

军用飞机自动测试系统被测对象分析确认

杨东, 成鹏展, 谢娜

(第一飞机设计研究院, 西安 710089)

摘要: 目前对军机 ATS 的研究关注点大多着眼于具体 ATE 平台以及 TPS 等的技术实现, 而并未从飞机级总体需求出发, 进行系统性的需求分析研究; 为提高 ATS 的效费比, 解决维修体制改革中 ATS 可能面临的问题, 需要深入分析军用飞机测试需求; 文章从两级维修体制的保障需求出发, 立足于机载设备的属性以及 ATS 在军用飞机二级维修体制中的用途定位, 进行军用飞机自动测试系统被测对象的分析确认研究, 确定了分析确认过程初步筛选和深度分析确认两步走的策略, 并提出了两步走中需要着重考虑的关键因素; 文章研究针对性强、具有良好的可行性, 对合理确定 ATS 体系规模、功能性能要求意义重大, 能够对航空领域飞机装备 ATS 的设计研制、试验验证、装备集成、维护保障等各个环节的工作提供支撑。

关键词: 两级维修; ATS; UUT

System Measured Object Analysis Confirmed that the Automatic Test for Military Aircraft

Yang Dong, Cheng Pengzhan, Xie Na

(The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China)

Abstract: At present, most researches on ATS of military aircraft focus on the specific ATE platform and the technical realization of TPS, rather than the systematic demand analysis and research based on the overall demand of aircraft. In order to improve the cost-effectiveness of ATS, we can solve the problems that ATS may face in the maintenance system reform. An in-depth analysis of military aircraft testing needs is needed. Based on the protection requirements of the two-level maintenance system, based on the attributes of airborne equipment and the use of ATS in the secondary maintenance system of military aircraft, this paper conducts an analysis and confirmation study of the object of the military aircraft automatic test system, and determines the analysis and confirmation process. The preliminary screening and in-depth analysis confirmed the two-step strategy and proposed the key factors that need to be considered in two steps. The research in this paper is highly targeted and has good feasibility. It is of great significance for the reasonable determination of the scale and functional performance of the ATS system. It can provide work for the design, test verification, equipment integration and maintenance support of aircraft equipment ATS in the aviation field.

Keywords: Bi-level maintenance; ATS; UUT

0 引言

在现代战争中, 测试技术对武器装备发展的支撑作用越来越突出, 综合测试及故障诊断能力已经够成为制约武器装备作战效能的关键因素^[1]。近几年来, 航空工业发展迅猛, 计算机技术的应用日益广泛, 航空机载电子设备日趋复杂。在新型飞机上, 机载电子设备 90% 以上均采用了微处理器控制和系统监控, 机载大型计算机设备还采用多 CPU 分系统控制^[2]。为了适应新装备的发展要求, 保障装备的完好性, 就必须采用 ATS 来实现武器装备的故障诊断^[3], 以确保航空飞机装备处于良好的战备状态。

自动测试系统 (ATS) 是指一个完全集成的由计算机控制的电子测试设备和相关设备的硬件、软件、文档和辅助内容, 旨在验证被测单元 (UUT) 的主要功能, 并对被测单元自动进行测试、故障诊断、数据处理、存储、传输,

并以适当方式显示或输出结果的系统。ATS 由与 UUT 无关的通用自动测试平台 (ATE) 和与 UUT 密切相关的测试程序集 (TPS) 两部分组成^[4]。自动测试系统对于提高综合测试以及故障诊断能力、发挥装备使用效能、降低测试成本、降低费效比具有重要意义^[5]。

目前, 国内对军机 ATS 的研究关注点大多着眼于具体 ATE 平台以及 TPS 等的技术实现, 而并未从飞机级总体需求出发, 进行系统性的需求分析研究。因此往往导致 ATS 需求定位不准, 需求分析不充分, 功能定位与现役装备部队维修体制、专业分工等需求不协调。而选择哪些飞机机载设备进行测试, 则是 ATS 需求分析的第一步, 直接影响到整个 ATS 方案的规划和 ATE 平台的设计实现。本文旨在提出需求分析中的被测对象确认方法, 用于指导军用飞机 ATS 的需求分析和方案设计。

1 ATS 被测对象确认的立足点

1.1 维修体制变革

国内在役飞机大多数采用三级维修体制: 即基层级、中继级、基地级。目前, 装备维修体制正处于从三级维修

收稿日期: 2019-03-14; 修回日期: 2019-04-22。

作者简介: 杨东 (1983-), 男, 山西怀仁人, 高级工程师, 主要从事测试性和自动测试系统的研究和设计工作方向的研究。

向两级维修发展的过渡阶段^[6]。二级维修体制即取消中继级维修机构,只保留基层级和基地级维修机构,原有的中继级维修工作相应的分到基层级和基地级。采用二级维修体制,简化了飞机的维修内容和维修人员编制,减少了维修设备和备件的外场储存量^[7]。

现代装备提倡两级维修,就必须提高基层级故障诊断能力、减少检测和隔离时间,这成为各种测试设备的设计目标。实行两级维修后,基层级故障诊断职能的加强和基地级维修工作量的加大,需要机载状态监控技术和故障诊断技术、ATE 和 BIT 技术等一系列测试技术的发展作为保证^[8]。

1.2 立足点

从 ATS 的功能属性的角度看,ATS 属于测试类保障设备,从传统的保障设备需求分析的角度看,ATS 的需求应该来源于维修人员提供维修活动的技术文件^[9],包括预防性维修大纲、维护手册规程等。但是,在现有的军机维修体制下,ATS 的作用非常有限,现有的军机已经有成熟的检测类保障设备和保障模式,因此对 ATS 的需求并不迫切,且 ATS 可能与现有的部分二级检测类保障设备功能重复。

因此对于军用飞机 ATS 的需求应该具有前瞻性,并非基于现有的维修现状,而是应该基于二级维修体制建设,加强部队测试诊断能力,立足于支持未来的二级维修体制测试保障的需要。

2 二级维修体制中 ATS 的功能及用途定位

军用飞机自动测试系统主要用于完成航电、特设、军械等专业相关机载设备的功能检查、性能测试、故障诊断和性能调校。

二级维修体制要求二级维修设备具有更强的故障定位能力^[10]。使得故障判断更为准确,从而可以减少不必要的更换和维修,减轻运输保障负担和基地级维修的工作量。因此,从维修体制变革的需求来看,ATS 应该具有对飞机机载成品的状态确认和故障隔离功能。

此外,从航材精细化管理的角度考虑,ATS 应该支持军用飞机航材的出入库检验。

基于以上分析,二级维修体制下 ATS 的用途主要为以下几个方面:

1) 状态确认:对从机上更换下的疑似故障 UUT,在内场依托 ATS 进行状态确认,支持外场排故;支持完成 UUT 调校,对修理后的 UUT 进行状态确认;

2) 故障隔离:利用 ATS 将故障隔离至内场可更换单元(SRU);

3) 器材保障:在被测对象(UUT)装机前、航材入库前、航材送修前和外出执行任务携行航材时,利用 ATS 对 UUT 进行检测,确认其工作性能;

4) 离位定检:支持机载设备进行离位定检。

3 被测对象分析确认策略

从 ATS 在军用飞机二级维修体制中的用途定位可以

看出,军用飞机自动测试系统的主要功能是能够完成航电、特设、军械等专业相关机载设备的功能检查、性能测试、故障诊断和性能调校,主要用途是用于机上机载设备的故障确认、故障隔离、器材保障和支持修复性维修。因此,单纯从功能和用途的角度考虑,机上所有的带电的设备都可以通过 ATS 去检测,但是这样将会导致以下问题:

1) 对 ATE 平台资源需求过多,ATE 平台规模庞大,影响整个 ATS 的转场运输和机动性;

2) 资源需求大,通用化程度过高,造价高昂,经济性低;

3) 由于 ATS 自身的价格较高,用户只会配有少量的 ATS;因此过高的通用化程度将可能影响测试效率,导致部分的疑似故障件得不到及时的测试,从而影响飞机保障。

基于以上原因,不可能对机上所有的机载电子/电气类设备使用 ATS 进行检测,因此有必要对机载设备进行筛选,选择合适的被测对象。被测对象的筛选实质上就是在 ATS 测试资源规模、经济性和通用化程度之间进行综合权衡,得出最优方案。

因此,在进行 ATS 被测对象分析确认时,结合工程项目经验,制定两步走的策略:即先根据 ATS 的功能使命定位和机载电子/电气类设备的特点,进行初步筛选,选择合适并且可能需要 ATS 去进行检测的机载设备;之后针对初步筛选出来的被测对象,逐个进行深度分析,进行最终的确认分析。

4 被测对象的初步筛选

4.1 适用于 ATS 进行检测的机载设备

基于 ATS 的功能用途使用定位,适用于 ATS 进行检测的机载设备主要包含以下几类:

1) 包含多个 SRU,有进行 SRU 级故障隔离需求的机载设备。如某型射频前端设备、某型显控分系统、某型无线电接口单元、某型音频设备等内置多个 SRU,需在基层级通过 ATS 将 LRU 故障隔离到 SRU,所以此类 LRU 应被确定为 ATS 检测对象;

2) 在维修保障中有离位定检需求的 LRU。如某型接收/处理组合单元、某型发电机控制器、某型静止变流器、某型主蓄电池控制盒等有离位定检需求,部队基层级维修可通过 ATS 实现其定检,所以应被列为 ATS 检测对象;

3) 可以使用 ATS 进行故障确认的 LRU。在外场综合诊断后会出现疑似故障件,需通过 ATS 对疑似故障件进行测试,以便确认机载设备状态。据多家成品单位外场部统计数据显示,外场疑似故障件返所检测后确认为完好件的比例较高,如果外场通过 ATS 进行检测可不必返所,降低疑似故障件维修费效益;

4) 根据维修维护需要,有器材保障需求的 LRU。

4.2 不适用于 ATS 进行检测的机载设备

基于 ATS 自身特点,结合目前国内外的 ATS 的测试特点,不适用于使用 ATS 进行检测的机载设备主要有以下

几类:

1) 传感器类设备: 传感器类设备一般需要输入精确的非电类物理量, 如温度、压力、位移等, 而 ATS 一般只对电物理量进行测试; 此外, 传感器往往需要按规定的周期送计量部门按照专用的检定规程进行检定, 因此没有使用 ATS 进行检测的必要。如某型油液污染检测传感器、某型座舱压力传感器、某型温度传感器和某气压传感器等基于上述原因无法用 ATS 对其性能进行检查。

2) 控制面板类: 控制面板类设备面板上都有控制开关或(和)调节旋钮, 内部常有多块较小的功能电路板, 通过工程经验了解到, 控制面板类设备电路简单、性能稳定、工作可靠、故障率低; 且一般在进行测试时需要人工手动去控制开关或(和)调节旋钮, 因此此类设备无法进行自动测试, 因此使用 ATS 进行测试的必要性不强。如某型音频设备的音频控制面板、简易控制面板和维护控制面板, 某型自卫电子对抗分系统的电子战控制面板等由于内部由多个功能板和独立元件组成, 在维修过程无法对这类设备内部部件维修, 无法用 ATS 对其性能进行检查。

3) 带有电机的机电类设备: 该类设备检测项目中都有功率测试和扭矩测试、绝缘强度等测试, 从国内外的已有的航空用 ATS 测试资源来分析, 一般都没有力学类物理量的测试资源。如某型襟缝翼动力驱动装置的襟翼动力驱动装置和缝翼动力驱动装置, 测试时需要进行功率和扭矩测试, ATS 一般不配套相应的测试资源, 所以不作为 ATS 检测对象;

4) 灯、耳机、扬声器、麦克风等声光类的电子设备: 一般可以通过耳听、目视的方法进行检查, 确定其工作状态, 没有使用 ATS 进行测试的必要;

5) 可使用随机配套设备将故障确诊和隔离的设备: 对于有些设备电路简单、体积较大, 故障的诊断和隔离可以使用随机配套的万用表、示波器等简单的检测工具进行测试的, 没有使用 ATS 进行测试的必要;

6) 由开关、接触器、继电器等相关电气元件组成的配电箱类设备, 其内部主要是电气元件, 其工作状态适合操作检查; 维修主要是更换电气部件而不是板级维修, 因此不适用于使用 ATS 进行测试;

7) LRM: LRM 是指在维修现场可以直接拆卸的功能模块, 是系统结构上和功能上相对独立的单元。在二级维修保障体系中, LRM 有状态确认的需求, 但不进行部队维修, 故障后直接运输返厂; 因目前 LRM 接口形式较多, 使用 ATS 测试还处于试探之中。如某型综合处理机内置的 LRM, 结构和功能独立, 测试时需要机架, 故障后直接运输返厂, 一般不作为 ATS 检测对象。

按照以上原则, 对全机机载设备进行逐个筛选, 可以得出初选清单, 供后续的深度分析确认。

5 被测对象的深度分析确认

由于 ATS 的复杂性, 深度分析确认需要通过飞机总师

单位、机载设备承研单位以及 ATE 平台承制单位三方共同针对初选清单, 逐项分析确认。总师单位主要从 ATS 总体需求、综合诊断的角度进行分析, 总体把控; 机载设备承研单位从机载设备自身属性的角度确定是否适用于使用 ATS 进行测试, 以及具体测试项目、测试方法、诊断方法和对测试资源的需求等; ATE 平台承制单位主要从测试资源的角度提供分析过程中的技术支持。

根据深度分析确认过程, 总结出以下经验作为深度分析确认中的重点考虑因素:

1) 从历年的军用飞机各机载设备或相似机载设备的可靠性数据进行分析, 故障率较高的设备着重考虑列为被测对象; 经过统计数据故障率极低或相对较低的可综合考虑其他因素, 对其进行充分分析确认;

2) 在进行维修时需要特殊工艺, 部队不具备维修条件的, 可以不进行故障隔离的检测。如某型飞机直流电源控制盒, 在维修时, 开盖和封盖过程中需要特殊的胶结工艺, 在维护保障中不具备维修条件;

3) 有保密要求的特殊机载设备, 维修人员没有检测和维修权限的机载设备, 不使用 ATS 进行测试。如某型敌我识别应答机的时密控制盒由于保密要求, 所以不作为 ATS 检测对象;

4) 对于测试资源代价过大, 会造成测试资源规模、体积庞大的, 可以使用专用的测试设备进行检测, 而不使用 ATS 进行检测。例如, 在需求分析中发现, 只有控制保护器在进行检测时需要施加极大电流激励, 因此采用专用测试设备去进行检测。如 ATE 平台需要专门为该测试设备提供大电流的激励资源, 会增加 ATE 平台的体积、重量和价格;

5) 类似于惯性导航部件等含有动态参数测试的, 在装机后需要在机上进行现场测试, 因此, 没有使用 ATS 进行离位测试的必要;

6) 对于航向姿态基准系统中的一些机载设备, 在测试中需要辅助使用无磁转台、摇摆试验器等外部设备去进行测试的, 宜采用专用的测试设备去测试, 不适合使用 ATS 进行测试。如某型航向基准系统中包括航姿计算机、捷联航姿组件、航向姿态引导器等 LRU, 在测试时需要无磁转台、摇摆试验器提供必要的激励信号, 而无磁转台、摇摆试验器属于机械设备, 体积庞大, 质量重, 无法集成至 ATE 内部, 且无磁转台需要定期校准和消磁, 保障维护复杂。因此, 针对航向基础系统测试时, 采用专用测试设备配合转台、摇摆试验器的方式, 对航向基准系统的 LRU 进行测试, 而非采用通用化的 ATS 进行测试;

7) 因飞机提高战斗力或改善性能需要, 正在进行机种升级换代的某类设备, 暂不列为检测对象。如某型超短波抗干扰电台由于数据链功能改进升级, 如针对当前状态 UUT 开发 TP 将可能导致当前版本 TP 无法与改进升级后的 UUT 相匹配, 因此暂不列为检测对象;

(下转第 12 页)