

文章编号:1005-0523(2016)05-0076-05

基于 MODBUS 协议的速度传感器检测系统设计与开发

杨丰萍, 鲍丙东, 王 晋, 史陆星

(华东交通大学电气与自动化工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:分析目前速度传感器检测系统的现状,利用工控机、V20变频器、交流电机等设备,依照 MODBUS 协议搭建检测系统变频调速模块,模拟地铁车辆运行工况;通过 VC++ 技术、Microsoft Communication Control 通信控件以及通信报文的编写,实现工控机对交流电机的实时调速,使得系统可在不同速度区段下检测速度传感器性能。经实际使用表明,该系统运行稳定、故障率低、检测精度高,满足地铁使用需求。

关键词:MODBUS 协议;变频器;VC++ 技术

中图分类号:TP206+.1 文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2016.05.012

随着城市化进程的不断深入,地铁建设在各省市如雨后春笋般涌现^[1]。速度传感器作为地铁车辆上核心部件之一,对其性能的稳定可靠进行检测于地铁安全运营至关重要。目前国内地铁公司大多采用不同类型的速度传感器,与其相应的检测系统功能单一、数据处理性能差,在稳定性、抗干扰性、检出率等方面存在明显不足;因此,开发多功能速度传感器检测系统具有重要的实际意义。通过目前传感器检测系统的劣势分析,针对 MODBUS 协议尤其适用于小型单机控制系统^[2]的特点,本文设计了基于 MODBUS 协议的速度传感器检测系统。该系统采用 MODBUS 通信协议,使得工控机可以通过变频器灵活地控制交流电机进行调速设置,从而实现速度传感器多参数性能检测,保证性能优良的传感器被运用在地铁车辆上。

1 检测系统硬件架构设计

基于 MODBUS 协议的速度传感器检测系统硬件部分主要由数据采集系统、工控机、交流电机、变频器和光电式编码器等设备组成。其中数据采集系统主要功能是采集编码器的转速信号作为模拟地铁车辆运行的标准转速,采集速度传感器检测到的电机转速作为运行实测转速;工控机作为数据处理的核心理操作端,使用 PCI 串口总线技术对系统中的各部件进行实时调控。检测系统硬件框架^[3]如图 1 所示。

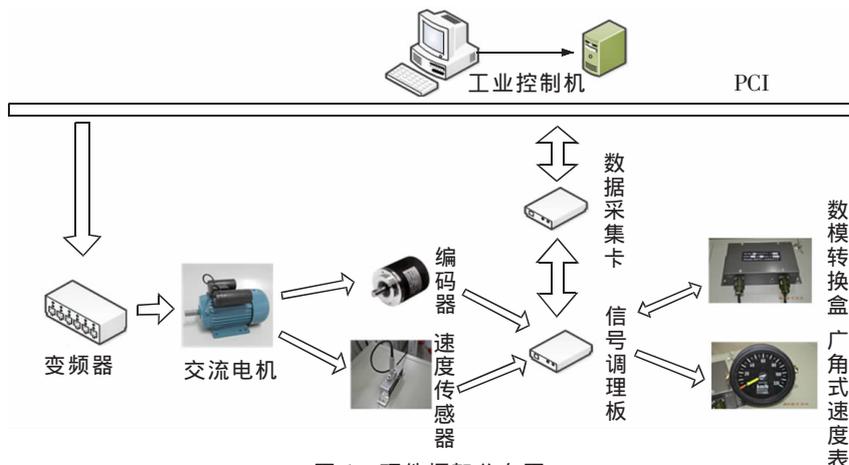


图 1 硬件框架分布图

Fig.1 Distribution diagram of hardware architecture

收稿日期:2016-01-21

基金项目:江西省 2014 年研究生创新专项资金项目(YC2014-S263)

作者简介:杨丰萍(1967—),女,教授,硕士研究生导师,研究方向为交通信息工程及控制、电力牵引及传动控制等。

通讯作者:鲍丙东(1989—),男,学术型硕士研究生,研究方向为计算机检测及控制。

2 检测系统通信设计

在单机测控系统中,可进行 MODBUS 通信的设备都具有 RS-232 或 RS-485 接口,它们一般采用光纤或者双绞线来进行 MODBUS 报文的传输^[4]。在速度传感器检测系统中,工控机采用的接口是 RS-232,而西门子 V20 变频器的接口为 RS-485,这就需要采用 RS-232 转 RS-485 的串口转换器来实现工控机与变频器互联通信。通过工控机、V20 变频器、串口转换器、交流电机等设备,检测系统实现了变频调速模块的搭建。

2.1 系统通信流程设计

作为一种通用的工业现场总线,MODBUS 协议具有两种通信模式:ASCII 模式和 RTU 模式^[5]。在实际使用时,控制系统的通信数据量少,且需要传输文本,常选择 ASCII 模式,并采用 LRC 冗余校验;若通信数据量多,且都为二进制数据类型时,多选择 RTU 模式,采用 CRC 循环冗余校验^[6]。在同一传输速度下,RTU 模式比 ASCII 模式快 1 倍;因此,基于 MODBUS 协议的速度传感器检测系统中,经过硬件架构设计后,确定主设备只有工控机,从设备就是 V20 变频器,变频器与工控机的通信模式选用 RTU 模式,并使用 CRC-16 冗余校验方式,保障在传输过程中数据报文的正确性,其通信程序流程图如图 2 所示。

2.2 MODBUS 报文设计

对于速度传感器检测系统的软件部分,采用 Visual C++ 编程技术和串口通信控件 Microsoft Communication Control(MSComm)实现报文的编写与发送,其中报文包括:设备地址、功能码、待发送数据和校验码。结合 MODBUS-RTU 通信结构,将设备通信地址设置为 01H~FEH,调试变频器地址设为 01H;功能码分为 4 种:03H-读寄存器数据、06H-向寄存器写入数据、08H-回路侦测、10H-向寄存器写入多组数据。通过 MODBUS 报文常用命令及功能^[7]、西门子 V20 变频器参数自址定义的分析,以及系统所需要的通信执行命令,编写出速度传感器检测系统的通信报文,实现对交流电机的启停、正反转以及变速调节功能。系统将变频器地址设置为 02 H,上位机通信波特率为 9 600,数据位 8 位、停止位 1 位,校验方式为 Even 偶校验^[8]。检测系统通信报文设计如下:

1) 将数据“04 7E”发送至地址为 63 H 的寄存器,让变频器准备接收报文。其中 02 表示 V20 变频器地址,06 表示写入命令,00 63 表示寄存器编号,04 7E 表示要写入的值,FB 07 表示偶校验码。发送报文:“02 06 00 63 04 7E FB 07”。

2) 将设定的频率发送至地址为 64 H 的寄存器,该值介于 2 800~4 000 H 之间,4 000 H 对应的额定频率为 50 Hz。发送报文:“02 06 00 64 30 00 DC 26”。

3) 将数据“04 7F”发送至地址为 63 H 的寄存器,电机开始正转。“0C 7F”表示反转。发送报文:“02 06 00 63 04 7F 3A C7”或者“02 06 00 63 0C 7F 3D 07”。

4) 重复步骤 2),即可实现变频调速。

5) 再次将数据“04 7E”发送至地址为 63 H 的寄存器,电机停止转动。发送报文:“02 06 00 63 04 7E FB 07”。

2.3 系统通信代码实现

在对 MODBUS 协议中通信报文的设计之后,使用 VC++ 技术与 MSComm 控件来实现软件编程。首先,

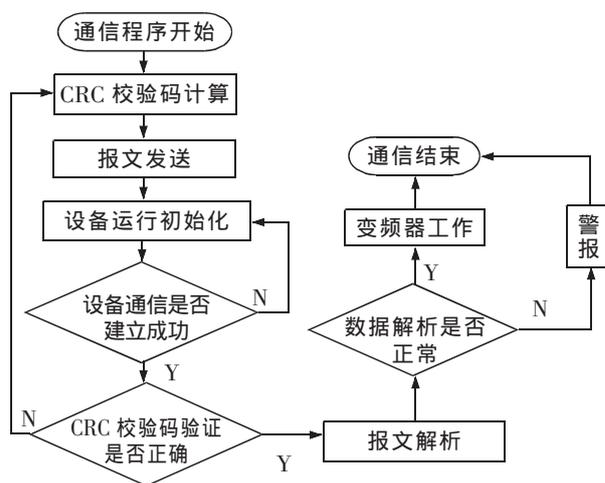


图 2 通信程序流程图

Fig.2 The communication program flow chart

系统需要实现对MSComm 通信控件的初始化设置,部分代码实现如下:

```
if(m_Comm1.get_PortOpen()) //如果串口是打开的,则关闭串口
{
    m_Comm1.put_PortOpen(FALSE);
}
m_Comm1.put_CommPort(1); //选择 COM2 串口
m_Comm1.put_InBufferSize(1024); //接收缓冲区
m_Comm1.put_OutBufferSize(1024); //发送缓冲区
m_Comm15.put_InputLen(0); //设置长度为 0, 即全读取
m_Comm1.put_InputMode(1); //以二进制方式读写数据
m_Comm1.put_RThreshold(1); //设定为 1 字节
m_Comm15.put_Settings("9600,e,8,1");
if(! m_Comm1.get_PortOpen()) //如果串口没有打开,则打开
{
    m_Comm1.put_PortOpen(TRUE);
}
```

完成通信控件的初始化后,工控机将对交流电机进行速度调节。检测系统向变频器发送命令报文的软件代码实现如下:

```
CByteArray hexdata;
int len=String2Hex(strSendData ,hexdata);
m_CommTQG15.put_Output(COLEVariant(hexdata)); //设定频率数值,开始工作
Delay(1.0f);
if (m_nRorateDir==0)
{
    strSendData="02 06 00 63 04 7F 3A C7"; //正转命令
}
if (m_nRorateDir==1)
{
    strSendData="02 06 00 63 0C 7F 3D 07"; //反转命令
}
len=String2Hex(strSendData ,hexdata);
m_CommTQG15.put_Output(COLEVariant(hexdata)); //发送正(反)转命令
```

3 软件编程与仿真试验

速度传感器检测系统的核心功能是在系统硬件搭建的基础上,用软件编程来实现的。采用 Microsoft Visual Studio 2008 开发平台下的 Visual C++ 语言工具,配合 ACCESS 数据库,实现检测系统的多功能多参数性能分析^[9]。通过开发分项功能测试模块使得在同一台检测试验台可以对不同类型的传感器进行检测。如图 3 和图 4 是速度传感器检测界面和波形显示界面。以 TQG19 速度传感器为例,结合传感器的技术规格,从信号频率转换的速度值、曲线占空比和相位差 3 个性能参数来综合性评价速度传感器的好坏。

在图 3 检测界面中,其窗口界面具有速度设置、车轮直径设置、标准速度显示、实测速度显示、报表显示和通道选择等功能。在图中的 9 次测量中,最大测量速度为 $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,最大绝对误差为 $0.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,则引用误差表示为 0.5% ,使用引用误差表示该检测系统的准确度为 0.5,得出该速度传感器检测系统的精度较高,满足实际使用需求。



图 3 检测系统的软件界面
Fig.3 Software interface of detection system

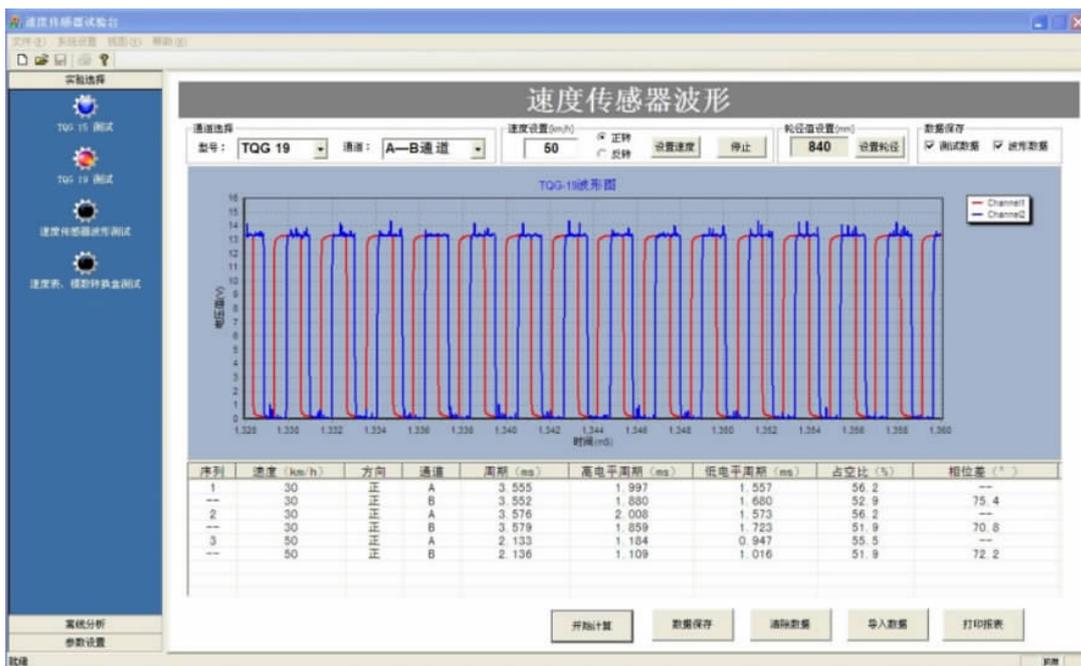


图 4 波形数据测试界面
Fig.4 Waveform data test interface

在图 4 波形测试界面中,对 TQG19 速度传感器进行速度为 30,50 km·h⁻¹ 的测试,其中占空比分别为 52.9%,51.9%,相位差分别为 75.4,72.2,而霍尔式速度传感器的合格脉冲占空比为 (50±20)%,相位差为 (90±30)°,结合该种型号传感器的技术规格,从信号频率转换的速度值、占空比和相位差 3 个性能参数来综合性评价,被检测的 TQG19 速度传感器性能合格;同时,从波形曲线的稳定程度来看,基于 MODBUS 协议的速度传感器检测系统能够有效地抑制在检测过程中出现的随机干扰信号,达到稳定性高、抗干扰性能好的使用要求。

4 结论

基于MODBUS协议的速度传感器检测系统,通信信号稳定、抗干扰性强,电机调速范围大,有效地提高了系统的检测精度;同时在软件方面,设计不同的检测功能界面,增加功能模块,补充了检测系统功能的单一性缺陷,实现了不同类型速度传感器的多参数性能检测,提高了检测效率,节约经济成本。经长沙地铁实际测试表明,该系统检测准确度可达0.5;同时检测系统还有效抑制了随机干扰信号和降低了通信故障率,较高的系统可靠性与稳定性,使其具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 张晓莉,林茂德.论城市轨道交通建设对经济发展的拉动作用[J].城市轨道交通研究,2009(1):1-6.
- [2] 文方,欧阳嵩.基于Modbus总线的变频调速系统设计[J].电机与控制应用,2011(6):54-56.
- [3] 杨丰萍,袁芦北,鲍丙东,等.新型地铁速度传感器检测系统设计[J].传感器与微系统,2015(6):73-75.
- [4] 林凯.基于ARM11的多通道数据采集记录仪软件系统设计与实现[D].西安:西安电子科技大学,2013.
- [5] 田志勇,戴一平.基于MODBUS总线的变频驱动液压系统设计[J].机床与液压,2010(4):79-81.
- [6] 袁芦北.城轨车辆速度传感器检测系统研究与开发[D].南昌:华东交通大学,2015.
- [7] 朱小襄.ModBus通信协议及编程[J].电子工程师,2005(7):42-44+55.
- [8] 刘其亮.基于PLC窑炉模糊控制系统的设计与实现[D].济南:山东理工大学,2010.
- [9] 杨丰萍,黄兵斌,袁芦北,等.基于城轨车辆制动控制测试数据库系统设计与实现[J].华东交通大学学报,2014(4):38-43.

Research and Development of Speed Sensor Test System Based on MODBUS Protocol

Yang Fengping, Bao Bingdong, Wang Jin, Shi Luxing

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: After the analysis of current status for the speed sensor detection system and using industrial control computer, V20 frequency converter, AC motor and other equipment, the frequency conversion speed regulation module of test system is established. This module can simulate the running conditions of metro vehicles. Through using VC++ technology, Microsoft Communication Control and preparation of communication messages, the system can make industrial PC achieve the real-time regulation of AC motor speed. The performance of speed sensor can be detected at different speeds. The actual application shows that this system is stable with low failure rate and high detection accuracy, which can meet the actual demand of metro vehicles.

Key words: MODBUS protocol; variable-frequency drive; VC++ programming

(责任编辑 刘棉玲)