

文章编号: 1674-8190(2025)02-196-06

民用飞机维修手册程序修订后操作验证 需求评估研究

羿九火, 于维轩, 王宏朝, 张荣宁

(上海飞机客户服务有限公司 技术出版物部, 上海 200241)

摘 要: 目前我国民用飞机维修手册验证工作的研究主要集中在验证方法、验证流程、质量管控等方面, 关于维修手册程序修订后操作验证需求的评估鲜有相关准则和流程, 亟需开展相关研究。通过分析部分维修手册程序修订内容是否需要提出操作验证需求及原因, 同时结合国产某民用飞机试飞和运营阶段手册验证相关经验, 归纳总结出飞机维修程序修订后操作验证需求的评估准则和流程, 并进行应用实例验证。结果表明: 概述、安全注意事项等内容在修订后无需提出操作验证需求, 接近方式和测试逻辑等内容在修订后需要提出操作验证需求, 能够为手册编写人员和手册验证人员做出判断提供便利。

关键词: 民用飞机; 维修手册; 程序修订后操作验证需求; 评估准则; 评估流程

中图分类号: V267

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.2025.02.23

Research on on-object verification requirement evaluation of revised civil aircraft maintenance manual procedure

YI Jiuhuo, YU Weixuan, WANG Hongchao, ZHANG Rongning

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

Abstract: At present, researches on verification of civil aircraft maintenance manuals are focused on verification method, verification flow, quality control and so on. There are no relevant criteria and flow of on-object verification requirement of revised civil aircraft maintenance procedure, thus some researches are urgent needed. Evaluation criteria and flow of on-object verification requirement of revised civil aircraft maintenance procedure are concluded and summarized by analyzing whether the revised contents of maintenance procedures need to propose an on-object verification requirement or not, and in combination with manual verification experiences during flight test and operation of civil aircraft, also verified with instance. The results show that revision of common information, safety conditions etc. need not propose an on-object verification requirement, but revision of access method, test logic etc. should propose an on-object verification requirement. It will provide convenience for those who write and verify the maintenance manuals, when they make judgment.

Key words: civil aircraft; maintenance manual; on-object verification requirement of revised procedure; evaluation criteria; evaluation flow

收稿日期: 2023-10-19; 修回日期: 2023-11-06

通信作者: 羿九火(1990—), 男, 硕士, 工程师。E-mail: yijiuhuo@comac.cc

引用格式: 羿九火, 于维轩, 王宏朝, 等. 民用飞机维修手册程序修订后操作验证需求评估研究[J]. 航空工程进展, 2025, 16(2): 196-201.

YI Jiuhuo, YU Weixuan, WANG Hongchao, et al. Research on on-object verification requirement evaluation of revised civil aircraft maintenance manual procedure[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2025, 16(2): 196-201. (in Chinese)

0 引言

不管初始设计水平和可靠性多高的飞机,一旦投入使用后,其固有设计水平和可靠性得到保证的基础是正确的使用和维修,而正确的使用和维修则需要通过制造厂家制定的持续适航文件来保证^[1-2],其中飞机维修手册(Aircraft Maintenance Manual, AMM)是最主要的持续适航文件之一。AMM是向航空器所有人或运行人提供的一套维修维护说明书,以保证航空器的正常维护和落实具体的维修要求。尽管在飞机正式投入航线运营前,制造厂家已对其AMM进行了全面的书面审查和操作验证^[3],也获得了局方的认可,但随着运营经验的不断积累和飞机构型的不断升级,其对应的飞机维修程序也在不断修订。

为满足中国民用航空局《航空器的持续适航文件》(AC-91-11)^[1]对持续适航文件的持续修订的要求,技术出版物修订管理程序规定对于需要验证的修订,必须对其内容的准确性、可操作性进行验证,验证通过后才能正式发布给客户使用。但目前的研究主要集中在手册编制^[4-7]、验证方法^[8-11]、验证流程^[12-13]、质量管控^[14-15]等方面,关于如何评估修订后的飞机维修程序是否需要操作验证后再发布给客户使用的问题,缺乏相应的研究和相关的判断准则,不利于手册编制人员和验证人员的实际工作。

本文通过分析实际工作中程序修订后操作验证需求的案例,结合国产某民用飞机相关经验,给出程序修订后操作验证的定义,归纳程序修订后操作验证需求的评估准则和流程,并进行应用实例验证。

1 AMM换版周期内程序变化情况

AMM程序变化分为新增、修订、删除和恢复,以国产某民用飞机AMM为例,目前其换版周期为两个月,即每两个月向客户更新发布一次AMM。现以2022年10月版AMM发布为起始节点,其后5个换版周期内(2022年10月至2022年12月为“周期一”;2022年12月至2023年2月为“周期二”,以此类推。)AMM程序变化情况如图1所示。

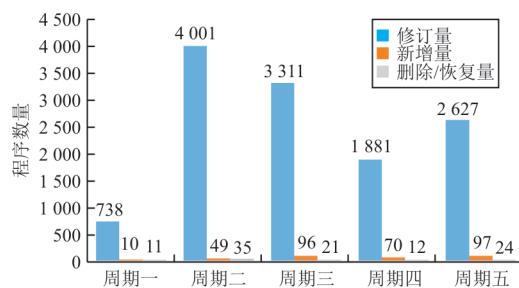


图1 AMM五个换版周期内程序变化情况

Fig. 1 Changes of AMM procedures during five revision cycle

从图1可以看出:5个换版周期内,AMM程序变化数量平均在2000条以上,均以程序修订为主,程序修订量远大于程序新增量、删除量、恢复量,占比几乎超过90%以上。由于缺少程序修订后操作验证需求的评估准则,可能出现有些维修程序的修订内容是需要操作验证后再发布的,但存在手册编制人员没有提出操作验证需求就发布给客户的情况,从而导致飞机维修不当或者无法按照现有程序开展维修;或者有些维修程序的修订内容是无需操作验证就可以发布的,但手册编制人员却提出了操作验证需求,造成验证资源的浪费,因此有必要研究程序修订后操作验证需求的评估准则。

2 AMM程序修订后操作验证需求评估分析

2.1 程序修订后操作验证的定义

程序修订后操作验证是指AMM中的某些程序在完成最近的一次验证后,存在一次或多次的升版情况,升版后的程序与已验证版本程序之间存在的差异应进行必要的修订后操作验证,以表明最新版本程序的验证是完整的。

2.2 程序修订后操作验证需求评估准则

为方便研究分析,有必要列出一条典型的AMM程序应包含哪些内容,以国产某民用飞机为例,从其AMM程序结构上看,包含的主要内容如表1所示。

每次AMM换版,表1中列出的主要内容都有可能修订,现选取16项修订后的AMM程序为案例,分析其修订内容是否需要提出操作验证需求及原因,如表2所示。

表 1 国产某民用飞机 AMM 维修程序主要内容
Table 1 Main contents of AMM maintenance procedures for civil aircraft

序号	主要内容	释 义
1	概述	一般描述维修任务的目的及相关限制信息
2	参引程序列表	所有在维修程序中参引到的程序信息
3	工作区域	执行维修任务所需要的全部区域位置信息
4	接近口盖	执行维修任务所需要的接近口盖或盖板信息
5	工具/设备	所有由主制造商或供应商提供的全部设备和/或工具信息,不包括维修工具箱中的工具/设备
6	消耗品材料	执行维修任务所需要使用的消耗品
7	消耗件信息	程序中所需要的消耗件和备件
8	安全信息	程序中所需要的安全性要求
9	准备工作	主程序执行前使飞机达到可安全维修状态需要执行的相关工作
10	主程序	执行维修任务所需要的主要步骤
11	收尾工作	主程序执行后使飞机恢复初始状态需要执行的相关工作
12	插图	执行维修任务所需要的零部件图示信息

表 2 AMM 程序修订后操作验证需求分析
Table 2 Lists of on-object verification requirement of revised AMM procedures

序号	程序名称	程序修订内容概要	修订内容所属类别	是否需要提出修订后操作验证需求及原因
1	从前起落架前部拖飞机——牵引	新增飞机牵引过程中避免人员伤害的警告信息	安全信息	否,使用者知悉该新增的警告信息即可
2	主起落架缓冲支柱组件——润滑	为满足客户要求,为消耗性材料丙酮增加可选替代品异丙醇	消耗品材料	否,使用者知悉该新增的可选替代品即可
3	应急门铰链臂和滚轮组——润滑	1)为方便执行应急门润滑,主程序新增应急门滚轮拆卸安装步骤,并新增滚轮爆炸图 2)新增开口销消耗件信息	主程序/消耗件信息/插图	1) 是,需要验证新增的滚轮拆卸安装步骤能否顺利执行,拆卸滚轮后能否正确润滑应急门,以及插图与实物的一致性 2) 否,使用者知悉该消耗品即可
4	多功能扰流板作动器远程控制电子装置(REU)——安装	增加概述信息,提醒维修人员扰流板位置只允许安装 REU+防水盖板的组合件,不可以将 REU 本体直接安装到飞机上	概述	否,使用者知悉该概述信息即可
5	火焰抑制器——拆卸	飞机口盖编号规则调整,接近口盖编号由 520A 变更为 520AB	接近口盖	否,口盖编号统一调整,使用者知悉即可
6	防撞灯——拆卸	1)防撞灯线束长度优化,准备工作中删除打开辅助动力装置(APU)舱门和拆卸 APU 维护口盖的步骤,保留从外部接近的步骤;原打开 APU 舱门和拆卸 APU 维护口盖的参引程序列表也一并删除 2)收尾工作中删除关闭 APU 舱门和安装 APU 维护口盖的步骤;原关闭 APU 舱门和安装 APU 维护口盖的参引程序列表也一并删除	准备工作/收尾工作/参引程序列表	是,需要验证在不从 APU 舱接近的情况下,从飞机外部能否顺利安装防撞灯,但打开/关闭 APU 舱门和拆卸/安装 APU 维护口盖参引程序列表的删除无需验证
7	翼尖灯罩——安装	1)准备工作中增加放置维修工作梯的步骤 2)收尾工作中增加移除维修工作梯的步骤	工具/设备	否,新增的维修工作梯在程序中没有具体的使用操作步骤描述,实际放到位即可
8	飞控设备电子托架——拆卸	为方便维修接近,飞机新增中电子电气(EE)舱门,将准备工作中打开后货舱门、拆卸前壁板的接近步骤更改为打开中 EE 舱门	准备工作	是,需要验证新的接近方式能否正确接近飞控设备电子托架
9	前服务区天花板——拆卸	上游源数据文件升版,调整前服务区天花板拆卸步骤顺序	主程序	是,程序步骤先后顺序有较大的调整,需要验证新的拆卸顺序是否合理
10	液压系统压力传感器——拆卸	供应商部件维修手册(CMM)升级,主程序增加密封圈拆卸步骤	主程序	是,新增的步骤导致机务执行时的动作发生了实质性的变化,以前只需要将密封圈连同传感器一起拆下即可,现在要将密封圈与传感器分离

续表				
序号	程序名称	程序修订内容概要	修订内容所属类别	是否需要提出修订后操作验证需求及原因
11	无线电调谐系统——操作测试	飞机无线电接口装置构型升级,主程序新增步骤和响应	主程序	是,需要验证构型升级后的操作步骤和响应是否正确
12	门上应急撤离滑梯——更换	上游源数据文件升版,更新调整滑梯抛放后的恢复整理步骤	主程序	是,需要验证新的整理步骤能否将滑梯恢复好
13	前厨房——安装	为避免前厨房烤箱门损坏,增加防撞垫,主程序新增防撞垫目视检查步骤	主程序	否,新增的目视检查步骤不涉及具体的操作,防撞垫的尺寸参数跟源文件保持一致即可
14	水下定位信标——操作测试	新增水下定位信标测试地面支援设备(GSE)及其测试步骤	工具/设备	是,新增的GSE在程序中有具体的使用步骤描述,需要验证其是否能满足测试要求
15	客舱地板组件——拆卸	准备工作中新增拆卸地板上粘接支架和断开乘务员话筒线缆的步骤	准备工作	是,需要验证新增的步骤能否使该地板顺利拆下
16	地面服务电源开关——安装	为方便机务操作,飞机将地面电源口盖从前EE舱左侧更改到前EE舱正下方,程序修改相应插图中地面电源口盖位置	插图	是,需要验证新的插图是否与实物一致,且能否正确接近地面服务电源开关

从表2可以看出:概述、参引程序列表、工作区域、接近口盖、消耗品材料、消耗件信息、安全信息主要用于向使用者展示程序的相关信息,这些内容本身不具有可操作性,仅便于使用者了解执行该程序的目的、区域位置、安全注意事项,以及应该准备哪些工具、消耗品和消耗件等,因此在修订后无需提出操作验证需求。

程序修订后需要提出操作验证需求的情况,主要集中在准备工作、主程序、收尾工作(一般应与准备工作相对应)和插图细节的修订上,相关评估准则归纳总结如下:

- 1) 接近方式更改,包括增加、减少或者变更了接近方式;
- 2) 程序内容基本不变,步骤先后顺序有较大的调整;
- 3) 程序新增会导致机务执行时的动作发生实质性变化的步骤;
- 4) 程序步骤简化;
- 5) 系统原理或者结构优化导致程序内容修订;
- 6) 零部件测试逻辑变更导致程序内容修订;
- 7) 程序新增或更换了GSE,且更换后的GSE在程序中有具体的使用步骤描述;
- 8) 插图新增或调整了技术细节。

此外,结合国产某民用飞机试飞和运营阶段手册验证相关经验,以下情况也无需提出修订后操作验证需求,具体如表3所示。

表3 其他修订后无需提出操作验证需求的情况
Table 3 Other cases that there is no need to propose on-object verification requirement of revised procedure

序号	无需提出操作验证需求的情况	原因
1	仅因落实手册验证意见而修订	程序的修订本身因手册验证而起
2	型号试飞期间常用的勤务保障类程序,包括上/下电、增/卸压、供/断气、开/关门、加/放油、充/放气等	程序在型号试飞期间经常由机务使用,成熟度较高,本身无问题或修订后使用无问题
3	程序中相关技术参数或者消耗品材料变更,如电阻值、力矩值、间隙、长度、阶差等	技术参数或者消耗品材料为设计文件所规定,执行时能达到该技术要求即可
4	程序架构/样式变更以及数据库的统一调整,如程序名称修改、词汇变更、步骤内容不变但层级变更、插图美化、口盖统一重新编号等	这些修订不改变程序原有逻辑,仅优化相关样式,不具备可操作性
5	新增或更换力矩扳手、毫欧表、直尺、塞尺、工作梯等工具	这些工具本身在维修工具箱中或者不用在程序中给出其使用方法

2.3 程序修订后操作验证需求评估流程

在正式开展验证工作前,应先建立各个主要环节的通用流程,保证验证工作的高效化、规范化和系统化,如图2所示。

手册编写人员在完成维修程序修订后,可按图2所示的评估流程开展评估工作,自行判断是否需要提出修订后操作验证需求,手册验证团队在接收到验证需求后,对该需求合理性进行判断并开展验证工作。

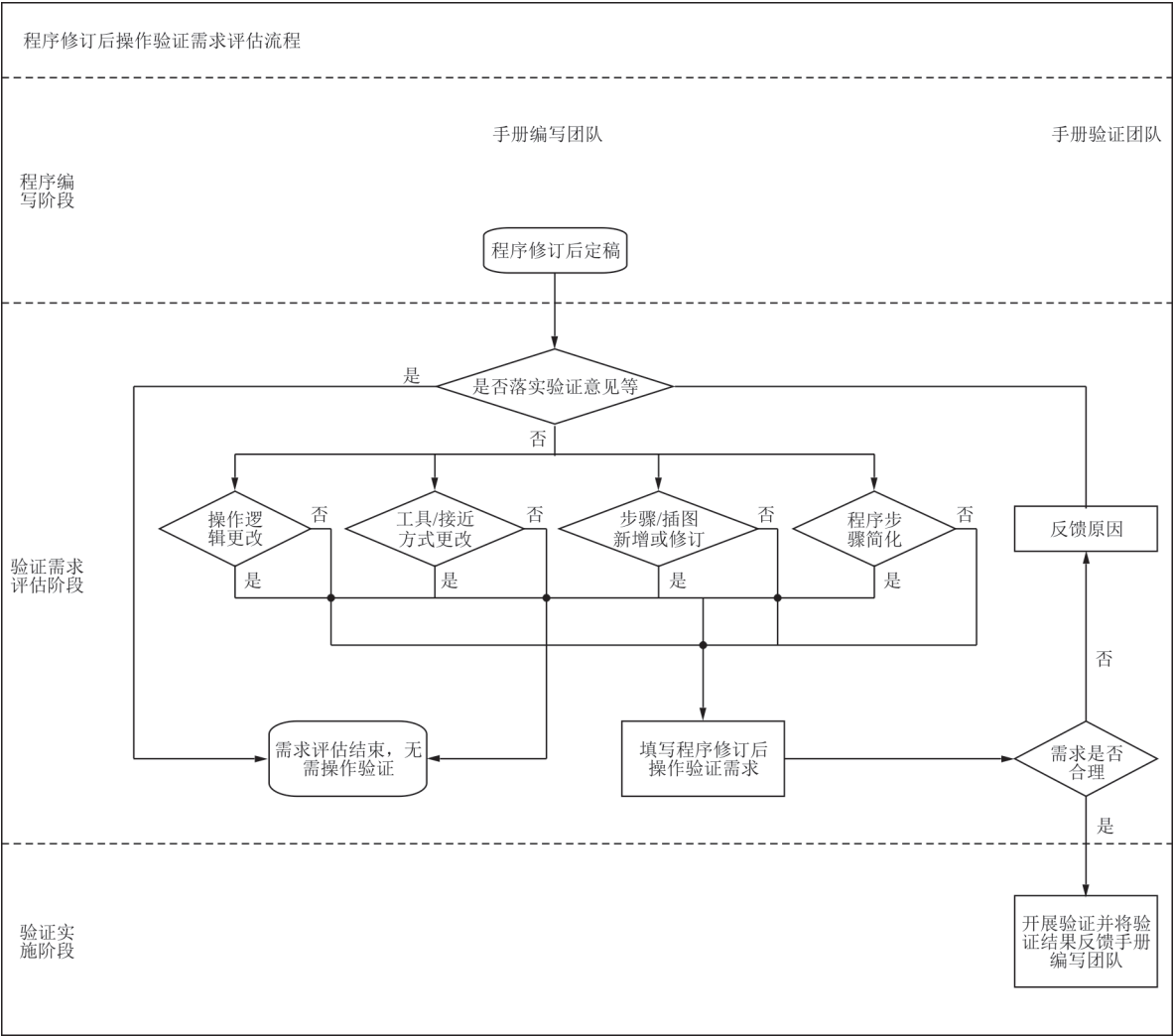


图 2 程序修订后操作验证需求评估流程

Fig. 2 Evaluation flow of on-object verification requirement of revised procedure

2.4 应用实例

在某次维修手册换版之前,为满足客户需求,有如下 3 项程序修订后需要发布临时更改(TR),

根据程序修订后操作验证需求的评估准则和流程对其是否需要验证后再发布作出判断,结果如表 4 所示。

表 4 需发布临时更改程序清单及其判断结果

Table 4 Lists of AMM procedures need to issue temporary revision and its results

序号	程序名称	程序修订内容概要	修订内容所属类别	判断结果
1	攻角传感器——拆卸	从其他口盖更方便接近传感器,修订接近方式	准备工作	第 1 条接近时实际需要拆卸的口盖已变更,需要验证拆卸新的口盖后能否顺利接近该传感器;第 2 条设计构型升级,实物上多了一层保护套,需要验证程序步骤能否顺利拆下保护套;第 3 条程序中只是将一种润滑脂更换成了另一种润滑脂,使用者知悉该更改即可。综上,第 1 条和第 2 条需要提出操作验证需求,收到验证团队的验证意见后再发布 TR,第 3 条无需提出操作验证需求,可直接发布 TR
2	风扇空气活门感压管——拆卸	由于构型升级,风扇空气活门感压管外层包裹了保温层,需要增加感压管保温层的拆卸步骤	主程序	
3	缝翼滚轮轴承——润滑	为减少客户库房需要储备的润滑脂种类,将缝翼滚轮轴承表面使用的润滑脂由 04-016 修改为 04-003A	消耗品信息	

3 结 论

1) 本文通过分析实际工作中程序修订后操作验证需求的案例,总结出飞机维修程序修订后操作验证需求的评估准则,对于概述、安全注意事项、工作区域等本身不具有可操作性,仅用于向使用者提供执行该程序所需要的相关信息内容,在修订后无需提出操作验证需求;对于接近方式更改、零部件测试逻辑变更、程序步骤先后顺序有较大的调整等情况,在修订后需要提出操作验证需求。

2) 结合国产某民用飞机试飞和运营阶段手册验证相关经验,本文制定了程序修订后操作验证需求评估流程,并以手册发布临时更改(TR)为例,说明该准则和流程对AMM编制人员和验证人员提供的实际指导,有效缩短了TR发布时间,提升了手册运行支持效率,提高了客户服务质量,同时也进一步完善了手册验证体系。

参 考 文 献

- [1] 中国民用航空局. 航空器的持续适航文件: AC-91-11R2 [S]. 北京: 中国民用航空局, 2018.
CAAC. Aircraft continuous airworthiness documentation: AC-91-11R2[S]. Beijing: CAAC, 2018. (in Chinese)
- [2] 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.
MA Sining. Research on aircraft maintenance manual validation[J]. Aviation Maintenance and Engineering, 2015(9): 93-95. (in Chinese)
- [3] 中国民用航空局. 航空器制造厂家运行支持体系建设规范: MD-FS-AEG006[S]. 北京: 中国民用航空局, 2014.
CAAC. Aircraft manufacturer support development specification: MD-FS-AEG006[S]. Beijing: CAAC, 2014. (in Chinese)
- [4] 魏严锋, 乔琳君. 基于S1000D标准的飞机技术出版物结构化方法研究[J]. 航空工程进展, 2021, 12(5): 116-122.
WEI Yanfeng, QIAO Linjun. Research on structured method of aircraft technical publication based on S1000D standard[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2021, 12(5): 116-122. (in Chinese)
- [5] 孙玛丽. 基于S1000D标准的飞机维修手册编写应用研究[J]. 科技创新导报, 2015, 12(23): 24-25.
SUN Mali. Research of authoring aircraft maintenance manual according to S1000D[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2015, 12(23): 24-25. (in Chinese)
- [6] 魏士礼, 钱一彬, 刘杰. 民用飞机技术出版物插图绘制研究[J]. 科技资讯, 2021, 19(20): 13-15, 18.
WEI Shili, QIAN Yibin, LIU Jie. Research on illustration drawing of civil aircraft technical publications[J]. Science & Technology Information, 2021, 19(20): 13-15, 18. (in Chinese)
- [7] 杨蓓. 民用飞机维修手册工作实施技术途径及方案[J]. 科技展望, 2014(11): 132.
YANG Bei. Technical ways and schemes for implementation of civil aircraft maintenance manual[J]. Science and Technology, 2014(11): 132. (in Chinese)
- [8] 张雅杰, 曾庆林, 王宏朝, 等. 民用飞机维修手册验证方法研究[J]. 航空工程进展, 2021, 12(5): 35-41.
ZHANG Yajie, ZENG Qinglin, WANG Hongchao, et al. Research on verification method of civil aircraft maintenance manual[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2021, 12(5): 35-41. (in Chinese)
- [9] 章剑飞, 朱敏, 杨明宇. 航电产品部件维修手册验证方法研究[C]//第十届中国航空学会青年科技论坛. 青岛: 中国航空学会, 2022: 5.
ZHANG Jianfei, ZHU Min, YANG Mingyu. Research on verification method of component maintenance manual for avionics parts[C]//10th CSAA Science and Technique Youth Forum. Qingdao: CSAA, 2022: 5. (in Chinese)
- [10] 张晓刚. 民用飞机维修手册试飞阶段验证方法[J]. 中国科技信息, 2019(17): 83-87.
ZHANG Xiaogang. Verification method of civil aircraft maintenance manual in flight test phase[J]. China Science and Technology Information, 2019(17): 83-87. (in Chinese)
- [11] 李卿卿, 曹赓, 孙有朝, 等. 民用飞机技术出版物验证方法探讨[J]. 中国民航飞行学院学报, 2015, 27(2): 37-41.
LI Qingqing, CAO Yi, SUN Youchao, et al. Discussion on verification methods of civil aircraft technical publications[J]. Journal of Civil Aviation Flight University of China, 2015, 27(2): 37-41. (in Chinese)
- [12] 解志锋, 武红姣. 民用飞机维修类技术出版物符合性验证方法[J]. 民用飞机设计与研究, 2018(4): 109-112.
XIE Zhifeng, WU Hongjiao. Compliance demonstration methods of civil aircraft maintenance technical publications[J]. Civil Aircraft Design & Research, 2018(4): 109-112. (in Chinese)
- [13] 孙宏丽, 王清森, 马文帅, 等. 襟翼高升力系统和结构部件飞机维修手册程序验证研究[J]. 航空工程进展, 2021, 12(5): 80-86.
SUN Hongli, WANG Qingmiao, MA Wenshuai, et al. Study on program verification of aircraft maintenance manual for flaps high-lift system and structural components[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2021, 12(5): 80-86. (in Chinese)
- [14] 郭强强, 唐晶. 民用飞机维修手册操作验证质量管理[C]//2017年(第三届)中国航空科学技术大会. 北京: 中国航空学会, 2017: 129-132.
GUO Qiangqiang, TANG Jing. Quality management of aircraft maintenance manual operating verification[C]//2017 (3rd) China Aviation Science and Technology Conference. Beijing: CSAA, 2017: 129-132. (in Chinese)
- [15] 李渊恒, 张雅杰. 民机技术出版物质量保证体系研究[C]//第六届中国航空学会青年科技论坛. 北京: 中国航空学会, 2014: 1-5.
LI Yuanheng, ZHANG Yajie. A research on quality assurance system of civil aircraft technical publications[C]//6th CSAA Science and Technique Youth Forum. Beijing: CSAA, 2014: 1-5. (in Chinese)

(编辑:丛艳娟)