

基于自动测试的民用飞机机载电子设备维修研究

Study on Civil Aviation Avionics Equipment Maintenance Based on Automatic Test

上海飞机设计研究院四性与产品支援设计研究部 牛俊峰



牛俊峰

工程师，硕士学位。现就职于中国商飞上海飞机设计研究院四性与产品支援设计研究部。研究方向为民用飞机地面支援设备设计及测试。

机载电子设备的自动测试能力决定了后期航线使用维护成本的高低,参考民用飞机 ARINC625 标准,民机制造商和机载电子设备供应商之间签订的与最终购买协议相关的详细的权利和义务关系到航空公司用户是否支持或指定测试系统的供应商。

过去的机械连接。当前民用飞机机载电子设备变得越来越先进,需要测试的参数多、精度高。机载电子设备的自动测试能力决定了后期航线使用维护成本的高低,参考民用飞机 ARINC625 标准^[1-2],民机制造商和机载电子设备供应商之间签订的与最终购买协议相关的详细的权利和义务关系到航空公司用户是否支持或指定测试系统的供应商。

民用飞机机载电子设备自动测试系统国内外发展趋势

法宇航公司(EADS)自1991年开始研制出的新一代自动测试平台,采用了国际测控领域流行的VXI总线硬件结构和SMART标准体系,其最具代表性的通用测试平台:ATEC6系列,用于B737NG、B777、A319、

A320、A330、A340等大型民航客机机载设备的测试和维修。平台采用了航空无线电标准的ARINC-608A接口^[3],具备后续扩展能力,可以将航线可更换组件(LRU)故障迅速隔离到内场可更换组件(SRU)。目前,ATEC6系列已在空客飞机、欧洲战斗机、波音飞机、法国战斗机等30多种飞机的LRU测试中得到应用。ATEC6系列的通用测试平台可根据用户要求灵活配置软硬件结构并允许添加新的测试程序到测试程序集(TPS)软件包中^[4],且拥有综合的TPS库。图1所示为ATEC Series6自动测试设备。

目前,国外自动测试系统(ATS)正朝着通用化、网络化、标准化的方向迈进。包括构建通用化自动测试系统,实现软硬件测试资源共享;规

现代飞机普遍使用航电系统,在空客A380和波音787飞机中,航电系统将影响那些传统认为不是航空电子设备的部分。例如,液压、气动和环境控制系统。在“多电飞机”中,液压系统与作动器的互连采用电传操纵技术,由电子控制模块替代

范软件开发过程,提高测试设备的互换性和通用性,实现测试程序集 TPS 的可移植性和可重用性;采用开放的商业标准和工业标准,减少测试系统软、硬件的开发和升级费用;构建网络化测试系统,实现测试过程的远程控制与远程故障诊断;构建高性能测试系统,优化测试序列,缩短测试时间等^[5]。



图1 ATEC Series6 自动测试设备图

民用飞机机载电子设备自动测试要求

民用飞机机载电子设备自动测试标准 ARINC 625 发表在 90 年代中期,最初只为定义航线可更换件的自动测试设备(A TE-testable LRU)。它涵盖了技术支持和数据包(TSDP),航电系统的原始设备制造商(OEM)应提供第三方测试程序集(TPS)作为优质的测试解决方案。ARINC625 标准覆盖了航线可更换件(LRU)、手动和自动测试设备(A TE)等部分。

2.1 自动测试协议相关定义

通用自动测试设备(GPATE):可以运行多种测试程序集(TPS),用于不同应用和功能的航线可更换件(LRU)测试,且航线可更换件(LRU)来自于多种不同的供应商。

意向书(LOI):买方与供应商之间签署的买方申明选择此供应商的文件。购买者与供应商的所有义务都会在最终购买文件中详细说明。

产品支持协议(PSA):买方和供应商之间签订的与最终购买协议相关的详细的权利和义务,关系到买

方的航空公司用户是否支持或指定供应商。

返修服务(RTS):质量评估申明一个在可接受的特定参数下设计及操作的单元,可以在部件或系统中进行重新安装。

测试规范(TS):定义需要与产品规格验证一致性的测试文件,不提及任何特定的测试设备或测试方法。一份商店认证测试规范应该是一个通过自动测试设备(A TE)硬件上实施商店认证的测试规范。运行在一个特定的通用自动测试设备(GPATE)上的测试程序可作为一份商店认证的测试规范,作为另一个自动测试设备(A TE)模型上运行的测试实现源文件。

技术支持和数据包(TSDP):数据包包括完整的资料,可以允许第三方在供应商要求的最少额外工程支持下,进行供应商的产品返修服务测试。

2.2 自动测试一般要求

民用飞机标准 ARINC 625-2《组件测试发展和管理用行业指南 2007. 含补充件 1-2》规定了民用飞机机载电子设备自动测试系统的一般要求,包括如下项目:

(1) 基本要求。

民机制造方需强制执行航空公司用户或是指定者的权利,保证供应商的产品不会流失。航空公司用户或是指定者允许其选择用于供应商产品(包括测试和故障隔离)返修服务的地面测试设备。

提供给航空公司客户或是指定者的维修包应当含有关于供应商产品所有的必要文件,但不限于下列:详细的部件维修手册(CMM)、相关的技术支持数据包。民机制造方支持通用测试,可使其航空公司客户最终受益。

(2) 时间要求。

任何飞机在服务中使用的产品,此协议将持续全面生效。

(3) 使用范围要求。

任何供应商的产品被定义为 LRU,可以使用自动测试设备(A TE)进行测试。关于一个 LRU 在多功能自动测试设备(A TE)上是否经济可测的最终决定权在民机制造方。

(4) 自动测试设备选择要求。

为了经济原因及航空公司用户的利益,民机制造方应当支持在通用自动测试设备上测试方案的研发。在限制范围内,如在 FAR-145^[6]、CCAR-145^[7] 要求范围内,航空公司用户及指定者可以选择自动测试设备产品(硬件和软件)。

供应商的维修文件中不得以任何方式迫使航空公司用户,或指定者选择任何特定的测试设备或测试方法。图 2 所示为航电部件自动测试的分工界面。

2.3 自动测试系统产品支持协议要求

自动测试系统产品支持协议须包括如下项目。

(1) 可在 A TE 上测试的航线可更换单元(LRU)文件。

根据 ARINC 625-2 标准规定,供应商都应该建立及提供完整准确,没有含糊用语的技术支持数据包(TSDP),充分落实航线可更换单元(LRU)测试和故障隔离。使用 ATLAS 语言用于测试规范是被允许并鼓励的^[8]。

供应商应当提供关于验证规范所选择的方法和标准的完整信息。供应商应证明规范已经成功地由 A TE 平台或者手动测试平台执行并验证,并提供测试规范和商店认证规范之间的可追溯性^[9]。

测试规范应当包括:

a. 每个请求试验程序源代码的清晰评述和注解,包括测试在线可更换单元(On Board Replaceable Module)的试验程序;

b. 软件加载工具规格和/或可执行的数据集。

(2) 在投入服务之前:

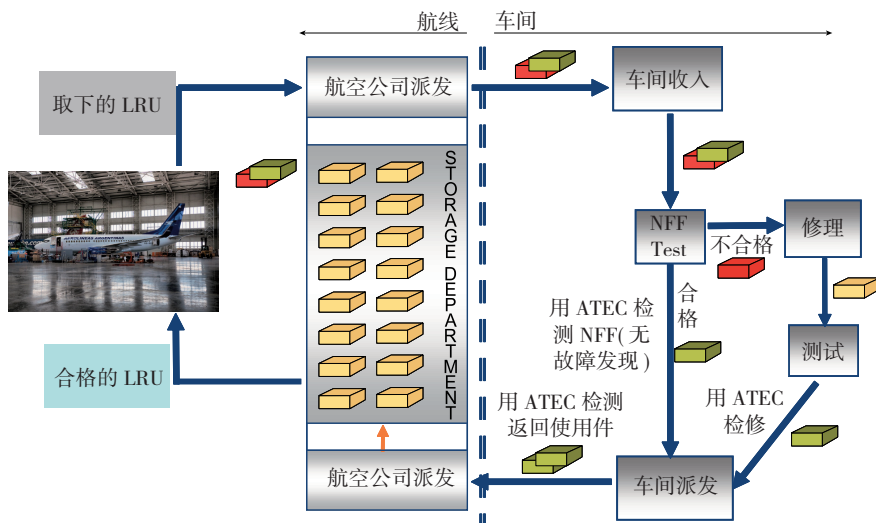


图2 航电部件自动测试工作界面

a. 投入服务的测试方案需要符合 ARINC 625-2 规定的质量标准;

b. TSDP 应当及时提供给 TPS 开发者,以便能在第一个 LRU 投入航空公司或者指定者服务之前完成 TPS;

c. 供应商应当提供给航空公司用户,或指定者初步的 TSDP;

d. 提供技术支持数据包,包括但不限于:

- 带有测试策略的测试规范和一般信息;

- 带有详细测试信息和详细测试标准要求的测试规范,下载入飞机装载软件非易失性存储器,并初始化、校准;

- 详细的被测试单元(Unit Under Test)性能特点;

- 资源码与规格兼容;

- LRU 输入 / 输出原理图;

- 装载 LRU 和足够的工程支持;

- 提供部件维修手册(CMM)、商店认证测试规范和技术支持数据包。

(3)在投入服务后:

产品的修改版本发行后, TSDP 的变化应当提供给民机制造方及他的航空公司客户或是指定者。供应商在合理的时间框架内应当提供足够的资料、航线可更换单元和工程支

持。其包括两种情形应当加以区分:

a. 测试规范没有被修改所影响:在这种情况下,供应商的服务公告应当声明现有的测试规范没有被修改影响。

b. 测试规范因为修改而改变了:目标是在修改后的航线可更换单元投入服务时获取商店认证的测试规范;供应商应依照交货时间表通知民机制造方源文件的修改。供应商的服务公告应当提供新的商店认证测试规范的参考。

民用飞机机载电子设备自动测试合作方式探讨

关于飞机的服务部件(包括测试和故障隔离), ATEC Series6 是较好的通用性自动测试平台。它在全球范围已经是飞机供应商和航空公司在通用自动测试设备所普遍使用的标准平台,在全球已有超过 400 台 ATEC 系列测试台投入使用,已开发交付了 4500 套测试程序集,其中包括:波音、空客、泰雷斯、霍尼维尔、赛峰等公司。ATEC Series6 自动测试台适用于国人民用飞机的航电测试。

1 自动测试合作方资格要求

自动测试合作方资格需具备如下要求:

(1)拥有的测试程序集(TPS)库是世界上领先的;

(2)拥有被普遍使用的通用自动测试系统;

(3)拥有多年的行业测试经验;

(4)普遍使用 SMART/ATLAS 编程语言;

(5)拥有先进的技术方法和质量保障体系。

民机制造方应当重视和考虑合作方资格考察这个重要问题,应当对飞机机载电子设备供应商有约束力,要求飞机机载电子设备供应商提供产品的部件维修手册(CMM)和测试规范以便开发 TPS。

2 机载电子设备总装自动测试要求

民用飞机总装的机载电子设备成品检验,需要具备对飞机机载电子设备供应商部件的检验能力。飞机机载电子设备供应商需根据产品支持协议开发出相应版本的测试程序集(TPS),配合通用自动测试系统(GPATS),实现飞机总装的机载电子设备成品检验问题^[10]。这样,民机制造方对研制的飞机,不仅解决了质量、可靠性和总装进度问题,也解决了飞机研究试飞阶段的机载电子设备产品支援难题。

结束语

我国民用飞机机载电子测试设备研制方面的水平较之以前有了很大的技术进步,测试设备研发业务逐渐成为国内航空维修企业为国内外航空客户提供航空综合服务当中的骨干业务之一。采用国外先进的自动测试平台,并根据产品支持协议要求配备飞机机载电子设备供应商搭载的测试程序集(TPS)为提高我国民用飞机客户服务优势、增强客户服务技术实力具有很强的现实意义^[11]。

本文共有参考文献 11 篇,因篇幅所限,未能一一列出,读者如有需要,请向本刊编辑部索取。(责编 三丰)