

通用测试设备验证评估系统设计

张冠兵¹, 孟亮², 周龙², 邰黎明²

(1. 中国人民解放军 94754 部队 99 分队, 浙江 嘉兴 314000; 2. 北京航天测控技术有限公司, 北京 100041)

摘要: 部队现有通用测试设备均按照相关标准研制设计, 贯标的程度对检测结果产生很大影响, 为验证通用测试设备执行标准的规范程度, 设计了一套验证评估系统, 该评估系统具备体积小、资源广、易操作等特点, 可以从仪器级、系统级、软件级三个层次对通用测试设备进行评估验证; 应用结果表明, 该评估系统很好地对测试设备的贯标程度进行了量化评价, 在部队测试设备的标准化程度检验上具有一定的实用性和推广性。

关键词: 通用; 测试设备; 评估系统; 仪器

Design of Evaluation System for Universal Test Equipment

Zhang Guanbing¹, Meng Liang², Zhou Long², Huan Liming²

(1. 94754 Unit of PLA, Jiaxing 314000, China;

2. Beijing Aerospace Measurement & Control Technology Co., LTD., Beijing 100040, China)

Abstract: The design of existing universal test equipments are in accordance with the relevant standard, The standards of degree has a great influence on the test results, In order to verify the standard of the general test equipment, a set of verification and evaluation system is designed, The evaluation system has the characteristics of small size, wide resources, easy operation and so on. To assess the test equipmen from three levels: the instrument level, system level, software level. The application results show that the evaluation system of the test equipment of mark of be linked together degree of quantitative evaluation, has certain practicability and popularization in the Army test equipment standardization of inspection.

Keywords: universal; testing equipment; evaluation system; instrument

0 引言

近年来, 随着相关军标的逐步制定、完善和实施, 军用装备的设计制造有了更加严格的规范和要求, 同时装备的贯标问题也日益突出, 尤其对于通用测试设备而言, 作为多型武器装备测试的标准设备^[1], 其研制和生产过程中是否贯标以及贯标的程度将对检测结果产生很大影响, 因此急需开展针对通用测试设备贯标程度的验证评估系统研究设计。

美国较早就展开了对 TPS (Test Program Set 测试程序集) 验证评估方面的研究, 制订并颁布了不少有关 TPS 方面的军用标准, 例如《被测装备与 ATE 的兼容性要求》^[2]、《TPS 一般要求》^[3]等。泰瑞达公司开发的 LASAR (逻辑自动激励与响应) 软件是用于数字电路测试开发和逻辑分析的仿真软件系统, 它可以帮助测试工程师选择高质量的测试激励, 并给出对测试激励的评价数据, 辅助测试工程师改进测试激励^[4]; 美国 Naval Air Systems Command 利用 Qualtech 公司的测试性工程和维修系统软件 TEAMS (Testability Engineering and Maintenance System) 开发了测试程序开发验证软件环境^[5]。

国内目前只开展了针对电路板的验证评估系统研究, 也就是所谓的板级评估系统, 但针对系统级 (如通用测试设备) 的验证评估系统尚属空白。

1 总体设计方案

1.1 基本架构

通用测试设备验证评估系统是一套基于 PXI 和 LXI 的总线式系统, 主要由评估程序、评估模拟器、测试适配器组成, 如图 1 所示, 其中通用测试设备为评估对象。

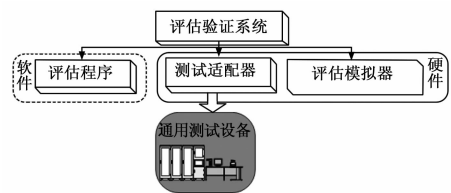


图 1 验证评估系统基本架构

验证评估系统硬件设备主要包括两部分: 1) 评估模拟器, 用于模拟出通用测试设备的不同应用环境; 2) 测试适配器, 用于实现评估模拟器与通用测试设备的连接。

验证评估系统软件主要为评估程序, 通过运行系统级测试流程及板级测试流程覆盖通用测试设备测试资源全部功能、输出范围及性能指标, 同时对测试过程中生成的有效数据进行分析处理, 得出综合评估结论。

1.2 评估模拟器总体结构

评估模拟器在结构上主要由通用测试模拟机箱及 LXI 矩阵开关组成, 结构尺寸如下:

模拟机箱: 4U (H) × 445.5 mm × 500 mm;

矩阵开关: 1U (H) × 445.5 mm × 500 mm;

考虑到评估模拟器的散热, 将通用测试模拟机箱放置在矩

收稿日期: 2016-03-10; 修回日期: 2016-04-19。

作者简介: 张冠冰 (1984-), 男, 本科, 主要从事测试自动化控制与管理方向的研究。

阵开关上方,并设计侧面板结构附件将模拟机箱与矩阵开关紧固连接,侧面板设计散热孔;评估模拟器前部设计 VPC G10 阵列接口固定结构件,用于对接适配器;设备顶部设计安装 KVM (鼠键显示一体化),如图 2 所示。

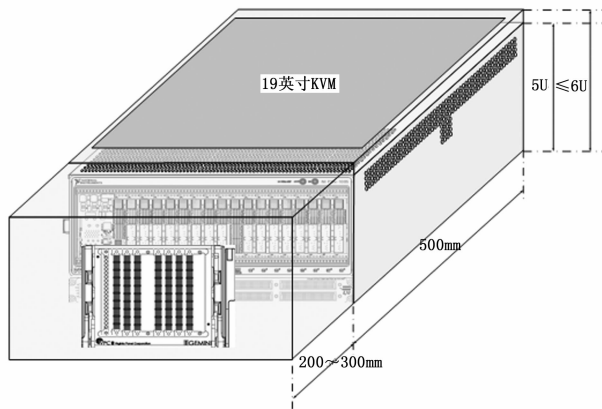


图 2 评估模拟器整体结构示意图

2 硬件设计

2.1 评估模拟器

评估模拟器是验证评估系统的重要组成部分,具备通用化、资源可重构等特点,可以提供丰富的仪器资源,用于模拟出通用测试设备的不同应用环境。图 3 为评估模拟器的原理组成图。

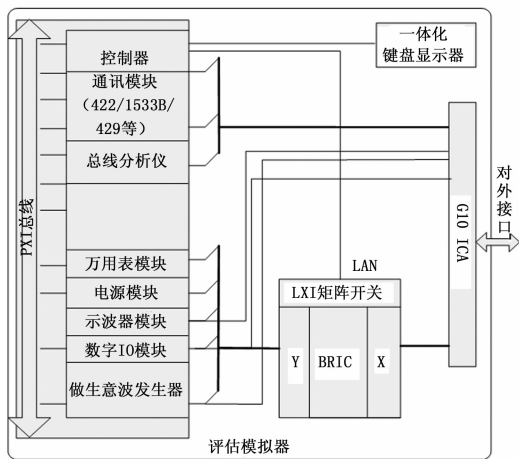


图 3 评估模拟器原理组成图

评估模拟器由 PXI 总线测量仪器、LXI 总线矩阵开关、一体化键盘显示器和 ICA 适配装置组成。其中 PXI 总线测量仪器放置在 18 槽便携机箱,并配置嵌入式控制计算机;LXI 矩阵开关选用 PICKERING 公司的 60-555-006,该型号矩阵开关具有双公共模拟通道,双线 8×384 开关模块,由 6 组 8×64 子开关模块组成,模块具有集成化高、控制灵活的特点,可以实现多信号通断、切换控制。

模拟器中的所有通讯模块、总线分析仪、示波器、数字 IO 和任意波发生器等仪器资源直接连接到模拟器的 ICA 接口,其中,示波器、数字 IO 和任意波发生器同时连接到多模拟通路开关矩阵的 Y 总线上;万用表、电源等资源连接到 LXI 矩

阵开关的 Y 总线上,多模拟通路开关矩阵的 X 总线端连接到 ICA 接口上,通过矩阵开关的切换,实现了测试资源的可重构。

2.2 测试适配器

根据应用需求,测试适配器分为系统测试适配器和板级测试适配器,系统测试适配器用于评估通用测试设备整体,板级测试适配器用于评估通用测试设备内部的仪器板卡。

2.2.1 系统测试适配器

系统测试适配器是评估模拟器与通用测试设备之间进行电气和机械连接的一个装置。

系统测试适配器与通用测试设备之间的接口对接符合规范要求,采用 VPC9025,适配器与验证评估系统接口采用 VPC G10 接口。

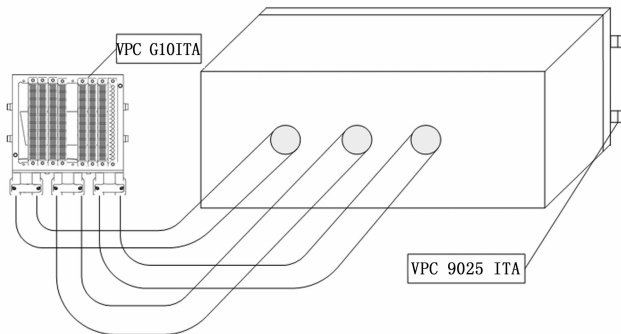


图 4 系统测试适配器结构示意图

系统测试适配器采用“机箱+内部线缆转接”的结构形式,主要包括外部结构和内部结构。如图 5 所示。

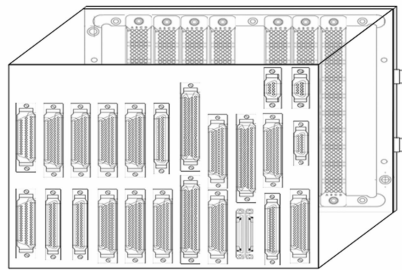


图 5 板级测试适配器示意图

外部结构包括结构框架、前面板、上盖、侧面板、底面板、后面板及 ITA 框;内部结构主要包括连接电缆、转接板及固定件。

系统测试适配器前面板引出 VPC G10 ITA 接口,用以评估模拟器,如图 4 所示。

2.2.2 板级测试适配器

板级测试适配器是评估模拟器与通用测试设备仪器模块 (PXI 模块输入输出接口) 之间进行电气和机械连接的一个装置。

板级测试适配器与通用测试设备仪器模块之间的对接符合规范要求,采用 J30JA 系列矩形电连接器、SMA 同轴连接器、DB9 矩形连接器、香蕉插座等,适配器与评估模拟器采用 VPC G10 接口,采用的模条型号及信号定义与通用测试模拟装置端一致。

板级测试适配器采用“机箱+内部线缆转接”的结构形式,主要包括外部结构和内部结构。

外部结构包括结构框架、前面板、上盖、侧面板、底面板、后面板及 ITA 框; 内部结构主要包括连接电缆、转接板及固定件。

3 软件设计

系统软件主要为评估程序, 通过对系统级评估测试流程和板级评估测试流程的运行结果进行综合分析和判断, 进而得出评估结论, 图 6 为验证评估系统软件总体架构图:

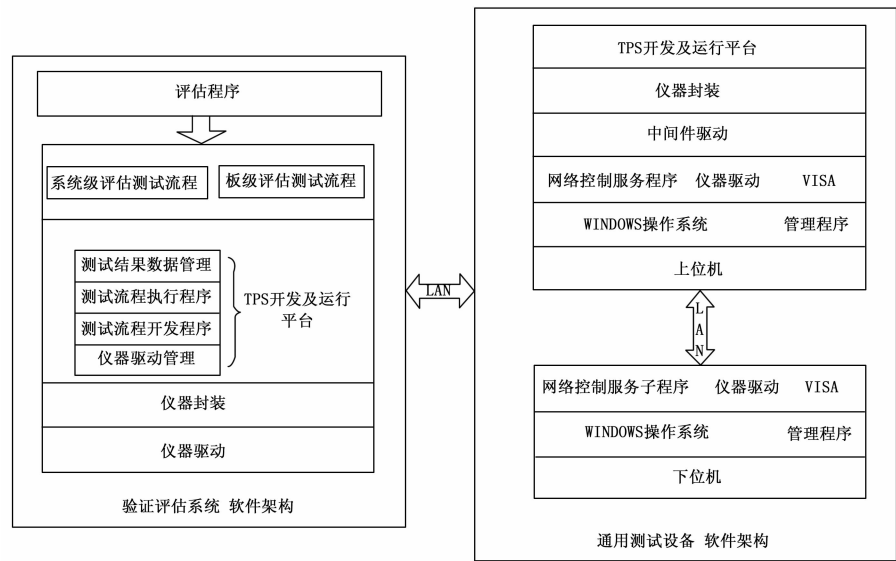


图 6 验证评估系统软件总体架构图

评估程序是整个软件架构的最顶层, 运行基础包括验证评估系统的仪器驱动、仪器封装, 以及通用测试设备上、下位机的仪器驱动、中间件驱动、仪器封装、网络控制服务程序^[6]; 其主体部分为评估测试流程、TPS 开发及运行平台; 评估测试流程分为系统级评估测试流程和板级评估测试流程, 流程能够控制验证评估系统产生符合规范的信号输出, 并控制通用测

试设备相应测量仪器采集标准信号, 形成测量结果数据, 流程的设计覆盖通用测试设备测试资源的全部功能、输出范围及性能指标检查。

验证评估系统通过网络与通用测试设备连接, 实现测试设备内所有仪器的控制。

4 结束语

本文根据实际需求, 设计了一种测试设备验证评估系统, 该系统可以对按照标准研制的设备进行贯标评估, 文中给出了验证评估系统的基本架构、硬件组成以及软件架构, 通过实际的测试验证, 系统性能稳定, 指标评估可靠, 对验证评估系统的研究及发展起到了牵引和指导作用, 可在相关领域进行推广。

参考文献:

[1] 杨泽望, 苏建刚. 基于 PXI 总线的制导弹药通用测试系统设计 [J]. 火力与指挥控制, 2004, 29 (6): 90-93.

[2] MIL-STD-2076, Unit under test compatibility with automatic test equipment general requirements for notice 1 [S]. 1991.

[3] MIL-STD-2077, General requirements for test program sets [S]. 1978.

[4] 白天, 郭明. 电路板 TPS 验证评估系统设计 [J]. 电子设计工程, 2011, 19 (13): 127-129.

[5] Deb S, Pattipati K R, Raghavan V, et al. Multi-signal flow graphs: a novel approach for system testability analysis and fault diagnosis [J]. Aerospace and Electronic Systems Magazine, IEEE, 1995, 10 (5): 14-25.

[6] 程小郎, 吴勇, 张建东, 等. 基于 PXI 的机载面板 I/O 模块通用测试系统研制 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 11 (17): 3963-3968.

参考文献:

[1] 邓聚龙. 灰色系统理论教程 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1992.

[2] Zhao D Y, Song H, A method of ameliorative multi-objective synthetic evaluation based on entropy weight and its application [J]. Journal of Ordnance Engineering College, 2001, 13 (3): 47-51.

[3] 邹志红, 孙靖南等. 模糊评价因子的熵权法赋权及其在水质评价中的应用 [J]. 环境科学学报, 2005, 25 (4): 552-556.

[4] 苏航. DEA 交叉效率评价模型研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2013.

[5] 刘思峰, 谢乃明. 基于改进三角白化权函数的灰评估新方法 [J]. 系统工程学报, 2011, 26 (2): 244-250.

[6] 何逢标. 综合评价方法 MATLAB 实现 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2010.

[7] 孙捷华, 刘卫宁, 宋伟. 基于相对熵的决策属性均衡性评价模型 [J]. 系统工程理论与实践, 2001, 6: 83-85.

(上接第 300 页)

率 $y_1=0.9648$, 方案 2 的任务规划效率 $y_2=0.9221$. 可知方案 1 的保障规划更合理。

5 结论

提出了采用任务规划工期、人员利用率和人员数量时间分布 3 个保障方案评价参数, 并对人员利用率及人员数量时间分布分别应用白化权函数和熵权法进行分析, 并用实际案例对飞机再次出动保障方案评价进行了分析, 最终通过对比得到了飞机再次出动最优保障方案, 很好地完成了飞机再次出动保障方案效率分析。

研究结果表明, 利用白化权函数和熵权法对选取的任务规划工期、人员利用率和人员数量时间分布 3 个评价参数进行分析可以得到很好的保障优化方案。能够在保障方案达到时间最优 (即工期最短) 的基础上, 实现人员利用率较为平均, 且在每时刻的人员数量较为均衡, 使保障方案更加合理。