

定制化轨道车载监测技术

陈俊帆 邵 晖
上海聚星仪器有限公司

1 功能概述

轨道交通行业作为国家重要基础设施、国民经济大动脉和大众化交通工具，其关键设备运行的安全性和可靠性得到越来越多的重视。

列车的运行环境较为苛刻，存在较强的电磁干扰信号、振动和冲击、列车内外环境温度变化较大；同时为全面监测列车的运行情况，需要采集多种类型传感器信号，以及信号相应的数据处理能力。

为应对以上各方面的苛刻要求，聚星仪器基于多年积累的智能数采架构，开发了基于嵌入式平台的无线轨道车载监测系统。设备采用工业级模块，通过合理的硬件设计和布局，确保其可长期工作于列车上。

2 需求分析

高铁和动车的动力来自多个车厢，所以要将采集仪分布在各个动力车厢监测各种运行参数。如图1所示，通常监测内容包括动车组测试、受电弓测试和其他辅助测试。其中动车组测试动力机组电能参数、动力转向架平衡、刹车制动系统性能，受电弓测试包括动力学参数和频率响应。还有其他诸如应变、振动、温度等辅助监测测量。

为了应对列车运行中远程监控的需要，监测仪要求实时发回测试状态。由于实际采集通道多、数据速率高，系统必须优选代表系统和列车特性的特征值发回监控中心。这些特征值诸如均值、方差、峰值、频谱等，

都是慢变量，可以用较慢更新率发送回去。这样就可以利用现在商用的数字无线传输技术了。

总结来说列车监测记录仪需要多物理量，大通道数，分布式，时间同步，实时计算、记录和数据特征统计，高可靠，耐受列车温度、振动、电磁干扰环境。

3 解决方案和技术

考虑到无线轨道车载监测系统长时间高可靠运行要求，选择Linux作为嵌入式平台的实时操作系统，基于智能数采架构进行应用程序开发。智能数采架构如图2所示，主要功能包含数据采集计算、数据存储、OPC UA数据发布、FTP数据传输等。

系统上，采用上下位机架构。监测中心计算机是上位机，接收下位机通过OPC服务无线数据传输来的特征值。下位机采用实时系统，采集、分析并且本地存储监测信号。其中数据处理包括工程单位转换、校准、滤波、特征值计算和通道运算。

针对不同被测列车特性和用户测试需要，系统可以配置成多种采集通道类型组合。支持的采集类型包括电压、电流、电阻、热电偶、RTD、桥路、数字输入和触点。每一个采集子系统又可以分为不同采

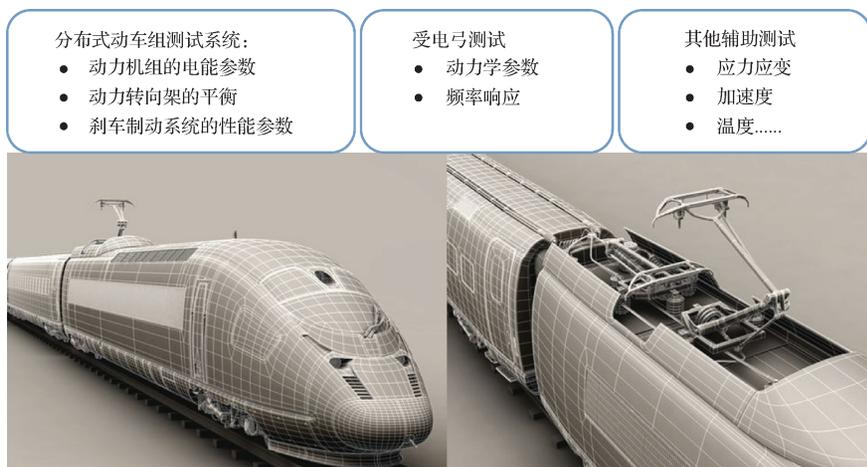


图1 动车监测内容

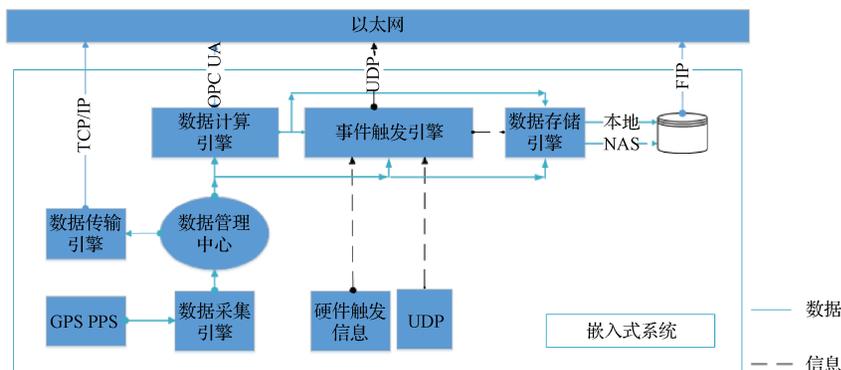


图2 智能数采架构

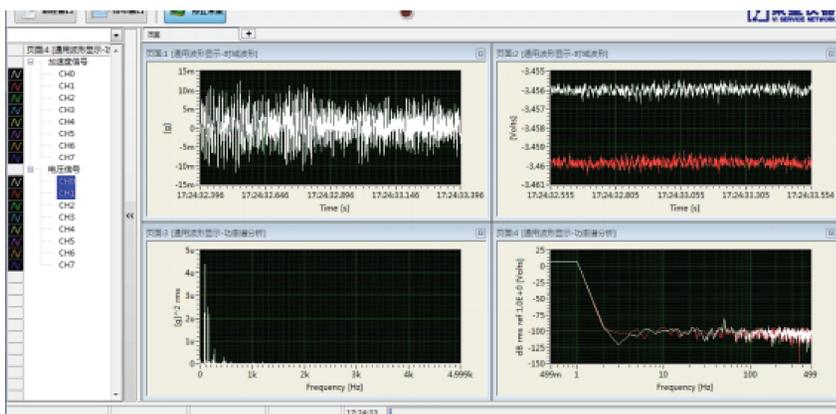


图3 智能数采通用软件界面

样率的几个通道组。低速通道组可以支持1~100 Hz采样率，而高速通道组可以支持100 Hz~50 kHz采样率。另外系统还具备GPS采集功能。

系统对环境要求相对严格。其中运行温度为-40~+70℃，振动冲击有特别的GB_25119-2010_T《轨道交通机车车辆电子装置》标准。其中高可靠仪器要求达到标准中12.2.11中1类A级规定。电磁兼容方面，也要求达到EN50121-3-2《机车车辆电气设备电磁兼容性实验及其限值》。

4 定制设计

聚星常年定制设计总结，客户对于数据采集系统普遍包括采集、分

析、显示和存储功能。而采集又包含硬件驱动、采集函数集、传输与同步、通道校准与运算。这些部分在不同定制采集系统里面反复出现，又各不相同。对于谋求长期增量发展的研发单位和客户，都希望能够有一个扎

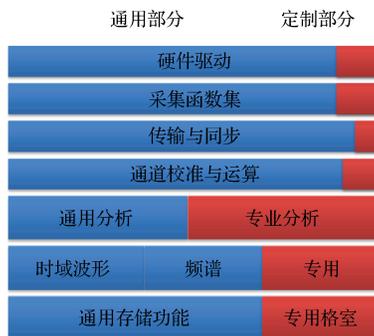


图4 数采系统可重用模块

实可靠的基础版本，可以反复利用。在这些采集系统功能模块当中，专用分析、专业显示和存储有较多定制，而大部分采集驱动属于通用部分可以反复利用。而这样的成熟模块反复利用使得系统更可靠。

在定制设计方面，针对轨道车辆特点，设计了多种插件式分析模块，对于振动、电力等主要采集变量进行专业特征分析。特征值包括基础特征，如最大值、最小值、均值、方差，还包括电能质量分析，如有功功率、视在功率、功率因数、谐波分析等。特别地，针对轨道电力变频频率范围宽，设计的测量频率范围比行业标杆的进口设备更宽。

这些特征变量统计生成后又通过标准OPC协议发布到网络。在本系统里，可以连接无线网络。这样在采集仪本地记录了大量高速采集到的原始数据，同时通过较小带宽的无线网络发布实时运行状态。客户可以根据各自需要编辑定制监测通道、各通道监测特征、以及发布特征和特征告警。

5 高可靠设计

作为一种高可靠长期运行设备，聚星轨道车载记录仪采用了先进的软硬件设计和完善测试。

硬件方面关键设计是高可靠平台、环境耐受加固设计、电磁兼容设计等。

软件方面除了可靠的架构设计、软件开发管理，还采取了可靠的软件测试。规范、技巧、管理、测试构成

了软件可靠的要素。对于软件测试，不仅仅按照设计说明进行模块内白箱测试、系统级黑箱测试，而且针对应用进行压力测试。设计的压力测试包括老化测试、超负荷测试和超规模测试。对于在各个测试中暴露出的系统缺陷，要求改善技术上定位准确、机理清楚、问题复现、措施有效、举一反三；管理上过程清楚、责任明确、措施落实、严肃处理、完善规章。在

这些高可靠行业制度规范下，软件系统和架构才得以日益成熟。



图5 无线轨道车载监测设备

6 总结

聚星定制化轨道车载监测仪，是高可靠数据采集的范例。聚星经验丰

富的开发人员通过利用长期积累的数据采集、传输、实时分析架构，在高可靠系统设计管理流程指导下，为客户定制适用于轨道车辆的监测仪器。这些仪器采集车辆各种机械、电力状态，分析特征参数，并通过无线通信将运行车辆的实时状态汇报到用户办公室。希望这个定制化仪器和本地化服务为中国的轨道交通创造提供有力的工具。

(下转第12页)

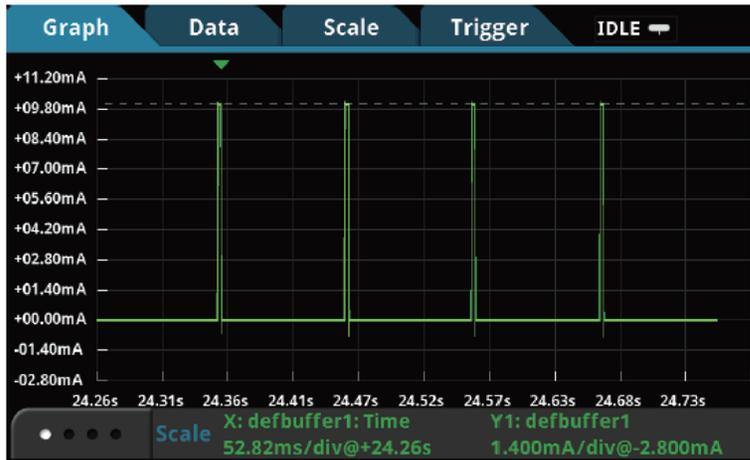


图7 在更长的波形捕获时间周期内提高采集频宽

表2 脉冲触发的数字化电流波形的配置

配置角发机制	
按MENU键，选择Graph	
选择Trigger标签	
把Source Event(源事件) 设置成Waveform	
选择Analog Pulse	
把Level(电平)设置成10 mA	
把Pulse Width(脉宽)设置成500 us	
把Condition(条件)设置成Greater than 500 us	
对预触发位置，把Position(位置)设置成20%	



波形交互。紧凑的外观，简易的设置方式，同时配备许多强大的功能，可

以满足物联网设备的超低功率测量需求。