

车载ATC系统功能测试平台

张永发 刘逸涵

(上海聚星仪器有限公司 上海 201203)

1 引言

生产线测试系统是质量保证体系的关键组成部分。由于不同的被测产品其功能需求不一样,导致传统的生产线测试系统的开发成本高、定制化程度高、不便于后期维护,并且系统开发周期较长。聚星生产线自动化测试系统在研制中,采用标准化的软硬件平台技术。自2004年开始在世界500强企业大量采用的TestStand软件引擎基础上,研制出标准化生产线自动化测试软件平台ATExpert,经过多年规模部署和量产实践,已经演进成为成熟稳定的高性能标准化平台。通过采用标准化的通用软硬平台,很方便地对系统进行维护升级,可以在较短时间实现客户定制要求,同时继承聚星系统高可靠性和高性能的特点。

聚星生产线自动化测试服务不仅针对测试仪器本身,还覆盖了检验方法、质量评估、失效评估和持续改善等多个方面。聚星工程师在测试系统设计阶段就会开始和客户一起研究制定科学化指标范围、优化测试项目、提升测试效率、给产品和制造工艺设计提供失效机制反馈。这些服务可以在整个客户产品生命周期,通过聚星

先进制造战略合作,为客户提供了一贯的持续改善手段,帮助客户达到精益生产的新高度。

2 概述

车载ATC(智能列车控制系统,如图1所示。)根据安装在列车车身上的编码里程计、信标天线和安装在轨旁的应答器来对列车进行安全测速和定位,从而实现列车的自动防护、自动驾驶及自动精确停站。其在CBTC模式下对列车的速度、间隔、能量、退行、车门开关等进行监控,在列车发生超速、超能、冒进、退行超过允许距离时对列车施加制动来保证列车安全。ATC系统的重要作用决定其对测试设备有着很高的要求,我们基于PXI硬件平台,利用LabVIEW和TestStand软件开发出了一套高可靠的

ATC功能自动化测试平台。

3 系统组成

一套完整的测试系统主要包括测试机架、测试仪器及夹具。而其核心为测试仪器及主件,图2是车载ATC测试系统的硬件框图,组成部分简介如表1所示。工业信号通信节点模拟模块用来模拟外部设备和ATC的通信,其包括串口、网口、CAN信号等,从而验证产品对外的通信质量。信标应答器模拟模块用来模拟列车行驶时的车速及其在通过地面应答器时需接收的报文及定位信号,以此来验证ATC系统在不同车速下各种长帧报文和特殊报文的接受、调理、解码及输出特性。硬件电路测试模块,主要有示波器、万用表、矩阵开关、电子负载、电源等仪器组成,主要来验证ATC系统的数字信号输入特性及功率信号的输出特性,而矩阵开关的引入使得测试系统能通过有限的测试资源覆盖到测试产品上大规模输入输出信号的测试,而且可以实现测试信号和任意测试仪器之间的连接,提高了系统的扩展能力。

4 系统功能

测试主机通过网络通信和ATC主控板建立联系,通过cPCI总线或IOBUS总线实现对各个子板内部功能



图1 车载ATC

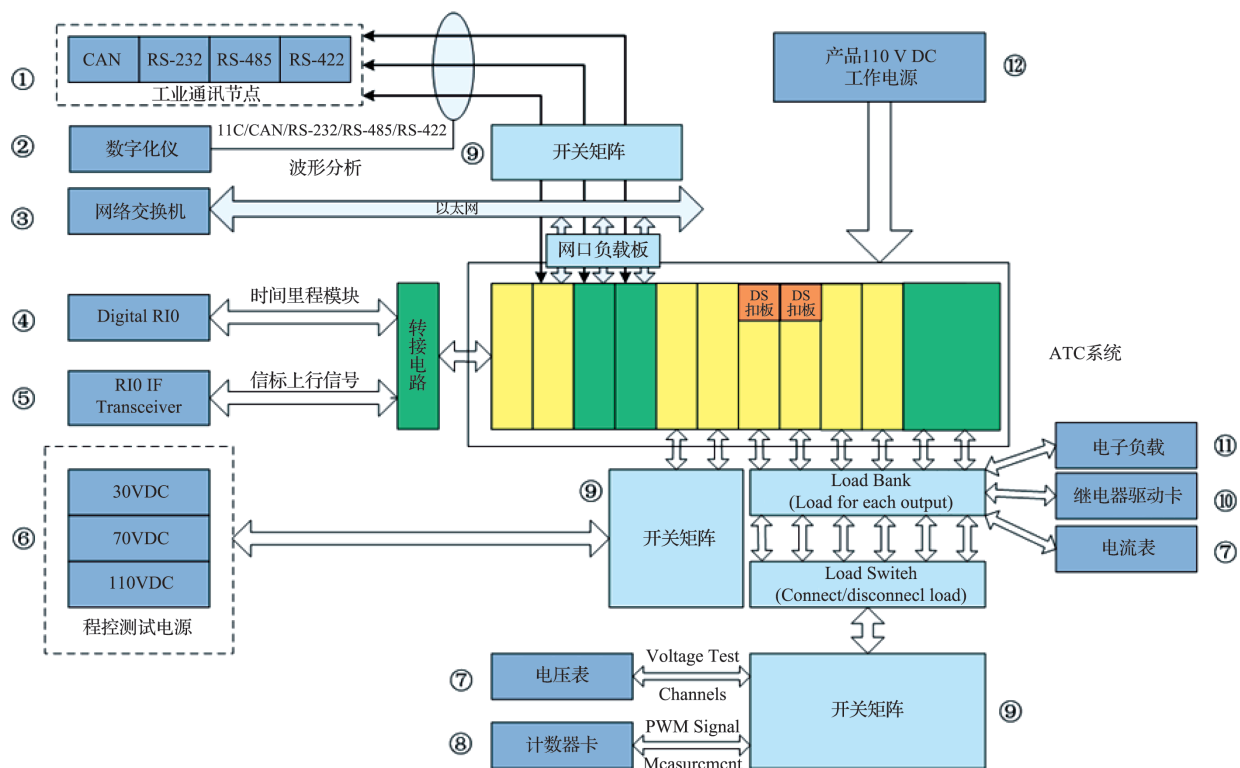


图2 系统硬件框图

表 1 系统硬件组成部分简介

序号	仪器名称	用途
1	工业通信节点	用于和 ATC 系统中的各种通信接口进行通信
2	数字化仪	检测系统板卡与外部通信节点进行通信时的波形，如上升沿、下降沿、时延、电平参数
3	网络交换机	用于测试系统与各个被测主板的网络通信
4	Digital RIO	模拟编码里程计信号
5	RIO IF Transceiver	模拟地面信标产生上行报文及信标中心点信号
6	程控测试电源	给被测板卡功率驱动输出时的负载供电
7	数字万用表	含电流和电压及电阻测试功能，可用于输出负载上的电压和电流测量以及触点导通的测试
8	计数器卡	用于检测 PWM 输出信号的占空比、幅值、频率等参数
9	开关矩阵	用于被测板卡上测试点和测试仪器之间的互联
10	继电器驱动卡	用于连通和断开负载与被测板卡大功率输出测试点的连接
11	电子负载	模拟被测板卡功率驱动时连接的外部负载
12	产品工作电源	给 ATC 机笼工作供电

的自检及互检。内部测试配置通过下拉选框选择测试的板卡模块、测试项名称、CPU 模块及测试的超时时间。利用数字万用表、电子负载、程控电源等仪器测试产品在功率驱动输出下状态，如输入导通电流、导通电压、

导通功率、导通电阻及内部半导体开关的漏电流情况。利用示波器卡测试产品数字信号输出（如PWM波形、通信信号波形）。在编码里程计及信标测试时，设备根据配置好的列车路线行进信息，驱动编码里程计工作，

模拟列车位移和速度的变化。在到达信标点之后，测试设备模拟信标发送上行信号，ATC系统通过应答器传输模块（BTM）实现这些点式信息的接收、解调、解码，实现列车的测速及定位。

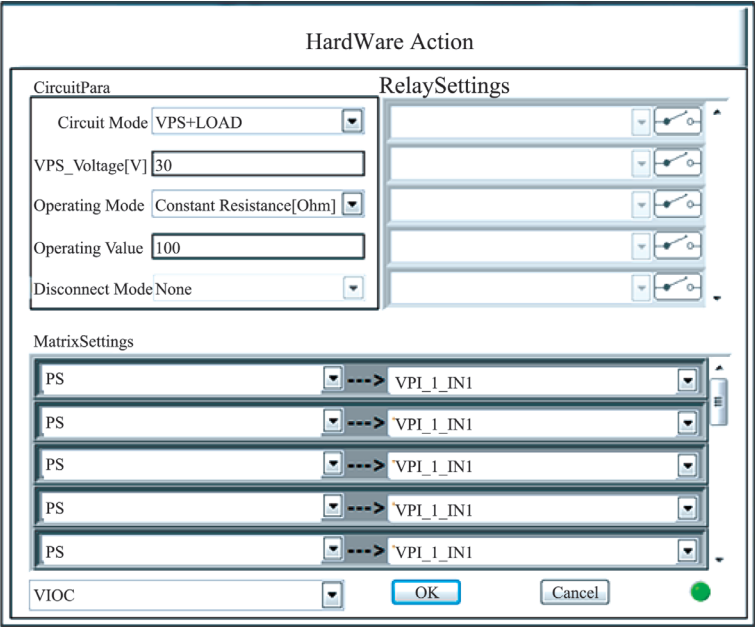


图3 输入测试配置界面

5 软件配置

5.1 软件组成

图4所示为上位机软件结构，其中Production Monitor和Test Data Query提供数据查询，用于测试项目

分析、报表生成和产品测试结果的追踪。Tester GUI为TestStand运行时的用户界面，可以设置用户权限。TestStand是一个现成可用的测试执行管理软件，用于组织、控制并执行自

动化原型创建、设计认证和生产测试程序。TestStand的功能完全由客户定义，为满足特定需求，可自行对其进行功能修改和改进，例如定义操作界面，报告生成格式，或根据需要定义执行顺序等。底层对测试板卡和仪器的操作都用LabVIEW软件来编写。

5.2 自动化测试软件界面

自动化测试界面，如图5所示。运行界面上的开始按钮，测试系统则进入到自动测试模式，系统会根据编辑好的测试序列，对产品进行测试，测试结束之后生成产品测试报告。

6 结语

本系统目前已经无故障运行了2年，实现了对ATC控制系统的精准、复杂的测试，大大缩短了测试时间，提高了测试效率，对ATC系统功能全覆盖的测试，确保了产品出厂安全。

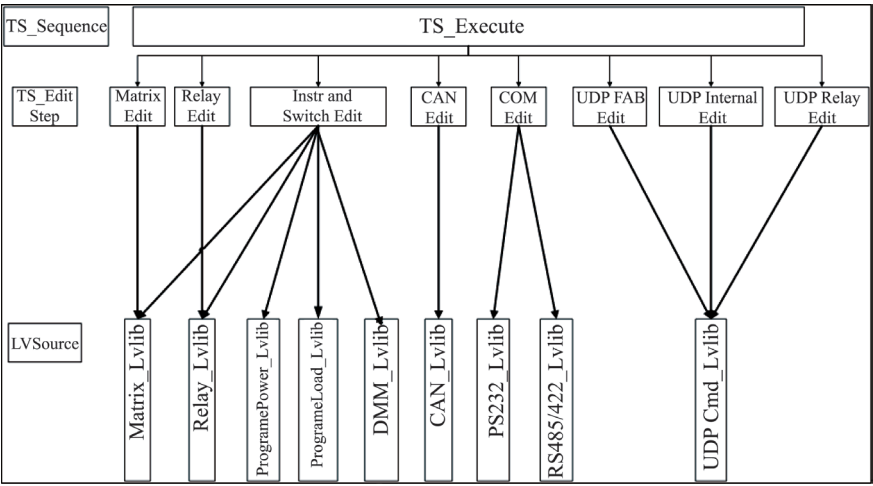


图4 软件结构

(下转第20页)

为便携式的设计。只需要采集1个通道，但采样率需高达200 MS/s。

2) 解决方案

由于客户需要高达200 MS/s的单通道采样率，因此以凌华PXIe-9842及便携式的PXI Express机箱PXES-2590为应用组合，以此提供高达400 MB/s的数据记录速率。由于需要将数据记录至磁盘，而PXI Express控制器上的磁盘装置一般很难提供高达400 MB/s的带宽，即使使用SSD也很难，因此使用外部的RAID存储装置来进行数据存取。

我们使用的RAID模块是PXI Express接口且具有4个SATA III界面的SSD。

①PXI Express系统控制器：凌华科技PXIe-3975，3U Intel CoreTM i5-520E 2.4 GHz 双核 PXI Express系统控制器。

②PXI Express机箱：凌华科技PXES-2590，9槽全混和式PXI Express机箱。

③数字化仪：凌华科技PXIe-9842，14位200 MS/s采样率的PXI Express数字化仪。

④RAID存储装置：Conduant DM-425。

8 结论

要以PXI Express平台来实现数据记录的应用，需要考虑的不只是模块化仪器本身的条件，更要考虑到PXI Express平台的数据传输带宽。通过本文中所探讨的设计上的细节及应用范例，用户将能有效构建更高性能的测量测试平台、大幅提升开发效率。

(上接第9页)

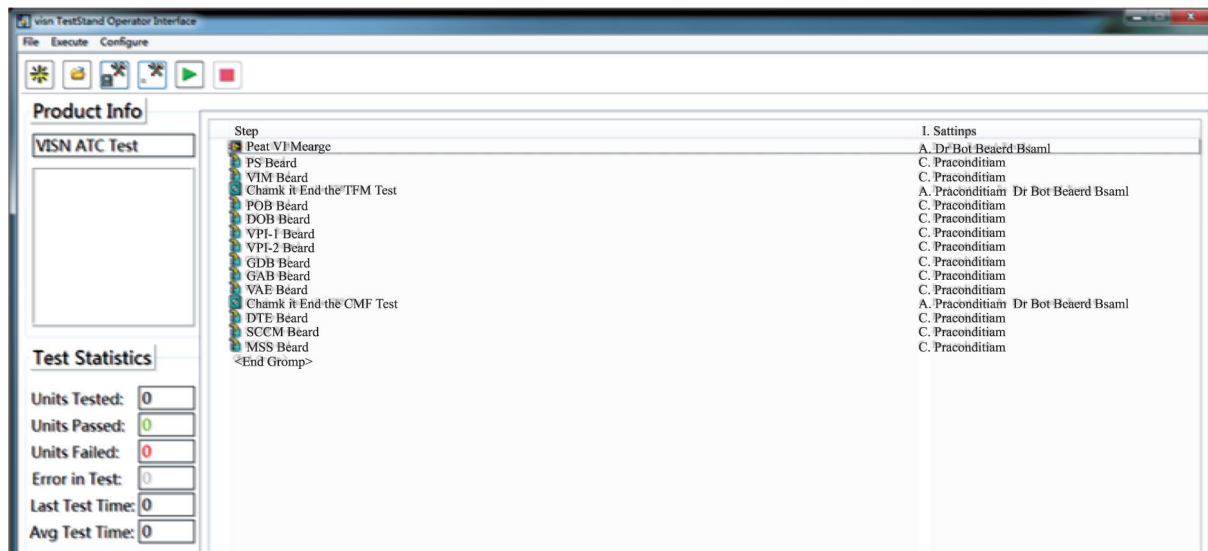


图5 自动化测试界面

聚星仪器通过经验丰富的人才、科学负责的流程和高效可靠的软硬件架构，最大程度地创造客户、员工和供应商共同成长的共赢局面。经过长期工作经验积累和持续改进，聚星仪器筛选出一系列优

秀的供应商，并形成一个可靠的高性价比的标准设计部件库和科学的供应链。聚星标准化精益定制的原则贯穿了设计、研发、制造、服务、改善的全部过程，确保了聚星定制化产品和服务的质量和性能。

引入聚星生产线自动化测试系统，不仅仅提高了生产制造项目的测试速度和精度，降低了总体制造成本和质量风险，更是为制造企业引入了先进制造和精益生产的合作伙伴。