量的测量,测量结果不需要通过压力和温度进行校正.并且该流量传感器基于MVDTM技术具有多变量数字信号处理能力,提供更清晰、无噪音的数字信号,意味着更快地响应时间、更强的自我诊断能力、更好的重复性.科里奥利流量传感器结构图如图3所示.

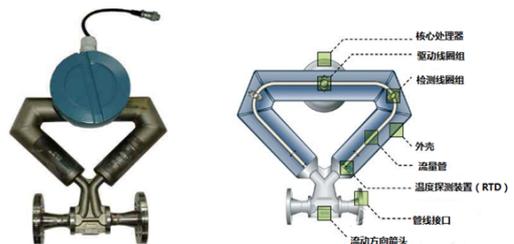


图3 Micro Motion 质量流量计结构图

ToCeIL-CMF 系列油耗测量仪还将智能组态显示仪表一体化设计在其中, 它所测得的油耗质量数据可直接输入到智能化多功能液晶显示仪中, 实现对数据的实时显示, 如图 4 所示, 有利于节约系统开发的资金投入和时间周期. 智能组态显示仪表的输入信号为 RS-485, 并提供 RS-485 和 RS-232C 两种通讯接口供用户选择. ToCeIL-CMF 系列油耗测量仪测得的油耗数据信息为瞬时油耗, 即每一时刻的油耗量. 若要对数据进行运算, 可将数据通过显示仪中自带的 485 通讯端口导入到计算机中操作.

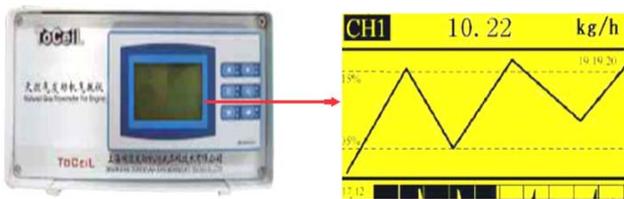


图 4 ToCeIL-CMF 系列智能组态显示仪表及显示画面

1.3 车速测量硬件设备

本文中的车速测量硬件设备主要包含速度传感器和速度数据采集模块两个部分. 由于 OES-II 光电传感器, 如图 5 所示, 在灵敏度、测量范围和测量精度等性能上超过同类产品, 并且对不同类型的道路灵敏度相同, 可靠性极强, 特别适用于汽车在外场路面行驶性能的高精度测试, 所以采用 OES-II 非接触车速传感器作为本系统的速度传感器.



图 5 OES-II 型非接触式光电传感器

当传感器随车移动时, 路面图像转换为—随机窄带正弦波信号输出, 信号的频率与车行速度成正比^[15]. OES-II 车速传感器测得的数据信息为累计的位移, 而不是直接测得速度, 这种测量方式更加可靠准确. 使用时将车速传感器和跟踪滤波器安装在被检车辆适当高度上, 以便其能正常工作.

OES-II 车速传感器输出的脉冲信号, 需要通过计数模块送到上位机中进行分析、处理. 本文的车速数据采集模块采用 I-7080B 2 路频率/计数输入模块, 如图 6 所示. 由于 7080 模块具有频率及计数两种功能, 本文要执行其中的计数功能, 必须在系统工作前将模块的设定初始化为计数选项, 再通过自带的 RS-485 通讯端口将记录的数据信息导入到计算机中进行相应的运算处理操作.



图 6 I-7080B 频率/计数输入模块

2 主要算法及软件设计

2.1 滤波算法

发动机的振动以及汽车行驶中的抖动, 可能会对这个脉冲信号的采集带来干扰, 因此油耗传感器测得的瞬时油耗信号与速度传感器测得的累计位移信号需要经过滤波处理, 以保证获得完整平滑的脉冲信号, 最后才能转化为我们需要的数据信息. 本文的滤波算法采用滚动中值滤波.

中值滤波可以过滤尖峰脉冲. 滤波后的数据保留的原图像的变化趋势, 同时去除了尖峰脉冲对分析造成的影响. 中值滤波的算法实现过程, 重点是排序, 把滤波区间的数据从小到大进行排序, 然后剔除几个无效的数据, 最后用中值取代要处理的数据.

本系统采用滚动中值滤波, 假设每收到 n 个数据进行一次滤波处理, 处理过程如下:

n 个数据分别为:

$$x_i, i=1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

数据中最大、最小值分别为:

$$\begin{cases} x_{\max} = \max\{x_i, i=1, 2, 3, \dots, n\} \\ x_{\min} = \min\{x_i, i=1, 2, 3, \dots, n\} \end{cases} \quad (2)$$

则处理后的数据为:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - x_{\max} - x_{\min}}{n-2} \quad (3)$$

2.2 数据计算算法

速度传感器测得的数据信息为累计的位移 $s(\text{km})$, 油耗测量仪测得的数据信息为瞬时油耗 $g(\text{l/h})$, 因此需要推导计算关系得到最终需要的所有的数据.

行车速度为:

$$v = \frac{(s_2 - s_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (4)$$

加速度为:

$$a = \frac{(v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (5)$$

累计油耗为:

$$G = \int_{t_2}^{t_1} g dt \quad (6)$$

平均油耗为:

$$\bar{g} = \frac{G}{(t_2 - t_1)} \quad (7)$$

百公里油耗为:

$$G_e = \frac{100g}{v} \quad (8)$$

式中, t_1 、 t_2 分别是前后两次检测数据时的运行时间(h); s_1 、 s_2 分别是前后两次检测数据时的累计位移(km); v_1 、 v_2 分别是前后两次检测数据时的行车速度(km/h).

2.3 软件协议

2.3.1 通信协议

1) 数据定义

信息传输为半双工异步方式, 以二进制码进行传输, 以字节为单位. 每个字节的位定义如下:

表1 字节定义

起始位	数据位	奇偶校验位	停止位
1位	8位	1位	1位
0	Data	0	1

2) 通讯形式

油耗通讯主机请求: 06H,10H,00H,00H,05H,A2H;

油耗通讯从机应答: 06H,10H,11H,00H,03H, 00H, byte5-byte6,CRC16.

验证接收到完整的数据包之后, 提取计算所需的瞬时油耗数据, 算法程序如下:

```
int a[] = { byte5&0xff, byte6&0xff};
fFuel = 0;
for (int i=0; i<2;i++)
{int nn = a[i] & 0x0ff;
fFuel = fFuel + nn * pow(256,(i));}
```

fFuel = fFuel/65535*100;

最终计算得瞬时油耗为 fFuel, 单位 l/h.

速度通讯主机请求: 23H,30H,32H,30,0DH;

速度通讯从机应答: 3EH,byte1-byte4, byte5-byte8.

验证接收到完整的数据包之后, 提取计算所需的累计位移数据, 算法程序如下:

```
fValue = 0;
for(int j=7;j>=0;j--)
{ char cc = byte (j+1);
if((cc>='0')&&(cc<='9'))
{ fValue = fValue + pow(16,(7-j))*(cc - '0'); }
else { fValue = fValue + pow(16,(7-j))*(cc - 'A'+10); } }
fValue *= 4.0*0.000001;
最终计算得累计位移为 fValue, 单位 km.
```

3) 精确计时

本系统软件设计过程中, 对式(4)~(7)算法中的、能够实现高精度计时. 由于 Windows 系统是非实时的运行系统, 因此对时间的计量, 如果采用系统自带定时器的 OnTimer 函数, 精度会很乐观. 所以, 本系统采用 GetTickCount 函数调用计算机内部运行时间, 其计量时间的精度能够达到 ms 级, 以这种方式转换的数据更加精确, 从而保证了系统的测量精度.

4) 程序流程设计

上位机油耗及车速管理软件的实现包括油耗及车速数据的读取、处理和管理三个部分, 软件检测程序流程图如图 7 所示. 为实时准确地采集传感器测得的数据, 我们采用 200ms 定时器循环地对串口进行数据的读取, 首先上位机向下位机发送指令表明要读取数据, 下位机接到命令检测是否数据完成更新, 若数据已准备好即响应命令发回数据包, 否则上位机进行等待; 上位机接收传送的数据包后, 首先校验数据是否完整, 若完整无误就提取数据有效位的十六进制, 翻译成有效的油耗及车速数据, 完成数据读取工作.

上位机对油耗及车速数据的处理, 主要是指将所获得的瞬时油耗脉冲和累计位移脉冲, 基于 3.1 小节提出的数据计算算法, 转换为汽车各项指标数据, 即行驶车速, 加速度, 瞬时油耗, 平均油耗以及百公里油耗. 为满足在短时间内对数据的实时显示, 采用 VC++6.0 进行油耗及车速管理软件界面的设计, 软件设计逻辑流程图如图 8 所示. 由于软件编程的灵活度

大, 界面可以显示各种需要查看的数据. 与此同时, 将 EXCEL 表格当作数据库处理, 从而进行写数据和存档等操作, 完成对油耗及车速数据的管理工作.

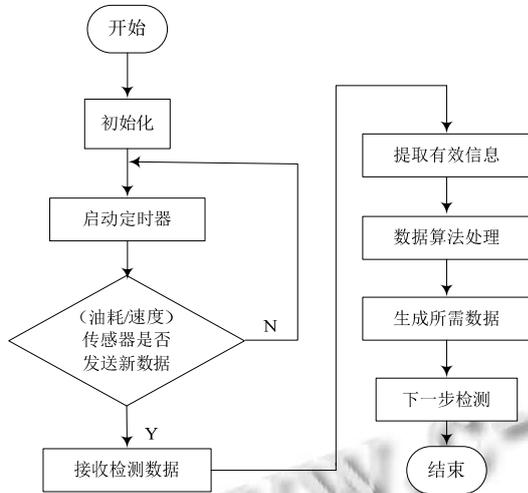


图 7 检测软件程序流程图

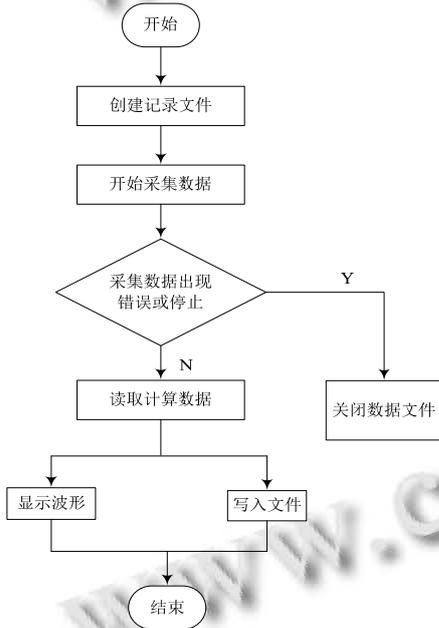


图 8 软件设计逻辑流程图

3 系统测试与试验结果

按照前文所述的系统结构设计及图 1 布置好实验系统, 包括实验用车、ADAM4570 模块、双绞线、ToCeIL-CMF 系列发动机瞬时油耗测量仪、OES-II 非接触车速传感器、?I-7080B 计数输入模块和个人计算机. 实验用车为金杯牌 SY6483N2 乘用车. 将控制系统的所有设备装到汽车上, 个人计算机通过与

ADAM4570 模块创造出的虚拟串口 COM6、COM7 分别与油耗检测设备和速度检测设备相连接, 将油耗传感器与汽车实际供油、回油等管路相连接如图 9 所示, 将速度传感器固定在车尾适当高度, 确保其能够正常工作如图 10 所示.



图 9 油耗传感器与汽车实际连接管路图



图 10 车速传感器安装示意图

在试验道路上起动实验用车, 同时连接计算机, 打开软件, 点击界面上的运行按钮, 本文的油耗测量与车速检测系统就可以按设计正常工作, 实现油耗和车速测量功能, 并实时在软件界面上显示所需的汽车各项指标数据曲线, 如图 11 所示.

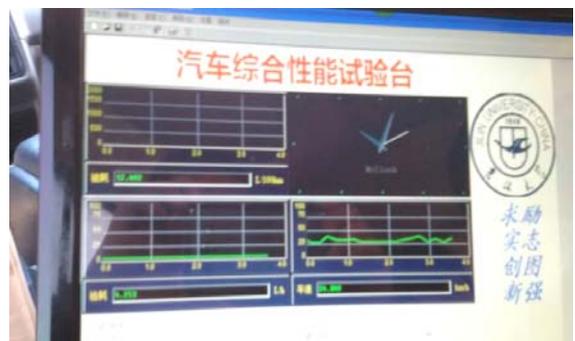


图 11 系统实际运行时操作界面示意图

所有数据都以 EXCEL 表格的形式实时地存储, 如表 2 所示. 运行结束之后, 可打开存储的数据表格

进行查看,同时为其他软件提供方便的数据接口,以便对数据的操作处理。

表2 数据存储表格

时间 (s)	瞬时油耗 (L/h)	总油耗 (L/h)	平均油耗 (L/h)	百公里油耗 (L/100 km)	累计路程 (km)	速度 (km/h)	加速度 (m/s ²)
102	3.529	0.093	3.294	17.454	0.289	20.217	-3.948
103	3.529	0.094	3.297	25.510	0.293	13.833	-1.456
102	3.529	0.093	3.294	17.454	0.289	20.217	-3.948
103	3.529	0.094	3.297	25.510	0.293	13.833	-1.456
104	3.297	0.095	3.298	23.911	0.297	13.787	-1.488
105	3.050	0.096	3.296	22.046	0.302	13.833	-4.368
106	3.050	0.097	3.294	31.844	0.305	9.576	-7.280
107	3.050	0.098	3.293	22.085	0.309	13.808	-2.730
108	2.802	0.099	3.289	28.412	0.312	9.863	-5.035
109	2.802	0.099	3.285	21.947	0.316	12.768	-4.261
110	2.557	0.100	3.279	18.412	0.320	13.886	3.551
111	2.557	0.101	3.272	21.601	0.324	11.836	-8.429
112	2.557	0.102	3.266	16.201	0.328	15.781	1.122
113	2.325	0.102	3.258	39.283	0.331	5.918	-10.075
114	2.557	0.103	3.253	21.601	0.335	11.836	-5.232
115	2.325	0.104	3.266	25.157	0.339	9.241	-1.357
116	2.557	0.105	3.260	20.122	0.342	12.706	-1.674
117	2.325	0.106	3.261	18.655	0.347	12.462	1.731
118	2.078	0.107	3.252	21.801	0.350	9.529	-0.516
119	2.325	0.107	3.243	33.723	0.353	6.894	-7.108
120	2.325	0.108	3.236	36.413	0.355	6.384	-1.406
121	2.078	0.109	3.208	48.812	0.357	4.256	-6.047

注: 由于定时器采样时间为 200 ms, 数据量较大, 表 2 仅展示 102 秒至 121 秒的存储数据情况, 并且展示单位为五个采样周期。

3 结语

在汽车实际道路试验中, 为了满足分析汽车行驶性能的教学需要, 本文基于经过严格标定精度的 ToCeIL-CMF 系列油耗测量仪和 OES-II 车速传感器, 设计并实现了一套能够实现油耗测量和车速检测的智能化系统。该系统利用计算机以太网端口创建虚拟串口, 并选用 RS485 通讯方式, 将检测设备采集的数据导入到上位机中。上位机采用 VC++6.0 对串口进行编程, 并设计了人机交互界面, 将读取的传感器数据转换为行驶车速, 加速度, 瞬时油耗, 平均油耗以及百公里油耗后, 实时显示在操作界面上。

通过将控制系统装车测试实验证明了此系统的可行性。实验中检测设备很好地完成了对数据的实时采集, 同时完成了与计算机之间的实时数据传输。操作界面上的显示数据与汽车仪表盘显示数据完全吻合,

同时能够存储每一时刻所有的有效数据, 实现了对汽车综合性能试验系统的实时监控和对汽车性能的实时分析。该系统操作方便、测量手段先进可靠, 先进的硬件设备保证了该系统适合于复杂路面、恶劣工况条件下工作。

参考文献

- 1 Peng Y, Wang XF. Research on a vehicle routing schedule to reduce fuel consumption. International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation. 2009. 825-827.
- 2 姜印平, 钱振洋, 赵欣华, 赵会超. 车载油耗测量系统的研究. 电子测量与仪器学报, 2010, 24(2): 190-194.
- 3 王化祥. 自动检测技术. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- 4 裘正军, 何勇. 发动机瞬时油耗测量系统的设计. 农业机械学

- 报,2002,33(1):124-125,129.
- 5 Dadashnialehi A, Bab-Hadiashar A, Cao ZW, Kapoor A. Intelligent sensorless ABS for in-wheel electric vehicles. IEEE Trans. on Industrial Electronics, 2014, 61(4): 1957-1969.
- 6 Crow DR, Becker T. Sample ESP Framework: what are you missing? IEEE Industry Applications Magazine, 2014, 20(3): 46-49.
- 7 Magdy MA, Abdelaziz M, Nancy EH, Ahmed MH. Development of integrated brakes and engine traction control system. Proc. of the 15th International Workshop on Research and Education in Mechatronics (REM). Egypt, Elgouna. 2014.
- 8 陆晶晶,张为公,周耀群.基于 GPS 和加速度计的车速测量系统的开发与研制.测控技术,2007,26(8):15-18.
- 9 郭洪艳,陈虹,高振海,于海洋,吉岩.基于随机算法的级联车速观测器设计.吉林大学学报(工学版),2014,44(2):296-304.
- 10 Belbachir AN, Hofstätter M, Reisinger K, Donath N, Schön P. Object velocity estimation based on asynchronous data from a dual-line sensor system. Proc. of the fifth IEEE International Conference on Industrial Informatics. 2007. 347-352.
- 11 凌振宝,邹得宝,徐民.教学楼智能照明系统的设计与实现.吉林大学学报(信息科学版),2009,27(4):435-440.
- 12 邵奎.基于 RS-485 的分布式多总线通信系统设计[硕士学位论文].南京:南京理工大学,2013.
- 13 张伟.基于单片微机的以太网测控网关—ADAM4570.甘肃科技,2004,20(3):79-80.
- 14 ToCeil-CMF 系列发动机瞬时油耗测量仪使用手册.
- 15 OES-II 型非接触式光电传感器使用手册.