

经验介绍



持续适航文件人为因素浅析

许海峰

(上海飞机设计研究院四性与产品支援设计研究部,上海 200232)

Research on Human Factors of Instructions for Continued Airworthiness

Xu Haifeng

(RAMSS Department of SADRI, Shanghai 200232, china)

摘要:持续适航文件和其他技术出版物是由飞机制造商提供的保持飞机固有安全性水平的重要资料。对持续适航文件编制过程中影响文件质量的人为因素问题进行了分析,并对如何提高文件质量提出了建议。

关键词:持续适航文件;人为因素;可用性;使用反馈

【Abstract】 In order to maintain the inherent safety of aircraft, the manufacturer should provide the ICA and other technical publications to operators as soon as aircraft delivered into operation. This article contains the results from the analysis of the human factors issues, which impacted on the ICA quality, were identified in the development process of technical publications. Finally, a series of recommendations are outlined to develop more meaningful metrics of manual quality.

【Key words】 ICA; Human Factors; Usability; Use of Feedback

0 引言

随着民用飞机设计和制造技术的发展,飞机的安全性水平得到了大幅度提高。但是,通过事故调查发现,由于飞机维护维修过程中的问题而导致的事故比例却日益增加。美国航空和宇航局(NASA)的航空安全报告系统表明,持续适航文件中所含信息不准确或操作程序可用性差等情况是引起维修事故的主要原因之一。通过进一步分析发现,在持续适航文件编制过程中存在的各种人为因素是导致上述情况产生的重要原因。本文针对持续适航文件编制过程中存在的各种人为因素问题进行了分析,并对改进的方法和措施提出了建议。

1 持续适航文件简介

对于运输类飞机,持续适航文件(ICA)指型号合格证(TC)申请人编制的,符合中国民用航空局(CAAC)适航规章CCAR21.50条款、CCAR25.1529条款、附录H和咨询通告AC-91-11“航空器的持续适航文件要求”及各国运输类飞机适航规章规定的,适航当局可接受的相关文件(或手册)。

持续适航文件的目的是用以在飞机投入使用后,指导运营人/航空公司正确地使用和维修航空器,并保持其固有设计水平和可靠性。

参考文献[1]规定,持续适航文件中所包括的保证飞机持续适航所必须的方法、检查、流程和程序

都必须获得适航当局的批准或认可,并提供给航空公司或运营人以维持飞机的适航条件。

2 持续适航文件与人为因素

为了指导运营人正确地使用和维护飞机,制造商提供了种类繁多、数量庞大的持续适航文件,波音公司曾做过统计,若将其1998年发布的手册打印并叠放,文件高度可达103 000ft。但对比文件中所包含的信息,其重要性却不可同日而语。随着民用飞机运输业的快速发展及运行机队数量的不断扩大,运营人在飞机维护方面的压力也与日俱增。与之相对应,他们对于维修类文件的依赖也达到了前所未有的程度。因此,在编制和更改持续适航文件时,如何避免各种人为因素对于文件的影响,并建立一套标准规范的持续适航文件及其他技术出版物工作体系,是各家飞机制造商所面临的重大挑战。

2.1 持续适航文件的人为因素问题

参考文献[2]以主流飞机制造商的持续适航文件编写人员、工程人员和客户服务人员为对象,对文件中的存在的问题及产生原因进行调查。

调查结果显示,在文件常见的四类问题中(即技术错误、语言错误、插图错误和程序错误),诸如数据不准确等技术方面的问题并不明显,而包括信息不充分,描述模棱两可及操作程序可用性差等问题却尤为突出^[3]。

通过数据汇总及对编制程序、数据源管理、错误跟踪、用户反馈和质量控制等持续适航文件主要工作环节进行的分析表明,文件编制过程中的各种人为因素问题是导致上述问题产生的重要原因,其中主要包括:

- (1) 未建立标准规范的编制程序和控制流程;
- (2) 不重视用户反馈信息;
- (3) 缺乏有效的质量控制和验证机制。

2.2 持续适航文件人为因素问题分析

2.2.1 持续适航文件编制程序和控制流程

由于现代持续适航文件数据来源的多样化及工作复杂程度远远超乎想象,这为准确地进行信息描述和数据验证带来了极大的难度。因此,大多数制造商都将建立和完善工作程序和流程作为改进持续适航文件质量的首要因素。但在实际工作中,仍存在诸多不足。

(1) 尽管工作程序和流程的重要性不言而喻,工业方也对整个工作阶段和职责进行了基本划分,同时在文件的编制过程中和交付后采用了诸如文件检查单、文件审核和格式化软件等多种质量控制措施,但却始终未将整个编制工作的程序和流程标准化、规范化地确定下来,而是普遍采用所谓“惯例”和公司传统沿革进行手册的编制工作。

(2) 即使部分制造商制定了明确的工作程序和流程,但在实际实施过程中,并非所有的文件都能按照相同的标准和程序进行编制。

(3) 大多数制造商都将用户反馈作为质量控制的一种方法。但实际上,用户反馈是制定文件编制准则的依据之一,而非质量控制方法。

其结果导致各部门间协调不力、信息流转不畅、具体执行困难以及工作机制无继承性等一系列问题,严重影响文件最终的质量。

2.2.2 用户反馈

通常,对于持续适航文件,制造商仅将其作为型号合格审定要求的一部分,而运营人则是文件的最终验证人员和使用人员。因此,在用户反馈方面,往往只是被动地响应客户提出的问题,而不是主动去了解用户的实际需求和困难。实践表明,这种工作策略给制造商提高文件质量和运营人使用文件带来了极大的困扰。

(1) 用户在实施维修程序时,经常“遭遇”一些

预期外的问题和困难。

(2) 因为文件中部分维修程序使用频率较低,导致制造商在相当长的时间内无法发现其中存在的问题。

(3) 用户必须花费大量的时间来查找文件中包含的问题并撰写问题报告。

而引起这些情况出现的原因主要包括下述几个方面:

(1) 制造商在编写持续适航文件时,并未真正去了解自己的用户,也没有充分考虑用户的经验、喜好和能力,而是以自己的判断、经验和能力来替代用户的实际需求。实际上,由于制造商和运营人的立场完全不同,按此方针编制的文件往往不能满足客户的要求。

(2) 在大多数制造商的工作流程中,并未将维修程序的验证作为标准流程的一部分,造成无法确定文件中所含维修程序的正确性和可用性,而这些问题原本应在文件交付前通过程序测试和验证等质量控制手段予以排除。

(3) 再者,即使在文件交付前进行了程序的验证,但由于验证的目的、验证人员的经历乃至验证的环境和工具等都与航线不尽相同,其验证效果也不可避免地与实际情况存在偏差。

(4) 此外,由于运营方勤务人员的主要职责是进行飞机的维护和维修,因此,持续适航文件仅仅是帮助其完成工作任务的工具,在现有的机制下,不可能花费大量的时间和精力帮助文件编写人员来提高手册的质量。

2.2.3 持续适航文件质量控制

目前,各飞机制造商对于持续适航文件的质量控制主要以交付前手册中问题的发现、跟踪和解决为工作重点,而对于交付后,则主要依赖用户的信息反馈进行问题跟踪。然而,由于其本身的信息收集机制并不完善以及运营人反馈信息较为有限等因素的制约,使得制造商对于使用中文件的质量控制和问题跟踪力不从心。

但尽管如此,依赖于制造商内部较为完备的质量控制流程、程序和方法,特别是对于文件中所含数据、插图和构型等信息有一套严谨的问题报告机制,因此文件中技术信息的错误问题并不明显,这也在航线勤务人员及第三方维修机构对文件准确性所做

的较高的总体评价中得到了体现。而与之相对应,包括程序描述不清楚,可操作性差等问题则显得尤为突出。在极端情况下,运营人甚至通过在文件相应部分增加标签的方法来进行示意以避免可能的操作事故。两者对比,操作程序的可用性之于用户远比技术信息错误问题更为严重。

而对于民用飞机,用户的评价是其能否取得商业成功的根本标志。制造商除了要建立内部质量控制体系外,还应当持续跟踪用户关于程序可用性问题,这不但能进一步提高文件质量,也有助于给客户呈现出最好的产品。

2.2.4 补充分析

虽然人为因素问题严重地影响了持续适航文件的质量,但主观上,无论是飞机制造商,还是文件编写人员,对于上述问题都有着深刻的认识。其中,编写人员对于避免人为因素对于文件质量影响的意愿甚至比运营人更为强烈。然而,一方面由于持续适航文件工作体系庞大复杂,牵涉部门众多,而相互间的协作又困难重重;而另一方面,技术出版物部门在制造商内部的地位普遍不高,其所能使用和调配的资源极其有限,再加之受整个项目研制计划影响,至使文件编制周期较短以及受经费短缺等条件的限制,使得手册编写人员只能勉强在现有的条件和体系范围内按计划完成手册的编写,而对于提高手册的质量却是有心无力。

此外,随着信息技术的迅速发展,在持续适航文件的编制过程中大量应用了编制软件和格式化软件等计算机工具,加快了文件的编写的速度,也在一定程度上改变了整个持续适航文件的编制流程。但随之而来,由于文件编写速度的提高,原本有限的预算和时间则被进一步压缩,编写人员也不得不面对更大的压力和更多新的不可预测的问题。

3 持续适航文件人为因素问题改进建议

3.1 加强文件编写人员与用户的沟通

如前所述,制造商在编制持续适航文件时,将满足适航规章的要求作为首要原则,即工作重点为提供技术信息而非满足客户的需求。因此,在文件中,一般仅包括保持飞机持续适航性所必须的信息和操作程序。但归根结底,持续适航文件的最终目的是

为客户实施维护维修工作提供指导和支持。因此,为了提高文件的质量及实际可用性,编写人员应在文件编制过程中,加强与用户的沟通。

(1)积极听取并充分考虑用户对于操作程序合理性、可操作性和便利性等方面的需求。

(2)借鉴勤务人员在维修方面的经验和能力,根据其意见和建议,对文件验证和质量控制流程、方法等进行优化和完善。

另一方面,虽然制造商期望通过用户的反馈来获取、跟踪并解决文件使用过程中存在的问题,但在航线中,其中绝大多数问题已被驻场代表、支持工程师和运营人内部的工程部门等处理,因此编写人员实际收集到的信息十分有限,致使许多问题并没有在后续的文件更改中被更正。与此相对应,因更改需求没有得到响应或被延迟响应,使得用户问题报告的积极性被严重挫伤,而长期的恶性循环,将最终导致用户对于文件的满意度大幅降低。因此,制造商与运营人间必须共同建立紧密的信息沟通机制,方便用户提交相关更改需求。同时,无论更改需求是否最终在文件的后续版本中得以落实,都应确保用户能及时得到意见反馈。

3.2 维修程序的验证

为了确保持续适航文件的完整性、正确性和可操作性,无论是制造商还是适航部门,都对文件编制及质量控制的方法和手段等进行了深入的研究。FAA曾赞助开发过一个名为文件编写助手(Document Design Aid)的工具^[4],该工具针对航线使用最为广泛的工卡,为编写人员制定了包括信息的可读性、文件的组织以及影响程序执行因素等一系列旨在提高文件可用性的设计准则。然而,尽管DDA在文件编写环节加强了对于可用性的考虑,但却无法对程序的实际可用性进行判断。而如何对文件中维修程序的实际可用性进行系统地评估是目前文件编制流程中存在的最大问题。

在进行飞机维护和维修时,勤务人员经常遇到操作程序次序颠倒、描述难以理解和操作困难等问题,当出现这些情况时,他们只能依靠自己的经验和判断来确定最合适的解决方法。而这些问题原本是可能在编制过程中通过使用多种验证技术、方法来发现和解决的。

所谓持续适航文件的验证^[5],指在标准条件

下,根据文件的描述执行维修程序以确保程序可靠性的一种方法。持续适航文件验证的目的是确定操作程序能否按文件中所写的内容安全有效地得以执行。虽然部分制造商曾经进行过相关验证工作,但由于验证工作的不系统性,验证人员与勤务人员在自身特点、经验等方面存在较大差异以及验证的环境、工装、设备等与航线实际情况不同等各种原因,并不能表明其验证结果与实际航线情况一致。

但尽管目前验证还存在不少问题,制造商仍应积极开展相关工作,并制定详细完善的验证程序和流程,以确保操作程序的可用性。当然,也并非所有的维修程序都需要进行实际操作验证。出于安全、经济等方面因素的考虑,除与安全相关或经常执行的程序需进行操作验证外,对于一些与安全联系不紧密或极少使用的操作程序,也可采用书面验证或模拟计算等验证方法,并与实际操作验证构成一套完整的验证工具。

3.3 构建问题数据库,跟踪并分析持续适航文件的可靠性

对于一个飞机系统,收集和分析其在飞机运行过程中的数据是判断其可靠性的一个重要方面。而对于持续适航文件,建立一个包括所有用户问题报告、问题处理情况以及其他后续信息的问题数据库,对于跟踪文件的可靠性也至关重要。

大多数制造商都将用户的反馈作为持续适航文件问题的发现机制。而在对用户提出的问题进行评估及文件更改后,删除相关问题报告来表明已完成问题处理。表面上看,文件的更改以用户提出的依据,修订后的文件又重新分发给用户,文件的质量将逐步得到完善。然而,随着时间的推移,由于数据的缺失,将很难对过去的问题进行跟踪,制造

商、运营人乃至整个工业方将不得不付出巨大的代价来一次次处理相似的问题。反之,问题数据库的建立,作为一种有效的质量控制方法,可帮助制造商大幅减少相似问题的识别和验证所占用的资源。而运营人也可通过问题报告解决其实际工作中的困难。

4 结论

持续适航文件作为指导用户使用和维护飞机的重要资料,在运行飞机的维护和维修工作中起着至关重要的作用。本文对影响持续适航文件质量和可用性的主要人为因素进行了阐述和分析,并对如何改进工作流程及验证实施方法等方面给出建议。其中,部分改进只需在现有程序的基础上进行优化,而对于维修程序的验证,则需要制造商、运营人和适航当局进行协作研究,并确定具体的工作程序和流程。但不管是优化和还是改进,对于制造商现有的工作体系都提出了巨大的挑战。然而从长远来看,持续适航文件可用性的改善,无论在提高用户满意度方面,还是在降低维修成本方面,都将取得明显的成效。

参考文献:

- [1] AC-91-11 航空器的持续适航文件.
- [2] DOT/FAA/AR-01/43 Manual Development Procedures.
- [3] DOT/FAA/AR-02/34 User Evaluation of Maintenance Documents.
- [4] Federal Aviation Administration/Office of System Architecture and Investment Analysis.
- [5] DOT/FAA/AR-02/123 Final Report and Recommendations.

(上接第 12 页)

在以往的型号研制中,常常由于在飞机的前期设计时不重视飞机重心及重心包线研究工作,从而导致飞机使用操作性和经济性的降低,甚至导致飞机方案的调整和修改,进而不得不增加研制经费,影响研制进度。

希望本文能为民用飞机重心及重心包线的设计提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 飞机设计手册第 8 册,重量平衡与控制. 北京:航空工业出版社,1999.
- [2] 飞机设计手册第 5 册,民用飞机总体设计. 北京:航空工业出版社,2002.
- [3] 方宝瑞. 飞机气动布局设计[M]. 北京:航空工业出版社,1997.