

基于 B/S 架构的网络化可配置综合测试平台实现与应用

储婷婷

(中国电子科技集团公司第二十九研究所, 成都 610036)

摘要: 为解决电子装备在研制生产过程中普遍存在的测试设备通用性差、测试过程管理缺失等共性问题, 改变当前单机测试孤立的测试作业模式, 在进行测试标准库建设的基础上, 参照物联网设计思维, 网络化可配置综合测试平台基于 B/S 架构实现, 将测试对象、测试仪器作为物联网中的传感节点来进行采集控制, 结合可配置共性测试技术与信息集成技术, 在网页上统一实现了测试任务管理、测试文件配置、测试用例执行、测试结果评估, 实现了电子装备的各个测试阶段的联网检测与集成管理; 测试平台形成了基于测试知识积累的高效测试产出能力, 可缩短测试开发周期, 提高测试效率与仪器利用率, 提高测试数据利用维度, 加强计划与质量管理, 为电子装备的全生命周期管理提供重要支撑。

关键词: 自动通用测试; 网络化测试 XML 技术 B/S 架构; 物联网

Realization and Application of Network Configurable Integrated Test Platform Based on B/S Architecture

Chu Tingting

(Southwest China Research Institute of Electronic Equipment, Chengdu 610036, China)

Abstract: In order to solve the common problems in the development and production of electronic equipment, such as the poor universality and the lack of test process management, change the current single isolated testing operation mode, based on the construction of test standard library, reference IOT design thinking, the network configurable integrated test platform based on the B/S architecture is proposed, the test object, test instruments as sensor nodes in IOT to collection control, combined with the technology of universal testing and information integration, unified management on Web page for test task, test development, test execution and test evaluation, realize online detection and distributed integrated management of each test stage of the electronic equipment. The test platform forms an efficient test output capability based on knowledge accumulation, can shorten the development period, improve the testing efficiency and utilization efficiency of the instruments and the test data, strengthen the plan and quality management, to provide important support for the whole life cycle management for electronic equipment.

Keywords: automatic generic test; networked test; XML technology; B/S architecture; Internet of things

0 引言

测试是检验测试对象的功能、性能是否满足使用要求并及时发现问题的重要而有效手段, 由于目前电子装备的组成越来越复杂, 集成化程度越来越高, 在研制生产过程中必将是集成、测试验证交叉进行, 需要对同一个产品进行多阶段测试, 需要对多个测试过程进行测试监控, 需要将计划、质量、资源管理与测试过程管理紧密结合, 以便于进行测试数据的追溯和质量控制。

在互联网+的时代, 通过物联网思维重新进行测试系统的网络化信息化构建, 才能满足现今测试过程的管理需求, 才可以对分布式的测试工位、测试阶段进行统一管理。采用 B/S 架构构建网络化可配置综合测试平台, 可以解决电子装备在研制、生产、使用过程中普遍存在的测试设备通用性差、品种庞杂、维护困难等共性问题, 实现共性参数测试和测试系统的通

用化, 实现电子装备的过程测试、系统检测及环境试验验证等各个环节的联网检测, 可以实现测试工序、测试数据与生产信息、质量信息的集成管理, 可以实现测试数据在不同平台中的共享和利用, 是实现电子装备全流程管理的重要环节。

B/S 结构的网络化可配置综合测试平台以下简称测试平台。

1 测试平台建设目标

测试平台的建设目标是测试人员在网页上可以直接根据测试任务进行测试用例的关联调用、测试执行和反馈, 实现网络化分布式测试与远程测试, 从而构建集测试任务、测试用例配置、测试资源、测试执行、测试评估为一体的测试运行环境, 实现测试过程的信息化管控, 将传统的基于测试软件的测试用例执行转变为基于业务流程的测试用例执行, 实现自动测试系统与测试信息管理平台的无缝集成, 可满足用户对电子装备的相关测试内容进行全生命周期管理的需求, 同时为了适应测试需求的多样性, 通过可配置的测试手段实现通用测试。

2 测试平台的实现方案

测试平台的独创性在于采用 B/S 的架构, 在网页上实现

收稿日期: 2016-12-18; 修回日期: 2017-02-13。

作者简介: 储婷婷(1970-), 女, 江苏海安人, 高工, 主要从事自动测试技术及信息化技术方向的研究。

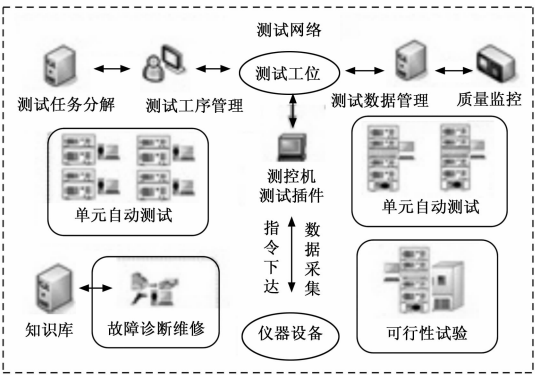


图 1 测试平台网络集成示意图

了仪器驱动和测试方法的在线添加、测试程序集的在线配置、测试过程的在线测试，测试数据的在线存储与检验，并结合测试任务的信息接口管理，测试平台除了完成测试任务的功能外，同时还是一个能与产品研发数据、生产数据、质量数据、维修数据等过程数据进行集成的信息化管理系统。

为实现测试能力的快速实现，方便测试过程的构建和测试结果的管理，有利于测试平台和研制、生产、质量管理等平台的信息交互，需从测试平台的硬件与软件构成这两部分进行设计，具体实现方案如下所述。

3 硬件及网络方案

测试平台的硬件主要由局域网、测控机、测试仪器、服务器、应用 PC 机组成。测控机主要通过 GPIB、网口、串口等总线与测试仪器或测试对象连接，利用 VISA 总线的硬件接口无关性，将 GPIB、PXI、LXI、USB、LAN、RS232、RS485 等接口的测试仪器，统一采用虚拟仪器软件结构 VISA 的通用接口或专用接口进行控制，实现测试平台的测试仪器可互换性。

测试平台包括若干个测试节点，测试节点由测控计算机组成，测控计算机通过 GPIB、串口、网络等总线采集控制仪器与被测单元连接，测试人员直接通过测控机访问服务器上的网页，在网页上根据测试任务加载测试配置文件，并在网页上启动并完成测试，完成测试数据记录、被测单元合格判别与测试任务状态标识。测试平台的硬件组成与网络架构如图 2 所示。

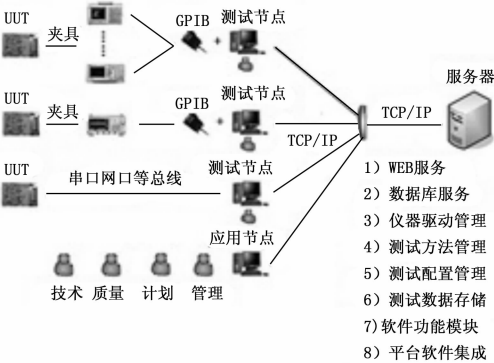


图 2 测试平台网络架构图

4 软件方案

综合考虑平台需适应的硬件设计原则，本平台软件重点需

解决基于网页 WEB 应用与底层的硬件驱动层之间的数据传输，属于物联网技术的典型应用，按照物联网的层次架构并结合实际应用，本平台软件根据物联网的感知层、网络层、应用层分为 3 个层次：采集控制、数据传输、应用层。

4.1 采集控制

测试对象与测试仪器是测试平台中的传感节点，测控机通过 GPIB、串口、网口、1553B 接口等和测试对象与测试仪器进行连接，通过测试协议下发控制命令给仪器，并采集仪器的测试数据，常规情况下，采集控制软件运行于测控机上，本测试平台通过自主开发的 ActiveX 测试插件，将采集控制软件运行于网页上。

ActiveX 技术是微软推出的解决桌面程序与 Web 程序交互应用的程序组件技术，ActiveX 插件是以小程序下载装入网页，然后可在计算机本地进行应用的服务容器，测试插件采用 ActiveX 技术实现了网页对测控机本地的 GPIB 等控制接口的采集控制。

在网页上运行测试插件后，测试插件工作于服务端模式，用 WINSOCT 进行多线程侦听，等待测控机连接并保持连接，接收测控机转发的数据包，根据不同的总线协议，对硬件进行初始化、控制、读取操作，并将读取到的测试数据通过插件传递给网页，网页将收到的采集数据打包后上传回服务器，如图 3 所示。

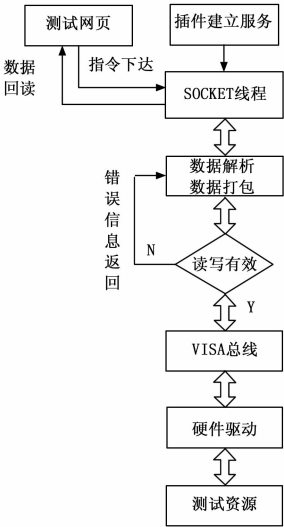


图 3 基于测试插件的采集控制

Socket 连接一旦建立，在通信双方中的任何一方主动关闭连接之前，TCP 连接都将被一直保持下去，通信双方即可开始相互发送数据内容，直到双方连接断开。为保证连接一直有效，测控机网页和插件可以定时发送数据使该连接一直处于活跃状态，一个测控机只运行一个测试插件进行硬件的采集控制。

4.2 数据传输

数据传输层分为上层、底层这两层，上层是服务器和测控机网页间的数据传输，这部分遵守通用的 HTTP 协议与 SOAP 协议，底层是测控机以 TCP/IP 作传输协议层将数据包在网页与测试插件间的双向传递，将控制方法、控制命令等封装成数据包进行传送，并将采集数据的打包回传。上层与底层

这两层数据传输层协同运作,完成服务器对测试节点的采集控制与数据的双向传递。

4.3 应用层

解决信息处理与人机界面的问题,通过传输层而来的数据在这里进行显示与处理,并通过传输层对底层的硬件设备进行采集控制,为各类业务提供信息资源支撑,并负责与平台内部与其它业务系统之间的信息接口设计,构成各种应用,测试平台的各类软件功能在应用层实现。

5 测试平台的具体实现

软件是网络化可配置综合测试平台的灵魂,该软件系统采用自主研发的基于 XML 技术的通用测试软件框架,利用该软件框架实现测试平台的可配置测试功能,克服了传统测试软件的局限性,具有良好的通用性和可扩展性,同时由于在网页上就能执行测试任务的特点,可以通过软件功能方便地进行测试任务的管理和测试信息的集成,围绕平台的建设目标,平台的功能划分为系统管理、仪器管理、测试任务、测试开发、测试运行、测试评估共六个功能模块,如图 4 所示。

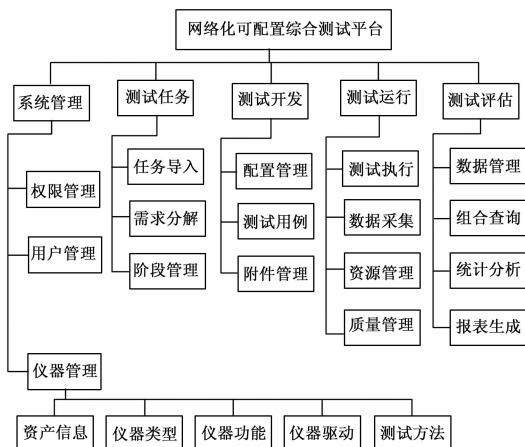


图 4 平台软件功能框图

围绕平台软件功能实现,平台具体实施的关键技术和方法如下所述。

5.1 系统管理

根据现场实际情况,平台可提供不同应用节点,根据系统用户角色的不同,提供不同的软件功能,计划人员可进行测试任务的导入及管理,质量人员可对产品数据进行在线检测,管理人员可对任务态势及成品率进行统计分析,其中技术人员可根据测试任务,根据测试方法、测试指标、测试参数的具体要求,提前进行测试文件的配置。

除了用户与权限的管理外,系统管理很重要的一个功能在于对仪器基础数据的管理,在这些仪器基础数据的建设基础上,才能进行测试用例的配置。

仪器基础数据管理重点是对仪器进行分类信息管理,同时对该类仪器能提供的功能方法进行管理,例如微波信号源这类仪器,虽然仪器厂家及型号众多,但都具备频率、功率设置这些同样的功能,这些相同的功能可以派生出基本的测试方法、参数属性,同时可以根据不同的型号进行不同仪器驱动的映射,据此进行基础的测试仪器驱动库、测试方法库的建设,并生成 XML 文件。

5.2 测试任务管理

在导入测试任务后,计划人员须进行测试工序的详细分解,测试开发人员须根据课题代号、产品图号、测试工序的测试需求进行测试文件的配置,并在数据库中进行关联管理,测试任务按照测试工序分配给相应的任务承担人员,由此实现任务信息与测试信息的融合和共享,测试人员可以根据测试任务直接进行测试用例文件的调用与执行,同时生成的测试数据也集成了测试任务信息。

5.3 测试开发

测试平台采用可配置共性测试技术进行测试用例的开发,由于测试方法是按照仪器的功能来管理,实现了与仪器型号的无关性,在测试用例配置过程中,根据具体的测试项目,通过 XML 文件来描述对测试方法的引用,配置具体的测试参数与合格判据,并按照测试流程对测试方法进行测试顺序的组织,一个测试配置文件由一个或多个测试项目组成,测试配置文件和产品测试工序的对应关系通过数据库来管理。

5.4 测试运行

测试人员在网页上根据测试任务启动测试用例前,需先在网页上运行测试插件并建立 ServerSocket 的监听端口,然后根据测试工位的仪器型号进行仪器的初始化。

在执行测试任务时,测试任务执行界面工作在 ClientSocket 模式,根据课题号、产品图号和测试工序加载测试用例配置文件,按照预先定义好的标记,进行测试配置文件的解析,根据已初始化的仪器型号进行测试指令的解析与打包,并通过 TCP/IP 协议发送给正在监听的测试插件,同时测试插件也将采集到的测量数据返回给 ClientSocket 的连接端口供 ClientSocket 读取,从而完成基于网页的测试过程执行。

由于 ServerSocket 与 ClientSocket 可以在本机或同一网段内的任意两台计算机间建立连接,所以测试执行网页即可以程控本机的测试工位,也可以遥控远程的测试工位,

在实现测试用例配置与基于网页的测试执行的同时,实现了远程测试,实现了分布式测试工位的网络化集成管理,这也是基于 B/S 架构的网络测控技术的先进之处。

5.5 测试评估

测试平台包含测试数据的在线质量检验、查询与统计分析等测试数据的评估功能,

测试平台能够方便地实现测试数据的多维度利用,是在于建立了测试数据的存储模型,测试数据不仅仅包含测试结果信息,更集成了任务、人员、计划、质量、过程状态等信息,同时使用 XML 技术进行测试数据模型的存储,利用 XML 文件结构化与可交换性的特点,实现测试数据的集中管理、分析和运用,使得测试数据可以进行追踪和挖掘。

6 测试平台的应用与分析

测试平台适用于各型号电子装备的研制生产保障任务,有效实现数字、模拟、射频电性能技术指标的共性参数测试和测试系统的通用化,适用于研制生产准备期间的测试任务管理及分解、测试过程中的现场测试任务启动和执行、测试数据提交和检验、生产全程监控的人员工作统计及资源管理等各个业务过程。

测试平台根据测试任务启动测试执行页面及在线质量检验页面分别如图 5、图 6 所示。

目前测试平台首期可选择的可程控测试仪器如表 1 所示。



图 5 测试执行页面

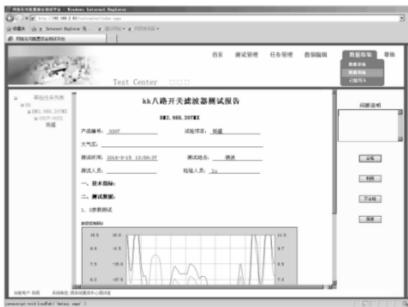


图 6 在线检验页面

表 1 可编程仪器列表

仪器类型	仪器名称	仪器型号
激励类	信号源	HP 公司的 HP83752
		RS 公司的 SMR20、SMR40、SMB100 等
		Agilent 公司的 E8257 等
		Anritsu 公司的 AN68XXX、AN3692 等
		41 所的 AV1486 等
测量类	频谱仪	RS 公司的 SMB100A 等
		RS 公司的 FSU、FSP 等
		41 所的 AV4036 等
		Agilent 公司的 E4440 等
		HP 公司的 ESA 等
	示波器	Anritsu 公司的 MS2830A 等
		Tektronix 公司的 TDS3000 等
		Tektronix 公司的 TDS7000 等
供电类	电源	Agilent 公司的 N5766
		Agilent 公司的 N670X
开关类	数字 IO	SWIEE 的 IO96 卡

基于目前测试平台可编程切换的测试仪器种类与底层驱动，测试平台提供的部分基本测试方法如表 2 所示。

表 2 可编程仪器列表

频谱仪测试类			
序号	测试方法	序号	测试方法
1	频率	4	增益/损耗
2	功率	5	抑制
3	带宽	6	相位噪声
示波器测试类			
序号	测试方法	序号	测试方法
1	幅度	3	脉宽
2	重频	4	周期
3	曲线	5	时间

基于这些基本的测试方法，测试平台可进行测试方法的组合与派生，并可根据电子装备的测试流程按照测试步骤进行测试文件的配置。

某型装备采用测试平台进行了等效辐射功率、灵敏度、脉宽适应性、频率精度、用电测试共 5 个测试项目的配置，并进行了网页执行测试与原单机软件的测试时间对比如表 3 所示。

表 3 测试时间对比表

	等效辐射功率	灵敏度
测试点数	33	10
原单机软件用时	72s	59s
网页测试用时	96s	85s

从表 3 可以看出，网页测试比单机测试的速度慢，这是由于每条测试指令都需要由经过网页下发并与测试插件通信，并通过测试插件完成对底层测试设备的控制采集，从表 3 还可以看出，由于不同的测试项目包含的测试指令条数是不一样的，所以引起的测试延时也是不一样的。网络传输引起的测试延时间是平台不能避免的，但是可以通过优化测试方法，将单机测试中原本需要在测试步骤间预留的延时取消，直接利用网络传输延时来代替，从而将测试速度控制在合理的范围内。

测试平台基于测试方法进行配置开发，会随着测试项目的不断实施，仪器驱动的扩展，测试方法的积累，使得测试平台的测试覆盖率越来越广泛。使得测试软件开发效率越来越高，测试平台只是一个软件框架，需要在实际的应用中逐步完善。

7 结论

基于 B/S 架构的网络化可配置综合测试平台突破了以往测试软件只能运行在计算机客户端的局限性，除了必要的硬件驱动与测试插件外，不需在测控计算机上安装测试软件，网页软件在后台统一管理更新，同时保证了测试程序集版本的唯一性。

平台的先进性还体现在平台的可扩展性，可在软件平台的框架上，直接进行仪器驱动、测试方法等基础数据的补充，结合被测对象的个性要求进行测试流程的配置，在实现针对不同被测对象的测试过程中，能够逐渐完善、积累大量的功能模块库，使测试能力的建设效率越来越高。

基于 B/S 架构的网络化可配置综合测试平台即减少了自动测试系统的低水平重复建设，采用信息化管理技术与网络化自动化技术的融合，实现了电子装备的过程测试、系统检测及环境试验验证等各个研制生产环节的联网检测，可以实现测试工序、测试数据与研制生产信息、质量信息等的集成管理，是实现电子装备全流程管理的重要环节，是实现电子装备全生命周期测试、维护、维修保障管理的行之有效的全新的技术手段，是进行电子装备测试能力的发展和整体提高的有力途径。

参考文献：

[1] 黄孝利, 等. 装备仿真测试技术 [M]. 北京: 兵器工业出版社, 2008.

[2] Aitken P G. 微软 XML 技术指南 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.

[3] 徐勇军, 等. 物联网关键技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.

[4] 余来文, 等. 互联网思维 [M]. 北京: 经济管理出版社, 2014.