

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2020.04.014

民用飞机地面支援设备和工具验证的研究

王正鑫* 李冲祥

(上海飞机客户服务有限公司, 上海 200241)

摘 要: 民用飞机的维护、修理、改装、抢救等工作离不开地面支援设备和工具的支持。地面支援设备和工具的验证是其研制工作的关键环节之一。在地面支援设备和工具交付客户之前, 民机制造商应当选择部分地面支援设备和工具进行充分、有效地验证以确保这些设备和工具能够满足客户使用需求。给出了地面支援设备和工具的四维验证评价标准。总结出了民机制造商可采用的三种地面支援设备和工具的验证方式, 并分析了这三种验证方式的主要特点以及选用流程。操作验证是民机制造商最普遍采用的、最重要的验证方式。针对操作验证, 具体分析了操作验证实施的五大关键因素, 介绍了操作验证的四个工作环节以及各环节的主要工作内容。最后, 提出了若干与地面支援设备和工具验证相关的工作建议。

关键词: 民用飞机; 地面支援设备和工具; 维修; 验证

中图分类号: V267.4

文献标识码: A

OSID:



0 引言

民用飞机的地面支援设备和工具 (Ground Support Equipment and Tools, 以下简称“设备和工具”) 是指在地面为保障飞机的结构、机载设备和系统在规定时间、规定条件下可正常使用而需要的所有设备和工具, 具体包括: 飞机执行航线、定检、维修、改装、抢救等实际工作时, 在地面需配备的所有设备和工具。地面支援设备和工具种类繁多, 覆盖范围广^[1]。为便于分类管控, 民机制造商可将其划分为标准类、通用类和专用类设备和工具。为便于民机客户选购所运营机型应配备的设备和工具, 民机制造商通常的做法是: (1) 针对标准类设备和工具, 不作任何推荐或者指定; (2) 针对通用类设备和工具, 推荐某些成熟产品件号/型号; (3) 针对专用类设备和工具, 直接指定特定产品件号/型号^[2-5]。

这些需推荐或者指定件号/型号的设备和工具就是民机制造商的地面支援设备和工具验证对象。设备和工具的验证就是通过适当的验证方式对验证对象进行检查、分析、计算、观察、询问和试验后获取

充分且适当的客观证据, 证实其已满足特定的评价标准。设备和工具验证是产品检验的延伸, 是产品推荐或交付之前的必经过程。验证的最终目的在于确定验证对象对于某特定机型的适用性, 确保客户按推荐或者指定的件号/型号购置相应产品后能够满足该机型实际使用需求。如果设备和工具未经充分验证即推荐和交付客户, 则可能会因设备和工具不适用而影响飞机航线运营、延误飞机维修时间, 严重时甚至可能会造成飞机损伤、人员伤亡^[6-9]。因此民机制造商对地面支援设备和工具的验证工作须提高重视程度。

1 验证方式及选择

设备和工具的产品质量特性可以从功能、性能、外观、操作、经济性、耐用性等多个维度去评价, 但就其验证工作而言, 基于实用性和可操作性的考虑, 可以仅选取四个最主要的维度作为设备和工具的验证评价标准 (以下简称“四维评价标准”): (1) 功能符合性; (2) 技术参数匹配性; (3) 使用安全性; (4) 操作便利性。民机制造商需要根据每个验证对象的特

* 通信作者。E-mail: wangzhengxin@comac.cc

引用格式: 王正鑫, 李冲祥. 民用飞机地面支援设备和工具验证的研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2020(4):76-80. WANG Z X, LI C X. Verification of civil aircraft ground support equipment and tools[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(4):76-80(in Chinese).

点,结合其工程经验,合理安排验证方式以获取与“四维评价标准”认定相关的充分并且适当的客观证据。常用的设备和工具的验证方式有书面验证、模拟验证和操作验证这三种,具体选择流程如图 1 所示。

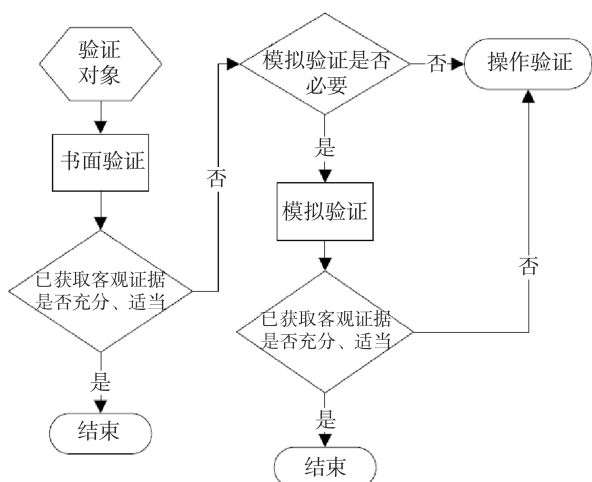


图 1 设备和工具验证方式选择流程

1.1 书面验证

书面验证是指搜集与验证对象及相关飞机结构、机载设备、系统的图纸、设计文件和评估报告等资料,经检查、分析、计算和询问后,获取该验证对象与“四维评价标准”认定相关的客观证据。这种验证方式既依赖于相关性资料的详实程度和准确性,又依赖于验证人员的行业经验和技術能力水平。它难以直接获取与使用安全性和操作便利性认定相关的可靠证据,但是相对于另外两种验证方式,具有成本低、效率高的特点。

书面验证后,需要评估已获取客观证据的充分性和适当性,再决定是否还需要进一步结合其它的验证方式。对于绝大多数的验证对象而言,经过书面验证后获取的客观证据往往是不充分的,因此后续仍需要结合模拟验证、操作验证来进一步补充客观证据以实现对该验证对象的完整评价。

然而在实际验证工作中,针对部分功能单一、结构简单或者已由第三方提供完整评估资料的验证对象,经过书面验证后即可确定其是否满足“四维评价标准”。因此对于这类验证对象,民机制造商可酌情不开展后续的模拟验证和操作验证。但是民机制造商应严格限制这类验证对象的数量,尽量避免使用单一的书面验证方式来表明验证对象的符合性。

1.2 模拟验证

模拟验证是指建立与验证对象使用相关的物理样机、数字样机或者工作环境,模拟验证对象的各种使用场景,经分析、观察和试验后,获取该验证对象与“四维评价标准”认定相关的客观证据。这种验证方式主要依赖于物理样机和数字样机或者模拟工作环境的准确性,尤其适用于获取特定验证对象与特殊使用环境要求以及极限性能等技术参数匹配性认定相关的客观证据。

对于某些特定验证对象,模拟验证会比操作验证更有效、更经济,此时就有必要进行模拟验证;但是对于一些特定验证对象,模拟验证的成本、效率和效果综合起来较之于操作验证优势并不明显,此时模拟验证就会被操作验证直接替代。因此,模拟验证并非一种绝对必要的验证方式,民机制造商可根据验证对象的特点按需选用该种验证方式。

从理论上来说,如果物理或者数字样机构型、使用场景、使用环境等要素模拟精确且方案实施合理,模拟验证配合书面验证即可以间接获取与“四维评价标准”认定相关的充分、适当的客观证据,从而不需开展后续的操作验证。但在实际工作中,为确保验证的可靠性,民机制造商在模拟验证后往往仍需开展操作验证。总体而言,模拟验证方式目前实际运用相对较少。

1.3 操作验证

操作验证是指在飞机上由验证人员按照操作规范性文件的要求,在实际工作场景中使用验证对象,经观察、询问、分析、试验后,获取该验证对象与“四维评价标准”认定相关的客观证据。实际工作中,根据验证的侧重点不同,又可将其进一步细分为结合验证和专项验证。结合验证侧重于验证维修类手册等规范性文件中的操作程序的可执行性、安全性和准确性,验证时需严格按照规范性文件中的规定步骤执行,在验证手册等规范性文件的同时兼顾验证设备和工具^[10];专项验证则侧重于验证设备和工具本身,验证时可对维修类手册等规范性文件中规定的步骤进行裁剪,与设备和工具本身使用无关的步骤可以省略。

操作验证是最直接、有效的验证方式,适用于所有设备和工具的验证,可直观且可靠地获取与全部“四维评价标准”认定相关的客观证据。它是民机制造商最普遍采用的验证方式。但由于其需要多方

资源的协调和配合,验证周期长且成本高,因此需要审慎地统筹和安排,才可使其发挥最大效果。本文将主要以操作验证为核心,展开进一步探究。

2 操作验证实施要素

验证规章和制度、验证团队、验证架机、验证样件和航耗材、验证环境是影响设备和工具操作验证实施的主要因素。民机制造商在统筹安排操作验证时需紧紧围绕这五大要素开展工作。

2.1 验证规章和制度

设备和工具的验证工作持续时间长、待验证数量多、涉及专业多、涉及的验证保障资源多,因此民机制造商必须制定完善的验证规章和制度才可以保证相关工作高效展开。为构建完善的验证规章和制度体系,民机制造商往往需要制定不同层级的文件自上而下地规范和指导设备和工具的验证工作,并在工作开展过程中实时更新。验证规章和制度应当明确以下内容:(1)验证工作任务分工和责任归属;(2)验证工作总体要求以及工作流程;(3)工作环节的划分、各环节的工作输入和输出;(4)详细作业指导、工作方法以及工作标准;(5)工作记录的归档及保存要求;(6)工作质量监督与控制。

2.2 验证团队

验证团队的组建应当考虑吸收各相关专业人员的加入,使单次验证可以发挥最大效果。理想的设备和工具验证团队应由设备和工具专业人员、飞机设计专业人员、操作程序编制人员、实际操作人员、质量保证人员组成。各专业人员各司其职,相互配合,既能确保验证工作顺利展开,又能充分利用单次验证达到多重目的。通过单次操作验证工作,验证团队可以:(1)验证设备和工具本身的适用性;(2)验证操作程序的可操作性和准确性;(3)验证飞机的维修性。

2.3 验证架机

由于在新机型的研制过程中,飞机的制造和试飞计划安排紧密。如何在各架飞机上合理统筹、协调安排验证架机对于设备和工具的验证工作至关重要。实际验证之前,验证人员应当提前获取各架飞机的生产制造计划、试飞计划、地面改装与维修计划,将设备和工具的验证工作合理穿插于飞机的制造、试飞、改装、维修期间,充分利用各架飞机的地面工作时间开展机上操作验证^[1]。必要时,民机制造

商甚至可以考虑划出一架飞机专门用于地面培训、手册验证、设备和工具验证等工作。民机制造商应竭力避免在交付客户的运营飞机上开展设备和工具的操作验证。在利用不同架次飞机开展机上操作验证时,还应特别关注不同架次飞机的构型问题,明确不同设备和工具针对不同构型飞机的适用性。

2.4 验证样件和航耗材

设备和工具的采购往往需要一定周期,因此在验证实施之前必须提前做好验证样件。为了保障机上操作安全,还须重点关注验证样件的产品本身质量以及与操作相关的技术资料,例如:对于吊具、撑杆等承载大的设备应检查其是否已经过必要的载荷测试;对于测量类工具应检查其是否已经过计量或校准;对于外购货架产品应检查产品合格证书及必要的测试报告;对于功能复杂的设备还应检查实际操作人员是否知晓具体操作方法及要点。

除考虑验证样件之外,对于涉及机上零部件拆装的验证,还应特别考虑航材备件、耗材的配备。不但需要提前采购好航耗材,还需检查航耗材的产品质量及其件号或者牌号对于验证架机的符合性。这样可以最大程度避免因飞机零部件拆卸后缺乏航耗材无法恢复而影响验证架机后续其他工作的开展。

2.5 验证环境

验证环境也是设备和工具验证中不容忽视的因素。部分设备和工具在设计时要求能够在特定环境下可正常使用。常见的特定环境包括特定高温范围、特定低温范围、特定湿度范围、特定烟雾环境、特定风速条件和特定海拔高度等。因此在实际开展设备和工具的验证之前,应当首先确认该验证对象是否有特定使用环境要求。针对这些有特定使用环境要求的验证对象,应当明确特定使用环境的量化指标,并拟定恰当的验证方案使得验证环境可以与使用环境要求相匹配。实际验证时,应注意记录当前验证环境参数指标,并评估当前验证环境是否满足要求,进而确定本次验证的有效性。必要时,可以在不同的验证环境下对验证对象进行多次验证,甚至进行特定的环境试验。

3 操作验证工作环节及内容

设备和工具的操作验证工作可划分为验证准备、验证实施、验证效果评估和验证结果反馈四个环

节。验证结果反馈完成之后即完成一个操作验证工作循环。如果验证对象需要根据验证的反馈结果进行设计优化,那么优化后的产品将依据设计更改的程度来决定其是否需要再一次进行验证。

3.1 验证准备

验证准备环节主要完成以下工作:

1)明确验证对象,并编制每个验证对象的验证要求。验证要求是“四维评价标准”应用于单个验证对象的具体化内容,包括:(1)应符合的各项功能;(2)应符合的各项性能指标;(3)不存在尺寸干涉;(4)不存在明显导致飞机损伤、人员伤亡的隐患;(5)不存在明显违背操作习惯的设计;(6)应符合的最低操作人数及最低工时要求等。

2)分析各个验证对象的验证要求,结合其特点和工程经验制定适宜的验证实施方案。验证实施方案将明确各个验证对象的操作依据性文件、验证所需的人员、架机、样件、航耗材和环境等配套资源;

3)根据制定的验证实施方案来拟定验证时间和地点,并具体协调安排各种验证资源。

3.2 验证实施

验证前期准备就绪后,验证团队人员应严格遵守验证规章和制度,按照既定的方案具体实施验证工作。在验证实施环节,验证团队需要首先检查验证样件以及其它实物资源的产品质量、验证环境的符合性、操作人员是否熟悉相关操作流程等事项,然后再着手实施现场操作。

实施过程中,各专业人员应综合运用观察、询问、分析等手段,充分获取客观证据,必要时作好影像记录。实施完成后,验证团队组织填写验证记录表。验证记录表应列明具体的验证人员、验证时间、验证架机、工作任务依据、验证对象名称及件号信息、验证要求的具体内容及符合性判断、发现的问题、建议项、验证结果等内容,并且由验证人员签字确认。

3.3 验证效果评估

验证实施环节结束后,设备和工具专业人员需要组织专家对验证对象的验证实施效果进行评估。实践中往往是多个验证对象验证实施完成后进行一次评估。评估专家中通常应包含半数以上的外部行业专家。评估的主要内容包括:(1)验证是否有效;(2)验证获取的客观证据是否充分、适当;(3)验证过程中发现的问题和建议项是否准确、合理。评估完成

后将给出最终验证结论以及后续工作建议。

3.4 验证结果反馈

验证效果评估环节完成之后,设备和工具专业人员应归整验证资料,编制验证总结报告,将发现的问题反馈至相关方。最终将通过验证的设备和工具列入民机制造商的客户用地面支援设备和工具清单,后续可向客户直接推荐。对于未通过验证的设备和工具,其改进意见将反馈至各相关方开展后续工作(通用类设备和工具、飞机系统供应商提供的专用类设备和工具的改进意见反馈给对应供应商;民机制造商自研的专用类设备和工具反馈给对应设计人员)。对于验证过程中发现的维修类手册等操作依据性文件的修改意见、飞机维修性的改进意见也需分别反馈至相应手册专业和飞机设计专业。必要时,可将后续建议项上报给特定层级人员进行后续跟踪。

4 结论

民用飞机地面支援设备和工具的验证是设备和工具研制工作中的关键环节之一,是飞机正式投入航线运营前应完成的重点工作。整个验证活动就是一个不断通过多种方式获取与特定评价标准相关的客观证据,直至客观证据已充分且适当,足以证实验证对象是否满足特定评价标准的过程。通过验证工作,民机制造商可提前发现问题并改进,这样可以合理保证设备和工具推荐或交付后不会因其不适用而造成客户损失。

目前我国民机制造业处于起步阶段,地面支援设备和工具的研制及管理经验仍需进一步积累。针对设备和工具的验证,民机制造商还可从以下三方面开展进一步探究:

1)规范国产机型与设备和工具使用相关的接口以及技术参数,制定设备和工具标准和规范,鼓励国内设备和工具生产商推出产品,逐步推进民机设备和工具的通用化和标准化,从源头上减少需验证的设备和工具数量;

2)不断积累设备和工具的验证和使用数据,建立并完善设备和工具资料库,加强物理样机和数字样机验证方式的应用研究,逐步运用书面验证和模拟验证来替代机上操作验证,进而提升验证效率,降低验证成本;

3)有限次数的验证可保证设备和工具“可用”,

但并不能完全保证其“好用”。因此还应将产品的后续使用情况跟踪作为验证工作的延伸,持续收集客户使用信息,不断对设备和工具产品进行改进,对飞机的维修性进行优化,使得设备和工具从“可用”逐渐变为“好用”。

参考文献:

- [1] 《飞机设计手册》总编委会. 飞机设计手册第 21 册—产品综合保障[M]. 北京:航空工业出版社,2000.
- [2] 德里克·怀特,贾丽岩. 用成本效益选购地面支援设备和工具[J]. 航空工程与维修,2002(1): 31-33.
- [3] 王燕玲. 民用飞机通用地面支援设备选型程序浅析[J]. 民用飞机设计与研究,2014(1): 58-62.
- [4] 王正鑫,邢博,朱静,等. 民用飞机地面支援设备/工具清单编制方法研究[J]. 民用飞机设计与研究,2015(2): 67-69.
- [5] 张容容. 论工装设备的替代性问题[J]. 航空维修与工程,2015(9): 77-78.
- [6] 王燕玲. 地面支援设备引起飞机损伤的分析[J]. 民用飞机设计与研究,2011(2): 60-64.

- [7] 张宏. 地面支援设备在民机设计中的重要性及其相关研制程序[J]. 民用飞机设计与研究,2011(3): 65-69.
- [8] 汪邦中. 民用飞机地面支援设备设计探讨[J]. 航空维修与工程,2011(6): 51-52.
- [9] 牛俊峰. 民用支线飞机抢救设备研究[J]. 航空制造技术,2013(6): 77-78.
- [10] 马思宁. 飞机维修手册验证的研究[J]. 航空维修与工程,2015(9): 93-95.
- [11] 罗世明. 民用飞机试飞用地面支援设备配备[J]. 科技创新导报,2015(26): 237-238.

作者简介

王正鑫 男,硕士,工程师。主要研究方向:民用飞机地面支援设备和工具的研发及技术管理。E-mail: wangzhengxin@comac. cc

李冲祥 男,硕士,高级工程师。主要研究方向:民用飞机地面支援设备和工具的研发及技术管理。E-mail: lichongxiang@comac. cc

Verification of civil aircraft ground support equipment and tools

WANG Zhengxin * LI Chongxiang

(Shanghai Aircraft Customer Service Co., Ltd., Shanghai 200241, China)

Abstract: Ground support equipment and tools are indispensable in the maintenance, repair, modification and recovery for civil aircraft. The verification of ground support equipment and tools is one of the key steps in their development process. Before delivering the ground support equipment and tools to their customers, civil aircraft manufacturers should select certain parts of them for the adequate and effective verification to ensure that these equipment and tools can meet the needs of customers. The four-dimensional evaluation criteria for the verification of ground support equipment and tools were given in this paper. Three verification methods that could be used by civil aircraft manufacturers were summarized. The main characteristics of each method and the selection process were also analyzed. Operational verification is the most common and important verification method used by civil aircraft manufacturers. In view of operational verification, five key implementation elements of operational verification were analyzed, and four work steps and main work contents of each step for operational verification were introduced. Finally, some suggestions related to the verification of ground support equipment and tools were proposed.

Keywords: civil aircraft; ground support equipment and tools; maintenance; verification

* Corresponding author. E-mail: wangzhengxin@comac. cc