

基于嵌入式平台的无线轨道交通监测系统

陈俊帆 彭泓

上海聚星仪器有限公司

1 应用背景

随着中国经济的高速增长,轨道交通行业得以快速发展,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。针对轨道交通的具体监测需求,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交通监测系统。

2 开发挑战

根据轨道交通关键设备——列车的环境、结构及运行等特点,对相应的监测系统提出了以下具体要求:

1) 环境适应性:列车的运行环境较为苛刻,存在较强电磁干扰信号,运行过程中伴随着振动和冲击,列车内外环境温度变化较大,对于设备的环境适应性提出了较高要求。

2) 多功能数据采集和处理: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(包括电流、电压、数字、桥路、GPS信号等),相应的数据处理会因信号自身特点不同而有所差异,要求设备能覆盖多类型信号采集需求并具备强大的数据处理能力。

3) 分布式测量,同步采集:列车内被测信号数量较多且分布距离较远,需要多台监测设备协同工作,构建分布

式测试系统。在数据分析时,往往需要联合不同监测设备上的多个通道进行分析,因此要求设备和通道间具备较高(μs 级别)的同步采集精度。

4) 异地实时监测:在无人值守的列车上,设备需自动完成所有的测试及分析功能,并能够通过无线网络以安全可靠的方式进行数据发布,便于技术人员在异地进行远程访问,实时监测列车运行状态。

5) 长期运行可靠:设备需随车进行长期监测,过程中不会有专人维护,对监测系统长时间无故障运行的可靠性提出了较高要求。

3 硬件设计

为应对以上各方面的苛刻要求,选择基于ARM和FPGA的嵌入式平台来构建无线轨道交通监测系统,设备实物图如图1所示,通过合理的硬件设计,达到如下要求:



图1 无线轨道交通监测设备

1) 环境:设备采用工业级模块,符合宽温($-40\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$)、抗冲击和振动的需求(符合GB_25119-2010_T《轨道交通机车车辆电子装置》中12.2.11中1类A级规定),拥有良好的抗电磁干扰能力(满足EN50121-3-2《机车车辆电气设备电磁兼容性实验及其限值》的要求),支持交流100~240 V和直流67.2~143 V两种供电方式。

2) 通信:设备提供标准的以太

网口和Wifi连接功能,支持移动运营商的2/3/4G网络,使用双天线增强移动信号接收能力,确保数据正常发布。

3) 高集成度:设备包含了嵌入式控制器、多块数采板卡、电源调理、无线路由、固态硬盘等,通过合理而紧凑的排布,提供了十余种信号类型的多路采集,采用美观的铝制机箱,保证设备不易锈蚀,减少设备重量。

4 应用开发

考虑到无线轨道交通监测系统长时高可靠运行要求，本系统选取Linux作为嵌入式平台的实时操作系统，基

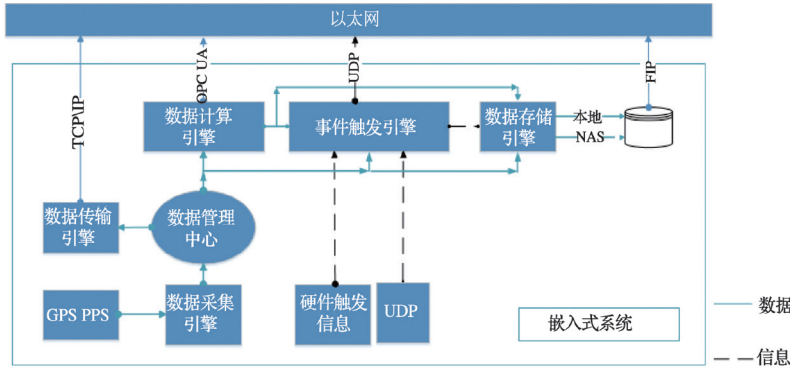


图2 智能数采架构

智能数采架构的各功能模块介绍如下：

1) 数据采集引擎：系统以GPS的秒脉冲信号作为同步时钟，通过数字锁相环和重采样算法进行数据采集，实现不同设备间 μ s 级的通道同步精度。

2) 数据管理中心：为了使数采系统中大量的采集数据能高效的在不同功能模块中传输和共享，专门设计了能应用于不同主流操作系统的数据管理中心，其核心为高效环形缓冲区，其具备多线程并行安全特性，并尽可能减少操作过程中不必要的拷贝。

3) 数据传输引擎：通过TCP/IP 建立设备与PC间的数据管道，具有数据和信息自完备的特性，并附带心跳包侦测功能，实时诊断TCP/IP连接的状态，实现不良连接状态下的快速愈合。

4) 数据计算引擎：支持比例转换、滤波（高通、低通等）、特征值计算（标准差、功率因数、THD

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。

等），也可联合多个通道进行计算，并通过OPC UA进行数据发布。

5) 事件触发引擎：系统采用投票机制，可独立设置各触发源的投票数，灵活管理各触发源间的逻辑关系。原始

数据及计算结果作为触发源之一，通过阈值或短时平均与长时平均的比值，进行触发判断，并支持设定触发生效的时段。此外，系统中支持的触发还包括UDP、硬件信号、定时等。

6) 数据存储引擎：支持手动（通过上位机程序手动启停存储）/全程（自动存储系统后的所有数据，并进行文件分割）/触发（设置触发条件，存储满足触发条件的数据）的存储方式，可选择存储所有通道或部分通道的数据。

为配合无线轨道交通监测系统的使用，聚星仪器定制了运行于上位计算机的通用软件界面，如图3所示，智能数采通用软件提供系统配置、实时数据查看、远程数据管理、离线数据回放等功能。

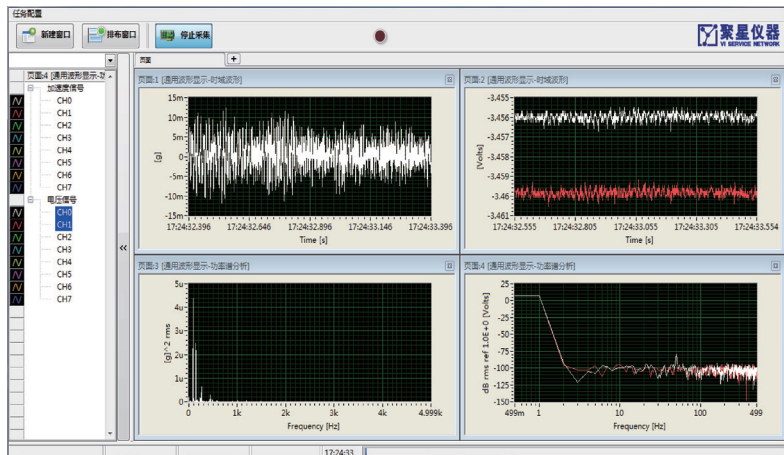


图3 智能数采通用软件界面

5 总结

聚星仪器根据实际应用需求，结合多年定制仪器的开发经验、科学合理的开发流程以及先进的智能数采架构，在

短时间内研发出了无线轨道交通监测系统。该系统充分融合了嵌入式技术、强大的数据处理技术和IT技术，有效的保障系统的长期稳定运行。