

一种阵列系统的一键式多套自动测试平台实现

梁伟 张东 刘晶 付敏

中国电子科技集团公司第二十九研究所 四川 成都 610036

摘要: 此阵列系统^[1]的两种类型分机内部放大、整流滤波等功能模块众多, 信号链路^[2]复杂, 为确保每个模块均能够正常工作, 需要在不同环境下针对多重指标开展大量的验证测试。为了保证测试覆盖性, 针对不同频点和参数设置了大量的测试点, 在测试时需在特定时间点对信号源等测试仪器进行频繁操作。传统的人工测试中, 工作强度大、测试效率低。为了降低人力资源需求和工作强度, 提高测试质量和效率, 本文提出了一种“一对N”的一键式^[3]测试方法, 通过通信控制^[4]实现多套同步自动测试^[5]。

关键词: 阵列系统; 一键式; 自动测试; 通信控制

引言

此阵列系统的两种类型分机内部放大、整流滤波等功能模块众多, 信号链路复杂, 为确保每个模块均能够正常工作, 需要在不同环境下针对多重指标^[6]开展大量的验证测试^[7]。为了保证测试覆盖性, 针对不同频点和参数设置了大量的测试点, 在测试时需在特定时间点对信号源等测试仪器进行频繁操作。同时由于阵列系统产能需求逐年快速上升, 系统通道数量成倍增加, 带来的测试工作量非线性快速增长。传统的人工测试中, 两种分机采用“一对一”的连接方式, 不仅工作强度大、测试效率低, 而且测试结果依赖于测试人员的熟练度, 培训成本较高, 既难以保障装备的质量, 也不能满足日趋繁重的日常生产需求。为了保障产品质量, 降低人力资源需求和工作强度, 提高测试效率, 本文针对该装备的测试特点设计了一种“一对多”的自动测试系统, 通过网络交换机^[8]与被测装备进行通信控制, 利用GPIB总线^[9]进行仪器控制, 这种系统架构^[10]实现简单可靠, 抗干扰^[11]能力强, 扩展简单, 可有效提升测试质量和效率。

1 总体设计

自动测试系统架构: 本测试系统主要由控制设备、测试仪器和被测装备三部分组成。控制设备是测试系统的核心, 实现对测试仪器的控制、被测装备的指令下发、测试结论报文回读和异常数据分析等功能, 由GPIB总线、网络总线、通信电缆围绕工控计算机搭建而成。采集分机与处理分机之间的数据交互采用光纤网络^[12], 能够实现超大过程数据包的快速信息传输^[13], 满足实时快速信号采集条件下的超大数据容量^[14]信息交互。系统构架如图1所示, 此构架能够灵活拓展被测装备数量, 完成较大被测系统的同步测试。测试仪器主要是微波信号源, 信号输出类型和参数由GPIB总线命令控制, 具备输出满足测试需要的多种频点和参数的信号组合, 通过大带宽多路射频功分器^[15]将射频信号经过等相位射频电缆分配到采集分机口面, 提供模拟目标信号输入。供电系统电源变换器^[16]能够为系统提供380V、220V及多路直流电压, 满足控制设备、测试仪器和

被测装备三部分系统供电需求, 并额外预留了拓展被测装备数量时所需的功率, 便于系统扩展。

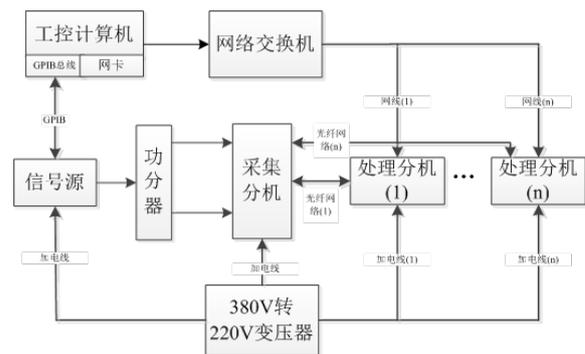


图1 测试系统架构

2 自动测试系统软件设计

自动测试系统软件为采集处理阵列系统提供人机交互^[17]界面, 见表1, 实现指标的自动测试, 自动测试系统的核心功能是仪器控制、被测设备通信、指标测试、数据校验^[18]及测试报表生成。采用软件模块化^[19]设计思路, 根据代码功能特点逐一开展决策设计^[20]、接口设计和功能设计, 并将代码封装^[21]成常用的软件模块, 预留对外接口便于调用和二次扩展开发, 系统软件工作流程如图2所示。(1) 仪器配置模块。通过GPIB控制仪器, 下发协议控制码, 初始化信号源、电源等测试仪器, 提示仪器设备连接情况, 监控仪器状态。测试时根据“灵敏度测试”、“动态范围测试”、“频率精度/脉宽测试”需求对仪器输出频率、功率、重复周期、脉冲宽度等参数进行配置, 实现模拟目标^[22]信号产生、控制供电系统^[23]通断。(2) 通讯连接模块。建立工控计算机和被测装备之间的通讯, 操作者通过计算机向装备下发控制指令, 并回读装备状态信息和测试结果。(3) 指标测试模块。根据装备的使用场景, 频率精度、灵敏度、幅度/相位稳定性、动态范围等项目是衡量装备性能的重要指标。对上述指标在不同条件下进行精准测试, 既可以检测装备内部各模块的工作状态是否正常, 又能够为排查故障提供必要的线索, 还能考察其在复杂环境^[24]下的可靠性。检测灵敏度:

按照指标要求设置权系数^[25]和积累次数,对上报的信号功率和噪声功率进行检测。频率测量精度:按照指标要求循环执行预定义的信号源频率参数,对每个点上报的频率值进行检测。脉宽测量精度:按照指标要求循环执行预定义的信号源脉宽参数,对每个点上报的脉宽进行检测。脉冲重复间隔精度:按照指标要求循环执行预定义的信号源脉冲重复间隔参数,对每个点上报的脉冲重复间隔进行检测。(4)数据操作模块。通过网口读取被测设备上报的报文数据,对数据进行保存及处理,并对不合格数据依照合格判据进行标红处理,实时监控测试过程,并完整、准确记录测试数据是测试工作的基本要求。数据实时显示有助于测试人员及时判断系统工作状态是否正常,原始数据为故障分析^[26]、升级改造提供一手资料,自动生成的标准格式报表方便归档、后期查询。(5)错误和紧急情况恢复模块。本自动测试软件,会有出错信息提示,最常见的错误恢复方式如下:仪器未检测到:若未检测到所用仪器初始化失败,可打开NI—MAX软件查询当前连接仪器的仪器地址和PCI—GPIB卡地址,确保卡地址正确。无法保存数据:如果数据保存时报错,检查是否打开了数据报表模板,检查进程中是否有WinWord.exe,有则

3 工程应用

为验证方案的有效性,使用工控计算机、网络交换机、微波信号源、射频信号功分器、采集分机、处理分机(4台)、380V转220V变压器,按图1搭建测试环境。由于被测分机功率大,为保证所有分机同时供电,需要使用380V转220V变压器。如果需要“1对1”连接,可以只开变压器上对应的加电开关;如果需要“1对n”连接,将变压器全部开关打开即可。测试软件采用模块化设计思路,根据代码功能特点封装成常用的软件模块,如图3所示,共构建“常用仪器驱动模块”、“接口总线监控模块”、“指标应用管理模块”及“数据管理模块”等主要基础功能模块,经过模块接口拼接,实现自动测试系统软件实例化。

首先为测试系统运行建立运行环境:(1)运行框架:MKFramework;(2)运行环境:Microsoft Visual Studio 2010;(3)数据库:SqlServer2008及管理工具;(4)办公软件:

需要关闭进程。

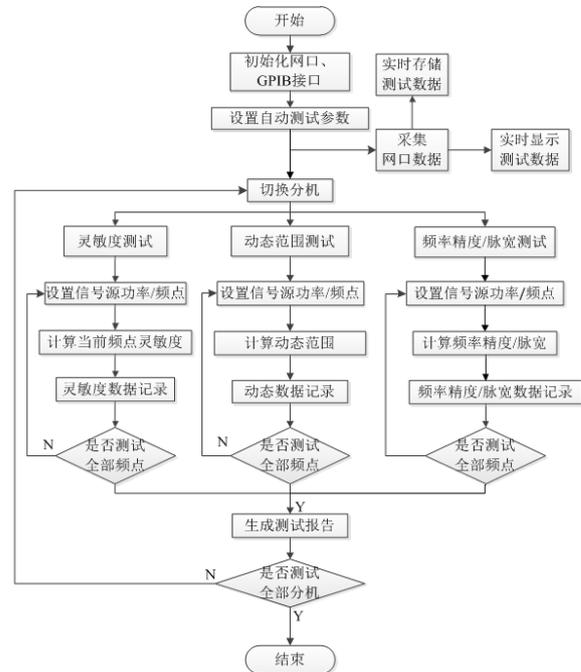


图2 软件执行流程

office2007及以上;(5)计算机操作系统:WindowsXP或更高版本;(6)通讯协议:NI-488.2, NI-VISA;(7)开发工具:VisualStudio2010/C#;(8)数据库:SqlServer2008。

按照图2所示进行软件操作,首先查询空闲仪器设备,并对可用仪器设备初始化,通过GPIB总线加载驱动模块,如图4所示。在本地连接中设置IP地址,点击“高级”添加IP地址192.168.29.103和192.168.29.140,根据工控计算机实际情况在TPS配置界面选择通信端口,接下来通过接口总线向被测装备下发测试参数,勾选所需测试项,点击“开始测试”按钮即开始逐一控制完成“灵敏度测试”、“动态范围测试”、“频率脉宽精度测试”,在详细测试数据界面全选所有测试数据,选择“导出报表”,选择保存的路径,数据报表便会保存至目标路径。通过“数据模块”判别测试符合性,可以实现一键式自动测试4台分机,并自动保存数据、导出报表。

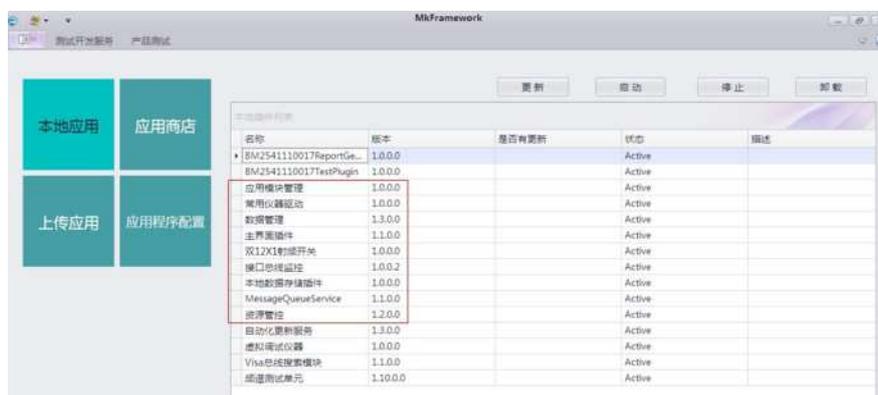


图3 应用模块界面

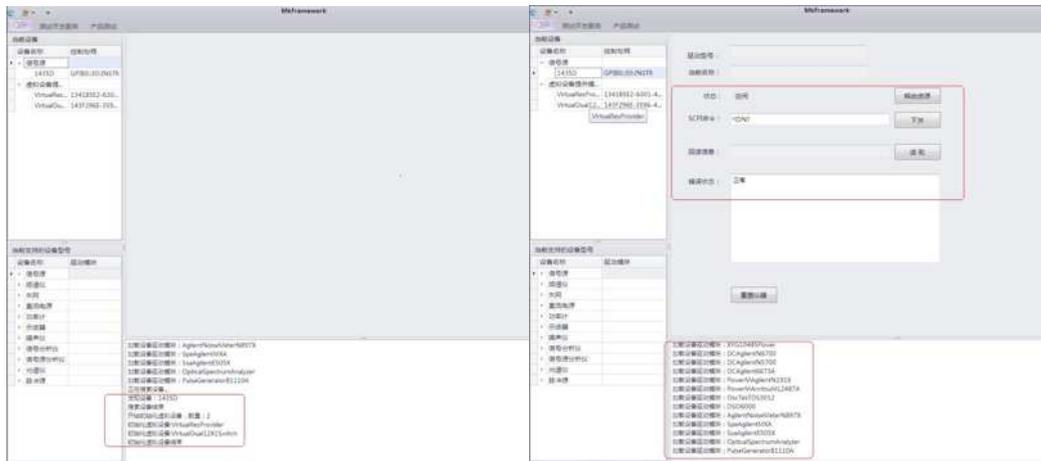


图4 仪器配置界面

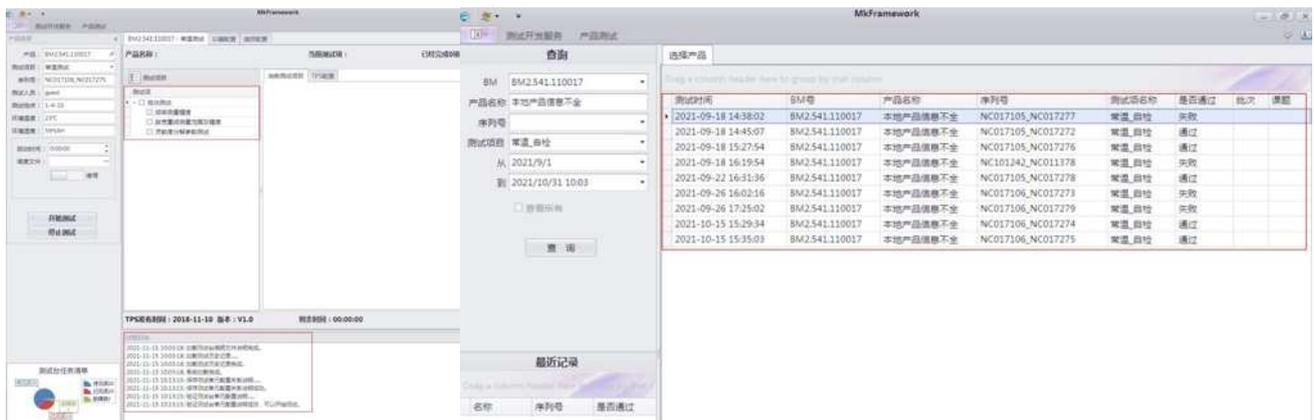


图5 指标测试及一对多测试结论界面

表1 单套设备测试时间对比表

测试项	人工测试时间 (min)	自动测试时间 (min)
灵敏度测试	30	7
动态范围测试	40	10
频率脉宽精度测试	50	13

4 结束语

为了提升多套被测设备的测试质量和效率,本文提出了一种采集处理阵列系统的一键式多套自动测试方法,利用网络交换机、光纤网络、GPIB总线、射频信号功分器等易扩展的硬件组件,以及功能模块化的软件实现方式,通过测试设备控制,灵敏度、动态范围、测频精度测试项切换,过程数据校验,测试报告生成。可以实现在不同环境下针对多台分机的多重指标开展大量的验证测试。传统人工测试单套需要2小时,利用自动测试仪仅需0.5小时,效率提升4倍,再考虑一键测试N套的情况,效率提升4N倍,可以显著降低人力资源需求和工作强度,提高测试效率,保障产品质量。通过实践验证此测试平台稳定可靠,可以广泛应用于多被测设备组成的被测系统上,有效改善测试过程,提升质量、效率。

参考文献:

[1]余清宝,杜鹏飞,王培元李美花,闫卫平,王颖,朱慧超,唐

祯安.微传感器阵列多通道数据采集和处理系统[J].电子测量与仪器学报,2016.2:311-317.

[2]朱军,柴晓冬,刘志超.多模光纤链路信号传输特性分析[J].通信技术,2008.10:15-16.

[3]李国柱,马波,张君华.有限状态机在一键式测量系统中的应用[J].测绘通报,2016.2:120-126.

[4]余清宝,杜鹏飞,王培元.指挥系统通信控制机自动测试诊断设备的研究[J].现代电子技术,2010.17:105-107.

[5]郭杰翔,李晓白,路辉.自动测试系统测试适配器通用端口的自动设计[J].测试技术学报,2008.68:127-132.

[6]刘飞,董明,侯文皓.设施布局多重指标优化[J].上海交通大学学报,2007.4:664-668.

[7]陈然,连光耀,张西山,黄考利,王凯.外场可更换模块体系下测试性验证试验发展研究[J].计算机测量与控制,2016.24:1-4.

[8]王博.网络交换机在国产自主可控领域的技术研究[J].舰船电子工程,2016.8:135-137.

[9]冯婷婷,汤仕平.基于LabVIEW和GPIB总线的磁场辐射敏感度自动测试系统[J].中国测试技术,2006.1:123-126.

[10]赵卓君,张晓燕.论B/S和C/S架构相结合的多层次系统架构设计和开发模式的选择[J].信息系统工程,2012.011:99-100.

- [11]张彦军,栗苹.改进的全球卫星导航系统阵列抗干扰方法[J].探测与控制学报,2016.001:7-11.
- [12]梅伟,彭义红.基于GIS的光纤网络资源管理系统设计探析[J].信息系统工程,2012.001:52-53.
- [13]赵应军,陈刚.构建信息传输新模型提高信息传输可靠性和时延性[J].军队指挥自动化,2010.006:56-57.
- [14]李政颖,刘牧野,蒋熙馨,唐智浩,周祖德.大容量高速光纤光栅解调系统的数据压缩传输[J].光电子·激光,2014.005:954-960.
- [15]杨自强,陈涛,彭浩,杨涛,刘宇.一种基于微带与槽线过渡结构的超宽带功分器[J].压电与声光,2013.006:907-909.
- [16]李鑫,宋克岭,蒋任君,党寻诣.车载大功率DC/DC电源变换器半实物仿真验证测试方法[J].计算机测量与控制,2014.011:56-59.
- [17]张保国,蔡芸.一种人机交互界面测试的表示方法研究[J].江南航天科技,2014.001:5-8.
- [18]翁年凤,许永平,曹建军,彭琮.基于规则的数据校验引擎设计与实现[J].现代军事通信,2015.002:29-37.
- [19]李密,吕钊.软件模块化的实现[J].通信与导航,2003.002:26-30.
- [20]罗旭,葛哲学,杨拥民.基于设计参数综合评价决策的维修设计方案优选方法[J].国防科技大学学报,2012.003:58-62.
- [21]张荣,聂飞.测试软件功能模块的封装技术研究[J].工程设计与力学环境,2004.4:43-48.
- [22]张荣,聂飞,胡洋,冯进良,闫钰峰.多目标模拟干扰器中的运动特征的模拟[J].长春理工大学学报(自然科学版),2011.001:30-33.
- [23]张荣,聂飞,谢洪森,杨中书,栾宝宽.某型飞机ATE系统测试资源供电系统设计[J].计算机测量与控制,2005.008:781-783.
- [24]沈峥嵘,时钟何洋,卜云萍,高万峰,李艳.复杂电磁环境适应性试验电磁环境仿真评估方法研究[J].兵器试验,2014.003:19-23.
- [25]沈峥嵘,时钟陈勇,董新民,薛建平,郭创.赋权控制分配策略的权系数多目标优化设计[J].控制与决策,2013.007(28):991-996.
- [26]沈峥嵘,时钟.大型装备外场故障数据分析与可靠性评估方法[J].电子产品可靠性与环境试验,2016.6(30):29-34.

