

研
究
开
发高速动车组牵引传动跟踪测试系统
的研究与应用

邓学寿, 肖 石

(南车青岛四方机车车辆股份有限公司 技术中心, 山东 青岛 266111)



作者简介: 邓学寿 (1966-), 男, 高级工程师, 主要从事轨道交通车辆电气系统的设计与开发工作。

摘 要: 研究开发了一种可以用于实时采集动车组牵引传动单元各关键部件电气、温度、通风等参数的测试系统。对该测试系统的硬件结构、基本工作原理、主要功能及软件设计等进行了介绍。运用该测试系统能全面评估高速动车组牵引传动部件冷却系统工作情况、牵引传动关键部件的各参数时间历程特征及通风散热情况, 为高速动车组的安全运行提供科学的技术保障。

关键词: 高速动车组; 牵引传动系统; 跟踪测试系统; 实时监测; 数据采集

中图分类号: U292.91¹⁷; U266.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2011)06-0013-04

Research and Application on Drive Tracking and Testing System
for High-speed EMUs

DENG Xue-shou, XIAO Shi

(Technology Center, CSR Qingdao Sifang Locomotive & Rolling Stock Co., Ltd., Qingdao, Shangdong 266111, China)

Abstract: Testing system was studied and developed which could be used for real-time collection of parameters including electric, temperature, and ventilation of each critical component on EMUs tracking drive unit. Hardware structure, basic operating principle, main functions and software design etc were introduced. With the testing system, comprehensive evaluation of cooling system working situation on high-speed EMUs tracking drive unit and time course characteristics and ventilation situation of each parameter on tracking drive critical component could be taken, which provided scientific and technical support to safe operation of high-speed EMUs.

Key words: hing-speed EMU; drive system; tracking testing system; realtime moniting; data collection

0 引言

动车组长距离持续高速运行过程中, 为了确保动车组运行的可靠性和安全性, 需实时监测牵引传动单元关键部件牵引变压器、主变流器、牵引电机、齿轮箱、轴箱的相关数据^[1-2], 同时也需实时监测牵引传动单元回流是否通畅。鉴于此, 对高速动车组牵引传动系统跟踪测试系统进行了研究, 通过实时采集牵引传动单元各关键部件的电气、温度、通风等参数, 统计、分析并研究相应的监测记录数据, 从而全面评估高速动车组牵引传动部件冷却系统工作情况、牵引传动关键部件的各参数时间历程特征及通风散热情况, 为高速动车组的安全运行提供科学的技术保障, 同时也为高速动车组的设计、制造以及维修提供可靠的技术支持。

1 测试系统方案

测试系统主要用于采集高速动车组中间 2 辆具有动力的车厢的牵引传动部件的相关数据, 长时间、长距离、全过程检测记录牵引传动关键部件如牵引变压器、牵引电机、主变流器、齿轮箱、轴箱的相关数据 (速度、工况、网压、电流、电压、温度、风压等), 实时显示相关采集数据, 并可对监测记录数据进行离线分析和处理。根据测试系统的功能需求, 系统的设计采用计算机控制, 通过具有多通道数字量输入/输出和模拟量输入的数字量 (频率量) 采集卡和模拟量采集卡, 能对相关参数进行采集。鉴于此, 系统采用图 1 所示的测试方案示意图。

系统工作时, 动车组的速度、工况等测量数据直接经过信号调理电路由采集平台采集, 其他待测量 (电流、电压、风量、温度等) 数据由相应的传感器转换成电流信号、再经过信号调理电路送至采集平台; 数

收稿日期: 2011-05-04

据采集平台具有开关量和模拟量的数据采集功能,同时配备有工业触摸液晶显示器作为人机交互界面,接受相关技术人员的管理控制,完成相应的数据显示和数据下载功能;电源模块采用多路DC/DC电源为数据采集平台、信号调理电路以及传感器提供电源供应;微型计算机部分实现采集数据的离线显示、数据分析功能。

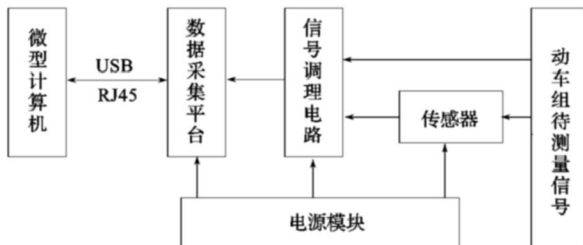


图1 测试系统组成示意图

测试系统软件分为2部分:实时数据采集和显示以及离线数据管理。

2 测试系统的设计

首先对采用何种PC总线形式的系统结构进行了研究。先后采用了基于PC104总线和基于PCI总线的测试系统结构2种设计方案,并将基于该2种不同总线结构的测试系统分别经过现场的实际应用后,综合考虑了抗干扰、可靠等多方面因素,最终采用了基于PCI总线的测试系统。

2.1 系统硬件结构

本测试系统采用图2所示的硬件结构框图。

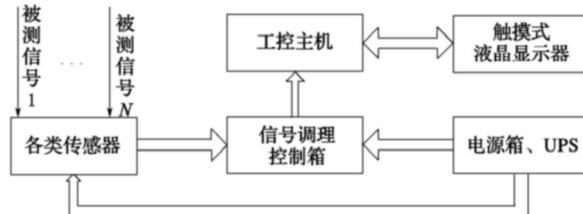


图2 系统组成框图

由图2可知,整个测试系统主要包括IPC工业控制机、6U结构信号调理控制箱、触摸式液晶显示器、电源箱、UPS等部分。其中接至各类被测信号的传感器分别布置在2、3号车的各个测试点,上述测试系统的各个部分分别置于2号车箱内的测试操作台附近。

2.2 系统基本工作原理

本系统对各被测参数的测试工作,由工业控制计算机控制执行,同时提供友好的人机交互界面。在自动测试过程中,来自高速动车组的速度、运行工况等待测量信号直接经过信号调理电路后由工控主机中的DI板定时采集;其他待测量(温度、电压、电流、风压等)由相应的传感器转换成电压或电流信号,再经过信号调理电路由工控主机中的A/D板定时采集。工控主机作为检测控制中心,一方面控制其A/D、DI板定时采集数据,并将相应的输出结果实时显示和自动存储,

另一方面通过配备的触摸液晶显示器进行人机交互,实现采集数据的离线显示及其他功能。

2.3 系统主要功能和测试信号分类

2.3.1 主要功能

1) 自检功能

本系统可对与工控计算机接口的主要板卡进行功能自检,包括4块模拟信号采集板和1块数字信号采集板。

2) 实时数据采集功能

系统可实时采集牵引变压器、主变流器、牵引电机、齿轮箱、轴箱、接地电阻等处的46路温度信号、16路风压信号、7路电压信号、9路电流信号、15路列车工况信号、1路速度信号,其中温度、风压信号的采集步长为500 ms;电压、电流信号的采集步长为1 ms;列车工况信号、速度信号的采集步长为1000 ms。

3) 实时数据显示功能

系统可实时显示采集的各类信号。电压、电流信号以曲线形式实时显示;温度、风压信号一方面以表格文本的方式实时显示在界面终端,另一方面也以曲线的形式予以实时显示。运行过程中可通过菜单的切换选择不同的显示内容,显示曲线均以时间为坐标系,同屏中的不同曲线以不同的颜色予以区分。

4) 实时数据存储记录功能

系统在实时采集信号并显示的同时也完成了数据的存储和记录。采集数据以二进制数据文件格式存储在工控主机系统硬盘中,所有数据以时间为先后次序定期保存,系统每次运行测试软件即以含当时系统时间(年月日时分秒)信息为索引产生一新的数据文件,系统具有大于1年时间内的数据存储容量。另外,系统还能将运行过程中实时显示数据截屏成jpg文件存储在系统硬盘中。

5) 离线数据管理功能

系统存储数据文件可通过USB接口转存。转存后可利用本系统提供的离线数据管理平台处理数据,该平台具有电压、电流、温度、风压信号的历史曲线回放功能,所有监测数据(包括工况、速度等信息)EXCEL格式的再现和保存功能,以及相关数据的查询、打印等功能。

2.3.2 测试信号分类

根据测试需求和被测信号的特点,研究、分析了被测信号的类型和量程范围,将被测信号整理成以下2种类型:

1) 模拟输入信号

该类信号又细分成4类信号,分别为:① 温度信号:牵引变压器油温(3路)、主变流器进出风口温度(4路)、牵引电机温度(16路)、齿轮轴温和油温(19路)、设备舱温度(2路)、牵引电机送风机进风口温度(2路);② 电压信号:网压信号(1路)、主变流器输入电

压信号(2路)、牵引机电电压信号(4路);③ 电流信号:牵引变压器一次侧电流信号(1路)、主变流器输入电流信号(2路)、牵引电机输入电流信号(4路)、接地电阻处回流电流信号(2路);④ 风压信号:主变流器进风口/出风口风压(4路)、牵引变压器进风口/出风口风压(4路)、牵引电机排风罩出风口风压(4路)、牵引电机进风口/出风口风压(4路)。

2) 数字输入信号

该类信号又细分成2类信号,分别为:① 速度信号(1路);② 列车运行工况信号:牵引级位信号(7路)、制动级位信号(8路)。

2.4 信号调理控制系统设计

信号调理控制系统是测试系统中各类传感器和数据采集控制系统的联系纽带,本测试系统中共有72路模拟信号输入/输出和16路数字信号输入/输出,其各自对应的信号调理系统结构分别如图3、图4所示。

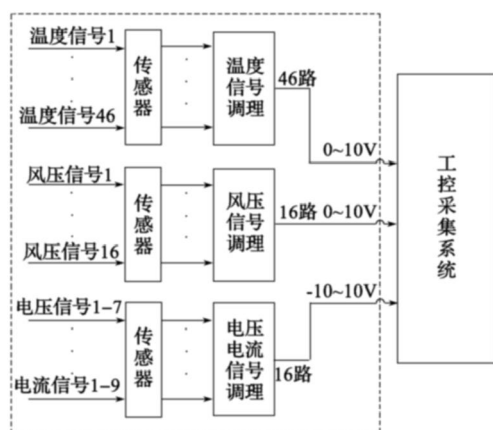


图3 被测模拟输入信号调理模块框图

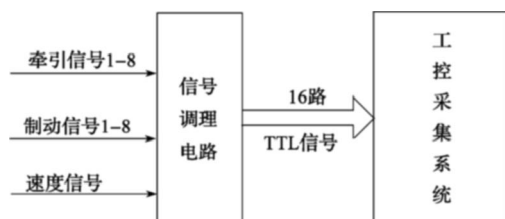


图4 被测数字输入信号调理模块框图

信号调理控制系统由各类被测信号调理板组成并内插于6U结构的信号调理控制箱中。其中,被测模拟输入信号如温度、电压、电流、压力信号经过相应传感器后传输到各类对应的信号调理模板中,由调理电路将各信号转化为0~+10 V(温度、风量信号)或-10~+10 V(电压、电流信号)的电压信号,然后输出至工控采集系统的A/D模板进行采集处理。

待测列车运行工况和速度输入信号则直接接至同一块信号调理板,由调理电路将其转换成标准TTL数字电平信号接至工控采集系统的DIO模板进行采集处理。

2.5 数据采集控制系统

数据采集控制系统主要由工控主机及其内插的

PCI总线A/D模板和DIO模板组成,实现各类被测模拟信号和数字信号的采集和处理功能。如前所述,系统内插有4块A/D模板,分别用于采集1-23路温度信号、24-46路温度信号、16路风压信号、16路电压电流信号;而15路工况信号和1路速度信号则由DIO模板予以采集,总体结构框架如图5所示。

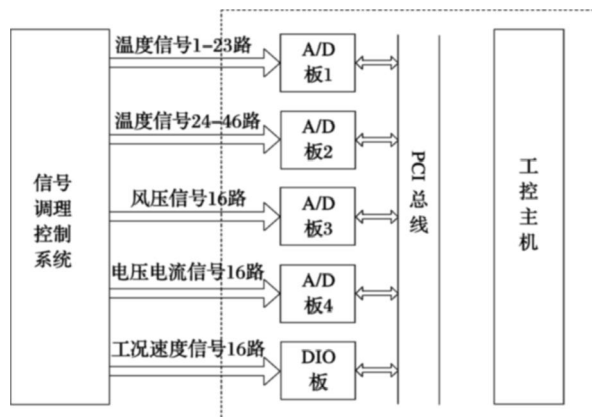


图5 数据采集控制系统结构框图

2.6 软件系统设计

系统软件主要包括实时数据在线处理和离线数据处理两大部分。

2.6.1 实时数据在线处理软件设计

该部分软件主要包括数据实时采集、实时存储记录和实时显示3个功能模块。

数据的实时采集功能通过软件定时函数予以实现。根据被测信号的时域变化特性,软件设计时,对温度、风压、电压、电流以及工况信号的采样周期分别设为500 ms、1 000 ms、1 ms、1 ms、1 000 ms;而对于速度的采样则采用计数方式获得。数据采集模块的程序流程如图6所示。

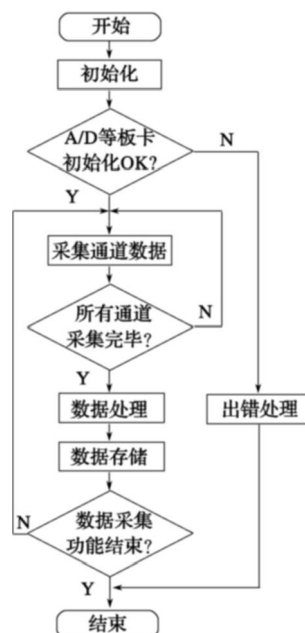


图6 数据采集模块流程图

数据的实时采集数据通过定时存储的方式进行记录。本系统中所有实时采集的数据均以二进制bin文件进行存储,每个数据文件的名称是根据程序运行时的系统时间(年月日时分秒)来命名的。

数据的实时显示必须为测试系统提供一个友好的人机界面,为此,本系统基于Intouch软件平台进行显示界面的开发和设计。通过DDE方式获取实时采集数据,再借助Intouch灵活、方便组建可视化图表和显示文本的特点,对各类被测信号以图表和文本的方式予

以显示。图7所示即为基于Intouch软件平台开发的实时数据显示界面。

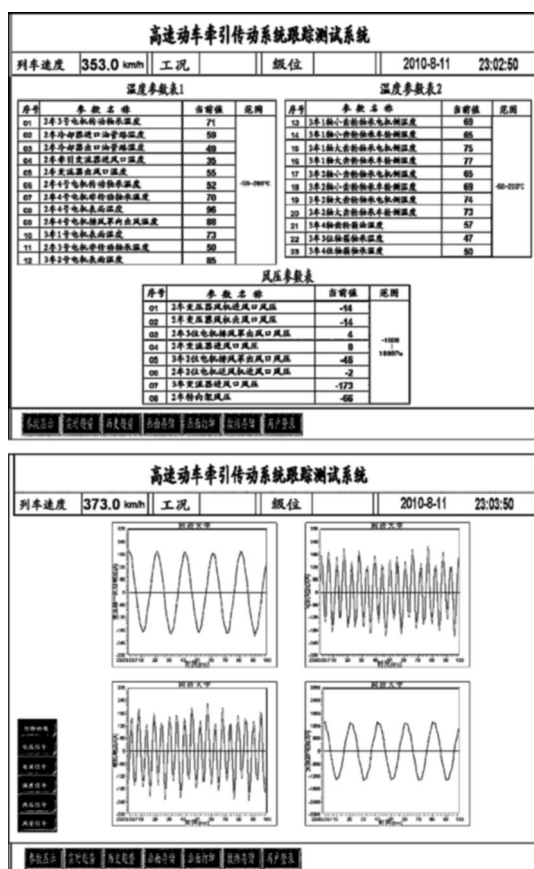


图7 基于Intouch开发设计的实时显示界面

2.6.2 离线数据处理软件设计

该部分软件主要包括历史数据回放(包括曲线)、存储数据EXCEL文件格式转换等功能的设计和实现。

历史数据回放功能软件主要在Intouch软件平台上开发设计。通过调用实时存储在计算机硬盘中的各类数据,再根据每批存储数据中记录下的各个时间戳进行历史数据曲线的再现和回放。图8所示为电压信号历史曲线回放界面。

存储数据EXCEL文件格式转换功能软件主要将实时存储在计算机硬盘中的包括温度、风压、工况和速度等信号在内的二进制数据文件(bin文件格式)转换成EXCEL文件格式,以便于浏览、查阅以及进行相关的数据分析和统计。图9为该软件执行后的显示界面。

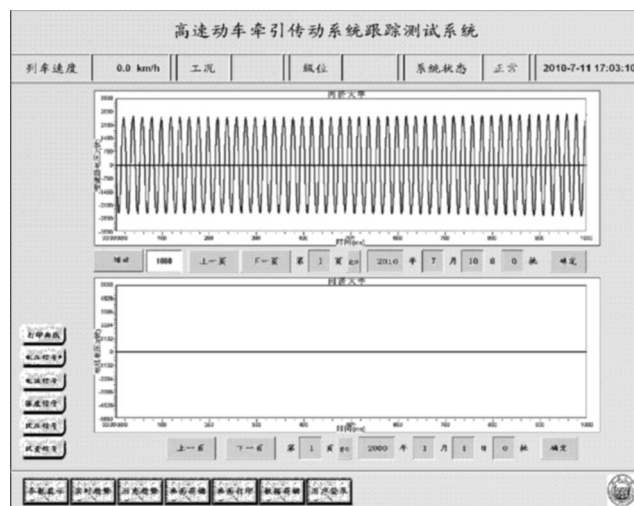


图8 历史数据回放显示界面



图9 EXCEL文件格式转换软件运行界面

3 结语

目前,该测试系统已经实际投入运行,已先后在郑西线动车组综合性能试验、武广线动车组综合性能试验以及沪杭线高速列车运行试验中进行了长达近6个月的实际运用,分别对上述动车组的牵引变压器、主变流器、牵引电机以及齿轮箱、轴箱等处的温度、电压、电流、风压、速度以及列车工况信号等进行了实时监测。

测试结果表明该系统为测试技术人员提供了一个快速、准确、智能化和自动化的测试途径,为高速动车组的安全运行提供了科学的评判依据,也为高速动车组设计提供了科学的技术手段。

参考文献:

- [1] 丁荣军. 现代轨道牵引传动及控制技术研究与发展[J]. 机车电传动, 2010(5): 1-8.
- [2] 张洪, 虞大联, 马利军. 高速列车中的动力学问题研究[J]. 机车电传动, 2010(5): 9-14.