

红外线轴温探测系统中的几项新技术应用

徐大年 王桂芬 北京方圆新技术发展有限公司(100080)

Abstract

This article introduced the self-testing technology of operating-mode that used by equipments what probe axle's temperature by infrared,the anti-interference technology of new style sensor what used for the wheel of the electrification railroad,and the technology use the technique of DSP to measure and evaluate noise parameter of system sensing elements and communication channel.

Keywords:special IPC,probe axle's temperature by infrared,self-testing of equipments,new style sensor,DSP

摘要

本文介绍了专用工控机构成的红外轴温探测设备的工作状态自检技术,电力区段车轮传感器的抗干扰技术和应用 DSP 技术对系统敏感元件和通讯通道的噪声参数进行测量与评价的技术。

关键词:专用工控机,红外轴温探测,设备自检,新型传感器,DSP

第二代红外线轴温探测系统在铁路部门已成功应用近 20 年。全路已在各路局干线路段按每 30 公里一个探测站全面装备,在全国范围内构成了一个严密的探测网,正在为铁路的安全运输发挥着极其重要的作用。随着铁路部门几次大提速,全路正在走跨越式发展的道路,红外线设备的研制、生产单位,设备的运用、维护单位,为进一步发挥设备的作用,提高系统的三率(使用率、兑现率、开机率),开展了一系列的科研与开发工作,并取得了显著的成果。图 1 是系统的结构框图,图 2 是探测站的设备布置图。中心设备采用通用工控机,探测站设备由专门设计的专用工控机构成。

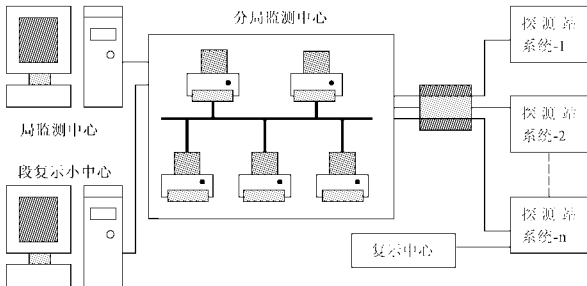


图 1 红外线轴温探测系统总体结构框图

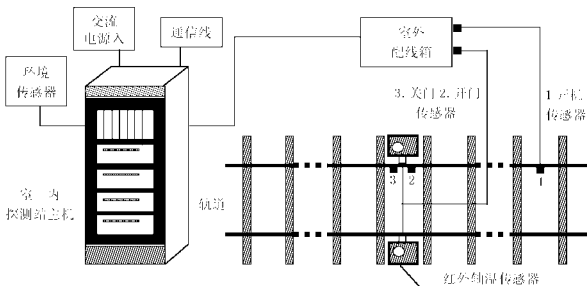


图 2 红外探测站设备布置图

1 探测站系统设备状态自动监测仪的研制

红外轴温探测系统是铁路部门保障行车安全的一个重要装备。针对这一系统铁道部制定了红外线轴温探测系统管理检修运用规程(简称“红规”)规定了设备的周检、月检的技术内容,同时规定了有人和无人值守的探测站(大部分为无人值守)故障停机恢复时间,为此我们研制了探测站设备状态自动监测仪。

本仪器还设计有数字信号状态接口,可在红外设备改型时,要求红外设备引出系统各模板上数字信号测试点,结合运用监测仪故障判断软件,可将故障定位到板级。

1.1 探测站设备自动监测仪的功能与电路结构设计

针对“红规”检测的要求,现场设备有 24 点模拟量需人工记录,并计算误差和漂移情况,还有现场传感器输出的信号幅值、噪声电平,设备内的多点电压,有些点是浮地的需隔离检测。综合所测参数,特征如下:动态范围大、频带宽,部分通道需装隔离放大器,因此在电路设计中采用高速(20MHz)和高精度(12 位)ADC 进行采样。仪器框图如图 3。

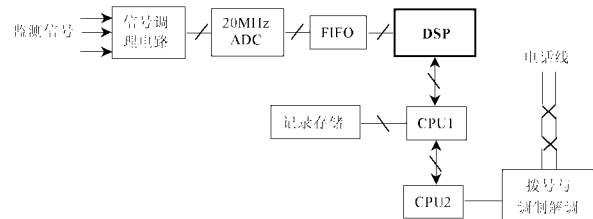


图 3 自动监测仪结构框图

仪器对红外设备各检测点进行在线监测,电路设计中保证在加电或断电情况下相对于被监测点都是高阻抗。以避免监测仪对探测站造成影响,需浮地的检测点采用线性光隔离放大器输入,不同幅值的信号经调理电路规范化处理后送入 20MHz 高速 AD 转换器,由于“红规”规定对红外探头的噪声检测需用 10MHz 示波器进行测量,所以这里采用 20MHz 的 ADC 进行模数变换,同时兼顾信号与噪声的动态范围 10V/10mV,采用 12 位 ADC。ADC 的采样结果先被缓存到深度为 1K 的 FIFO 存储器中,当 FIFO 充满后由 FIFO 负责给 DSP 产生一个外中断信号,借助 DSP 的事件同步功能,启动一次 DMA 数据传输,当收数结束后,DSP 开始对采集的数据进行处理。CPU1 通过 DSP 的主机接口访问处理结果。

1.2 监测仪报警时的通讯方式

由于监测对象应包括现场的传感器、供电系统、探测站主机和通讯线路,也就是说当通讯线路也出现故障时,监测仪要能通过另一条电话专线自动拨号,将数据传给接收点。所以监测仪中设计了由 CPU2 管理的具有自动拨号功能的调制解调电路。在设备初始化时由人工设定接收点的电话号码或由中心下传拨号

码,仪器可每30秒自动巡检一次,在没有超差数据的情况下,每30分钟记录一次带有时间标志的测量值。仪器中共保存最近24小时的历史数据。当任何时间出现超差数据时,则反复进行自动拨号,拨通后上传设备数据,并对超差数据进行标记提示,中心在需要时也可主动向下拨号,查询数据。

2 抗干扰有源车轮传感器的研制

中国铁路已大面积进行电气化建设和改造,干线电气化已达上万公里,在电气化区段,红外线探测设备遇到了一个严重的干扰问题,电力机车的强大牵引电流要在钢轨中产生回流,干扰轨边的传感器,图4是我们在京广线采集到的钢轨边的感应干扰波形。

这样的干扰在目前普遍安装的车轮传感器无源磁钢的线圈两端产生干扰电压输出,造成探测站系统误判有车通过或对轴数产生多轴信号,造成系统计轴、计辆、测速、判别车型产生误差,甚至错误,严重影响红外系统的正常工作。

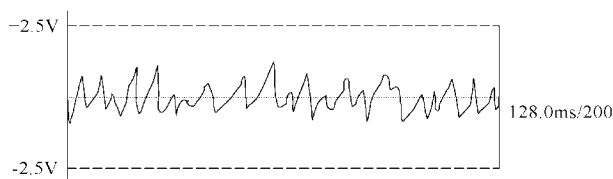


图4 感应干扰波形

为了克服电气化区段的干扰,一种有效的办法就是采用有源车轮传感器,避免无源传感器依靠圈数很多的线圈来采集信号。有源车轮传感器可降低干扰信号对传感器的感应而提高车轮信号的信噪比。在国外已普遍采用有源车轮传感器,例如:德国某公司的ZP43计轴器就是一种有源车轮传感器,它是采用发射43KHz的高频信号作用于钢轨两侧形成探测场来探测车轮位置,根据干扰谱确定40~60KHz之间的工作频率范围,为避免干扰最合适频率,同时调整了发射与接收线圈与钢轨的位置、方向关系,使轨道电流对线圈的感应电压几乎为零。

无论是德国某公司的高频有源传感器还是美国某公司的接近式的传感器其工作原理和性能当前都不适和中国铁路的红外系统特殊的技术要求(除非加大开门传感器和关门传感器之间的安装距离,但规程不好改)。当前红外线轴温探测系统要在探测时,自动识别出机车车型、车厢车型、轴数序列、辆数、测速等,同时轴距测量误差小于1米。在这里测速是关键,因为轴距是车型判别的依据,而轴距又是根据车速与轴信号的时间关系计算得来,车辆的测速是车轮划过两个车轮传感器(开门磁钢与关门磁钢)的时间计算出来的。(车速 $V=d/t$,轴距 $S=VT=dxT/t$)由于这两个传感器的物理安装位置已由“红规”规定为27cm,这一系列的约束条件,使得车轮的物理中心的判别按照轴距测量误差小于1m的要求,必须在5mm以内。所以说国内铁路的红外系统的车轮传感器必须精确给出轴心位置信号。无源车轮传感器是输出一个正弦波,信号过零点正是车轮的轴心位置,采集系统对过零信号的识别是精确无误的。而通常有源传感器输出的信号是单峰的或单谷的,对应车轮中心位置无论是峰值点或谷值点都会随车轮缘与传感器的相对距离不同而不一致,因为车轮磨损不同,车轮踏面允许在20mm公差,这样判别峰值点或谷值点就难以实现精确判别。我们研制了一种针对国内铁道特点的有源磁钢,利用磁场探测的原理来避免电场干扰。它包括一个磁场,一个设于该磁场内的感应部件,以及与该感应部件相连接的信号处理电路单元。同时由于输出的还是过零的正弦波信号,完全兼容了无源磁钢的信号特征,此外还有一个突出特

点,其信号强度(幅值)与车速无关,这样还能克服无源磁钢探测不了时速4Km以下的车辆,这种有源传感器的车速适应范围达到0~300Km(只要大于“0”就可)测轴距精度0.1米。有关结构不再详述,已有专利公开(授权公告号:CN2602982Y)。

3 应用DSP技术对敏感元件的噪声参数进行测量与评价

按照“红规”要求,在红外设备检修中常常需要对传感器的输出噪声,通讯通道的信道噪声进行测试,以往由于条件所限仅以示波器测量峰峰值来描述,但是实际上噪声的影响是一种特定谱范围功率值的影响。

如何真实反映干扰、噪声对系统的影响,评价敏感元件的性能差异,通讯信号的质量,仅以峰峰值来描述是片面的,有时甚至是不相关的。

为了科学地描述红外系统的噪声指标,我们研究采用了数字信号处理技术DSP的原理来测量计算噪声指标与交流动态信号。兼顾测量噪声与交流信号相关参数。

对于一般直流电压信号 V ,将计算出直流分量 V_{DC} ,交流分量的有效值 V_{rms} ,纹波的峰峰值 V_{p-p} ,ADC的采样频率为1KHz(通过数字下抽样实现),具体的计算方法如下, $V(1),V(2),\dots,V(n)$,表示电平的采样值 $N=1024$,所以信号的处理频率分辨力为1Hz,分析的带宽为500Hz,满足“红规”中用数字万用表测量上述参数的要求。

$$V_{DC} = \frac{1}{N} \sum V(i)$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (V(i) - V_{DC})^2}$$

$$V_{p-p} = \text{Max}(V(i)) - \text{Min}(V(i))$$

而对于噪声信号,主要分析噪声的峰峰值 V_{p-p} 噪声的有效值 V_{rms} ,静态直流偏置电压,而最以方差的形式给出噪声的评价指标则更符合统计学的原理——噪声应该用统计学的方法来描述。

ADC的采样频率为20MHz(红规规定用10MHz的示波器观察,故最小采样频率为20MHz),采样点数 $N=1024$,所以信号处理的频率分辨力为20MHz,分析的带宽为10MHz

$$V_{off} = \frac{1}{N} \sum V(i)$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (V(i) - V_{off})^2}$$

$$V_{p-p} = \text{Max}(V(i)) - \text{Min}(V(i))$$

$$\sigma = \frac{1}{N} \sum (V(i) - V_{DC})^2 \quad (\text{方差})$$

由于采用了DSP技术,这样就可方便地用统计学原理正确描述出敏感元件的噪声指标,此外借助于数字信号处理算法,可以更加客观地提取被测对象的信号特征,更加实时地得到系统的工作状态。正确评价出在整个探测系统中它对系统造成的影响,以利于采取对策。

4 结束语

不断更新技术,改进红外探测设备性能将为铁路运输管理提供有力的保障,在这一领域正在同步采用多项新技术、新元件,红外探测设备本身也正在大幅度地进行改型换代,像数字传感器技术、多CPU处理技术、网络通讯技术与AEI系统(车号识别系统)的结合运用,都是新的研究方向,各种新技术都具有十分广阔的前景。

[收稿日期:2004.7.15]