

# 汽车传动系总成电封闭试验台的测控系统

董学平<sup>1,2</sup> 徐本连<sup>1</sup> 王执铨<sup>1</sup>

1.南京理工大学自动化系(210094) 2.合肥工业大学工业自动化研究所(230009)

### Abstract

The paper presents components' main function and operating principle of automobile experimental platform for driving system from the electrical, and introduces its computer control system based on CT and IDAM control unit. All unit devices in the system are connected through a 485 network and RS422. Thus the complex control system is able to perform directly, stably.

**Keywords:** Non stand\_alone weaken-field speed control, automobile driving system, IDAM intelligent model, CT unit, RS485

### 摘要

本文从电气角度介绍了汽车传动系试验台的工作原理、组件功能。论述了计算机控制系统的组成及设计特点,采用 CT 单元和 IDAM 控制单元,所有智能单元通过 RS485 组网及 RS422 相连,使复杂的控制系统因此简单、可靠。

**关键词:** 非独立弱磁调速,汽车传动系, IDAM 智能模块, CT 单元, RS485

汽车传动系是由发动机、离合器、变速箱、传动轴、驱动桥等组成,是一个由不同激振频率组成的弹性——质量扭振系统,也是一个由不同传动效率和传动方式组成的复杂运动系统。由于汽车传动系的功率损失约占汽车行驶功率总消耗的 15%,汽车传动系的振动不仅会产生噪声,还会影响零部件的使用寿命和汽车乘坐舒适性。因此汽车传动系总成的性能对整车的燃油经济性和使用性能影响很大。为评价和分析汽车传动系统的产品质量和性能,在实验室条件下,采用专门的试验装置和控制、测试手段,模拟传动系统在道路上行驶的工况并对有关数据进行分析、处理。这种试验方式成本低廉,针对性强而且具有很高的可控性、可观察和重复试验精度。是汽车传动系综合性能测试及产品开发的重要手段。

## 1 系统构成

试验台电气系统由三套非独立弱磁的数字式可逆调速系统、一套激振系统、三套非接触的扭矩传感器、自动换档机构和工业控制计算机系统组成(图 1)。图中,SCR 为变流功率装置, R 为调节器,粗线为汽车传动轴。传感器为转速转矩传感器。

总装机容量 520KW 的三台直流电机成 T 型排列,其中前置电机 D1 与激振系统模拟各种汽车发动机的实际工况。两台后置电机 D2 与 D3 用于模拟汽车车轮负载或其他负载。由工控机、彩显、功能模块、板卡和各种传感器组成的计算机控制系统实现对输入转速、输入扭矩、输出转速、输出扭矩和各种温度的监控,对各种要求的试验数据进行实时采集、处理和显示、存储。

在试验台进行试验时,关键问题是对电机 D1、D2、D3 的转速和扭矩进行控制。由于传动轴上的转速和扭矩在很短的时间内变化比较大。为使得试验结果更准确,运用扭矩高采集板卡进行转速和扭矩的测量。

串口 1 通过 I7052A 进行信号转换,将 RS232 转换成 RS422,连接三台可控硅直流驱动器。由通讯程序取得驱动侧和加载侧直流电机的运行参数和状态,并进行转速和扭矩控制。

串口 2 通过 I7052 进行信号转换,将 RS232 转换成 RS485。在 485 总线上连接模拟量输入(I7017)、模拟量输出模块(I7021)、开关量输入、输出模块(I7044)及计数模块(I708D),并由通讯取得各种温度、电流、循环次数等信息。PI-900 为扭矩高采集板卡,插入工控机 PC/AT 总线插槽中,用于取得扭矩

传感器测量的转速和扭矩值。

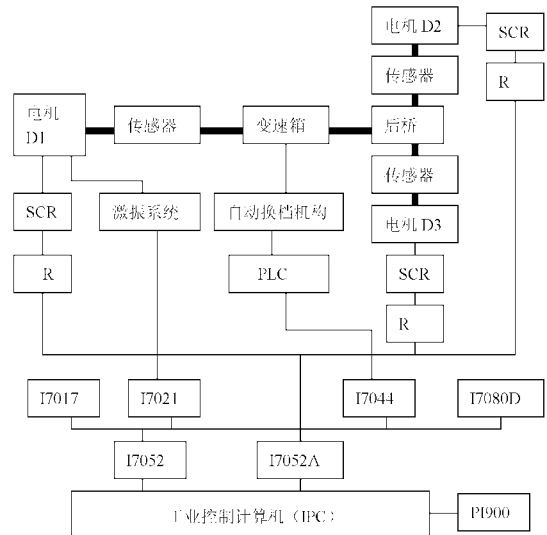


图 1 试验台电气系统原理图

计算机监控系统实现对三单元(驱动侧和加载侧)的速度和扭矩的数字控制。系统还设计了电枢电流控制作为扭矩的后备控制,保证计算机或扭矩仪停止工作时仍正常工作。进一步提高了系统的可靠性。

## 2 测控特色

### 2.1 转矩转速测量

转矩转速传感器的工作原理(如图 2)。在弹性轴的两端安装两只信号齿轮,在两齿轮的上方各装有一组信号线圈,在信号线圈内均装有磁钢,与信号齿轮组成磁电信号发生器。当信号齿轮随弹性轴转动时,由于信号齿轮的齿顶及齿谷交替周期性的扫过磁钢的底部,使气隙磁导产生周期性的变化,线圈内部的磁通量亦产生周期性变化,使线圈中感生出近似正弦波的交流电信号。这两组交流电信号的频率相同且与轴的转速成正比,因此可以用来测量转速。这两组交流电信号之间的相位与其安装的相对位置及弹性轴所传递扭矩的大小及方向有关。当弹性轴不受扭时,两组交流电信号之间的相位差只与信号线圈及齿轮的安装相对位置有关,这一相位差一般称为初始相位差,在设计

制造时,使其相差半个齿距左右,即两组交流电信号之间的初始相位差在 180 度左右。在弹性轴受扭时,将产生扭转变形,使两组交流电信号之间的相位差发生变化,在弹性变形范围内,相位差变化的绝对值与转矩的大小成正比。把这两组交流电信号用专用屏蔽电缆线送入扭矩转速采集卡,计算机即可得到转矩、转速及功率的精确值。

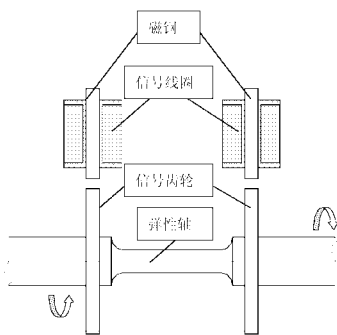


图2 转速转矩传感器原理

## 2.2 MENTORII 单元

采用 Control Techniques 公司的 MENTORII 直流电机驱动单元(简称 CT 单元,下同)给直流电机的电枢供电。CT 单元是具有非独立弱磁转速电流双闭环控制功能的监控单元,具有控制、监测、保护和串行通信的特点。可以认为:CT 单元与被控电机组成计算机直接控制系统。实现对电机的速度和扭矩的控制(内含 PI 速度环运算法则及电流环自整定运算法则和电流自适应算法软件)。提供菜单式参数结构便于参数设定,另外还提供 RS422 通信接口以实现与计算机之间的信息交换,实现对 CT 单元的参数设置及数据采集。

计算机与 CT 的通讯由 RS422 串口进行,计算机发给 CT 的信息有两种:请求和命令。为确保数据的准确性,每个命令及响应信息后都附有校验码 BBC,BBC 是把控制符 STX 后所有十六进制字符变换为二进制字符,然后进行异或运算,本系统中通过 RS422 与 CT 通讯,用命令格式实现对电流环进行设定(控制扭矩),速度环进行设定(控制转速),通过请求信息以获得三个电机的转速、电枢电流、电压等。

## 2.3 远端数据采集控制系统

远端数据采集控制系统由采用计算机、远端数据采集控制模块(IDAM)以及各种传感器组成。IDAM 模块由 RS485 通信网络连接,具有内置 CPU 和工业级塑料防护壳,可独立提供信号调整,具有模入(A/D)、模出(D/A)、数字量输入、输出(DIO)及计数器功能。其构成数据采集控制系统具有以下特点:

1) 弹性网络系统:IDAM 与计算机通信使用两线制 RS485 网络 ASCII 码的命令/响应协议可用于任何计算机系统,无须硬件设置,所有模块都可以由计算机进行 100% 的远程设置。

2) 具有双看门狗功能:软件看门狗和硬件看门狗,当由于环境因素导致信号过大时,软件看门狗会自动复位。当上位机命令不能传送给远端模块时,输出模块将迫使它的输出复位到预置的安全模式。

## 2.4 自动换档机构

在进行试验时,为避免换档时停车和开车,设计了自动换档装置。采用三台伺服电机作为动力源,通过柔性钢丝拉杆分别连接变速箱的选档、换档及离合器装置,运用滚珠丝钢将变速箱的选档、换档及离合器的分合控制转化为位置控制。定制的伺服系统使电机的速度及拉力可调,提高了换档的成功率。上位机可以通过 PLC 对换档过程进行控制,PLC 也可独立地对换档机械手进行控制,从而有效地提高系统的可靠性和灵活性。解决了自动换档换档过程中的成功率低及可靠性差的难题。

## 3 电封闭系统

由于 D1、D2、D3 供电都是可控硅无环流可逆变装置,因此变速箱正向扭矩加载试验时,D1 工作在电动机状态。D1 的变流装置将电网中送来的交流电变成直流电供给 D1,D1 将直流电能变为机械能以驱动变速箱。而这时的 D2、D3 工作在发电机状态,并将 D1 经变速箱和后桥送来的机械能变为直流电能,然后再通过其变流装置将这部分直流电能进行有源逆变回馈至电网。变速箱反拖试验时,工作状态正好相反,D2、D3 工作在电动机状态,D1 工作在发电机状态,D2、D3 的变流装置工作在整流状态,并将电网中送来的交流电能整流为直流电能供给 D2、D3,而 D1 的供电装置则工作在逆变状态,即将 D1 发出的直流电能逆变为交流电能后回馈至电网,构成了电能的封闭系统。

由于可控硅装置的变流效率较高,通常在 95% 以上,电机的额定效率为 85% 以上,因此汽车传动系试验台在额定工作状态下可将 70% 以上的能量回馈至电网,这使得汽车传动系试验台的力能指标较高。

可控硅这类开关器件组成的变流装置为非线性负载,工作时会产生丰富的谐波电流而污染电网。为减少对电网的谐波污染,我们采取的措施是将可控硅调速系统经过  $\Delta/Y$  接线的整流变压器接入电网,即可消除其偶次谐波和  $3n$  次谐波。

## 4 结束语

本试验台可以进行汽车传动系、变速箱、后桥的有关试验。试验分为三类:①疲劳寿命试验,试验结果主要取决于计数模块的值;②效率试验,试验结果主要取决于输入端的转速、扭矩乘积与输出端的转速、扭矩乘积之比(输入端、输出端随具体试验而不同,但都是传动轴);③匹配试验,对传动系统的共振情况进行监控,找到发生共振时输入转速和输入扭矩。

采用 CT 单元及 IDAM 远端智能控制模块使得系统结构简单明了、稳定性高、易于维护。系统中采用简单的双绞线便可使 CT 及 IDAM 控制模块组成 RS485 和 RS422 简单网络其连线长度超过 1KM。如果 IDAM 模块太多(多于 32)或连线长于 1KM 可以加入中继模块。由于 IDAM 模块的采样率(10Samples/Sec)不能满足要求,故而其各传动轴上的转速、扭矩采用扭矩传感器结合 PI-900 采集卡构成虚拟的转速、扭矩测量仪以加强系统的实时性。随着技术的发展,IDAM 以及类似的高速采集模块也已经出现,从而使系统的设计有更多的选择。

## 参考文献

- 董学平.汽车传动系总成电封闭试验台计算机控制系统.合肥工业大学学报,2000(1):136~138 [收稿日期:2004.1.13]