

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2017.08.064

民用飞机运营阶段的 FRACAS 应用

马彪*

上海飞机设计研究院, 上海 201210

摘要: 故障报告、分析及纠正措施系统 (FRACAS) 作为重要且可靠的系统, 在民用飞机的设计阶段得到了广泛的应用, 但对运营阶段的支持不足。为了使 FRACAS 在民用飞机运营阶段更好地发挥作用, 需要从总体思路、问题识别、纠正措施的制定与实施、管理等方面进行分析。本文介绍了在民用飞机运营阶段工作中对 FRACAS 的研究和应用经验并阐述了民用飞机运营阶段 FRACAS 的工作思路。通过加强运营阶段的 FRACAS 工作, 可进一步提升民用飞机的可靠性水平。

关键词: FRACAS; 可靠性; 民用飞机; 运营阶段

中图分类号: V219 文献标识码: A 文章编号: 1007-5453 (2017) 08-0064-04

故障报告、分析及纠正措施系统 (Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System, FRACAS) 是一个故障报告闭环系统, 其目的是及时报告产品故障, 分析故障原因, 制定和实施有效的纠正措施, 以防止故障再现, 改善其可靠性和维修性^[1]。根据美国可靠性分析中心 (Reliability Analysis Center, RAC) 于 1995 年发布的有关可靠性工作任务的调查报告, FRACAS 是最为重要的可靠性任务^[2,3]。

传统的 FRACAS 包括了故障报告、故障分析、纠正措施制定和纠正措施实施 4 个典型工作环节, 针对产品在设计研制、生产试验与投入使用过程中发生的故障进行记录和分析, 明确故障原因, 确定和实施纠正措施, 防止故障再现。通常情况下, 这些纠正措施包括: 在制造中实行新的控制方法, 设计更改、工艺或材料更改, 更换一个满足使用要求的较好的元器件等^[1]。虽然 FRACAS 在民用飞机的设计、试飞及使用的早期阶段得到了有效的应用, 但对民用飞机在运营阶段的支持不足主要体现在以下两点: (1) 在运营阶段中, 由于设计相对完善并开展了充分的维修工作等因素, 直接暴露重大故障的情况会逐步减少; (2) 在运营阶段实施设计更改的工作更复杂, 难度更大, 成本也较高。

为了使 FRACAS 在民用飞机的运营过程中更好地发挥作用, 需要对 FRACAS 在运营阶段的应用开展深入的研究。

本文着重介绍了在民用飞机运营阶段开展 FRACAS 工作的方法和思路, 并提出提升运营阶段 FRACAS 工作效果的措施。

1 FRACAS 在运营中的应用分析

各大航空器制造商已经尝试将 FRACAS 扩展到民用飞机运营过程并取得了初步成效。庞巴迪 (Bombardier) 公司在型号设计过程中建立了有效的 FRACAS 系统, 在运营过程中不仅建立了 FRACAS 并为其增加了电子数据标准交换 (Electronic Data Standard Exchange, EDSE), 使制造商、供应商和航空公司可在线交换产品可靠性数据。EDSE 涉及的内容包括系统/设备的故障报告、维修记录等内容。这些内容可以进入 FRACAS 并参与分析和纠正措施的制定, 从而在运营阶段持续改善飞机的可靠性。

随着 FRACAS 在运营阶段的不断完善, 2000 年时庞巴迪 Dash8 系列飞机的 A、C 检时间间隔分别增加了 20%, 起落架首翻期增加了 5000 起落, 起落架总维护费用降低了 31%^[4]。

由此可见, 在民用飞机运营阶段开展 FRACAS 是行之有效的。通过运营阶段 FRACAS 的实施和完善, 可以持续改善民用飞机可靠性, 同时降低飞机的维护成本。为了使运

收稿日期: 2017-05-31; 退修日期: 2017-06-19; 录用日期: 2017-07-23

* 通讯作者. Tel.: 021-20866325 E-mail: mabiao@comac.cc

引用格式: MA Biao. Implementing of FRACAS in the operation phase of civil aircraft [J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28 (08): 64-67. 马彪. 民用飞机运营阶段的 FRACAS 应用 [J]. 航空科学技术, 2017, 28 (08): 64-67.

营阶段的 FRACAS 更加有效,必须从总体思路、问题识别、纠正措施制定与实施、管理等几个方面对传统的 FRACAS 的工作思路进行调整。

2 总体思路

运营阶段的 FRACAS 工作流程是建立在大量使用数据基础上的,因此,要解决传统 FRACAS 在运营阶段的不足,需要从以下几个方面对传统 FRACAS 进行调整:

(1) 扩展 FRACAS 关注的故障/问题的范围。通过增加数据收集/分析这一过程,更好地识别运营过程中存在的问题。

(2) 对制定的纠正措施类型进行扩展。在设计更改、生产过程更改等纠正措施的基础上,增加维修性纠正措施。

(3) 综合考虑持续适航、运行支持等工作对故障/问题管理的需求,统一主制造商的故障/问题管理体系。

调整后的民用飞机运营阶段 FRACAS 工作流程如图 1 所示。故障/问题闭环管理过程与民用飞机的设计、试验、试飞及使用的早期阶段开展的 FRACAS 工作基本流程是一致的。因此,早期的 FRACAS 工作流程不需要做出调整。在运营阶段,通过完善纠正措施类型,更好地在运营阶段对故障/问题进行闭环管理。同时,通过增加数据收集/分析过程,提升识别运营阶段问题的能力。

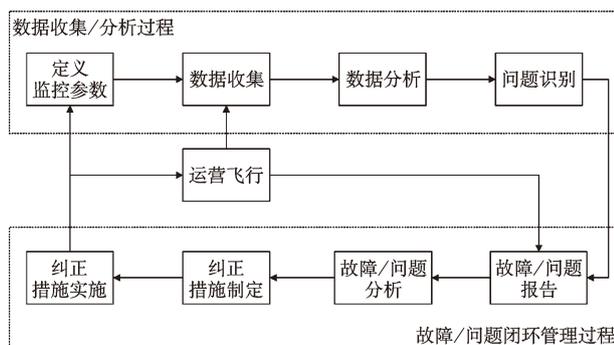


图 1 运营阶段 FRACAS 工作总体流程
Fig.1 Workflow of FRACAS in operation phase

3 数据收集/分析过程

数据收集/分析过程的目的是发现存在的问题,对纠正措施的有效性进行验证以及为故障/问题闭环管理过程提供数据支持。

在运营阶段,最有效的故障/问题发现的渠道是开展安全性、可靠性、维修性数据分析和监控工作^[5]。对民用飞机使用数据收集和分析工作是该阶段 FRACAS 工作的特点和

重点,是提升 FRACAS 在民用飞机运营工作中的效果的关键。数据收集/分析工作的主要过程如图 1 所示,包括定义监控参数、数据收集、数据分析和问题识别等环节。

监控参数是在整个运营过程中需要持续关注的数据和信息。监控参数的确定需结合四性及产品保障工程设计分析的结果,如功能危险性分析 (Functional Hazard Analysis, FHA)、失效模式与影响分析 (Failure Modes and Effects Analysis, FMEA)、故障树分析 (Fault Tree Analysis, FTA)、维修大纲 (Maintenance Review Board Report, MRBR) 和维修计划文件 (Maintenance Planning Document, MPD) 以及适航的相关要求和运营过程中所能收集到的数据几个方面进行考虑。同时,必须明确监控参数是在运营过程中不断完善。

在关注监控参数的同时,还需要明确对监控参数进行评估的准则和方法,建立识别问题的阈值,建立所识别的故障/问题的分类和分级制度及应对策略。明确哪些问题需要进入故障/问题闭环管理环节以及问题的紧急和重要程度。这一过程应充分考虑持续适航等其他体系工作的要求,识别出其他工作体系所关注的问题并向相应的体系报告。

基于监控参数,主制造商在运营阶段需要收集的数据包括:飞行时间和飞行循环、发动机/辅助动力装置 (Auxiliary Power Unit, APU) 的使用记录、设备的使用记录、机组/机务的报告、故障记录、非计划拆换记录、维修记录、返厂件维修记录等。运营阶段中的数据来源是多样的,运营商、维修机构、供应商、适航当局及其他第三方机构等都是数据的来源,对于不同类型的数据来源,须制定不同的数据收集要求。获取的数据须进行规范化处理,转换成 FRACAS 的统一形式,以便管理和分析^[6]。通过对导入数据的识别,发现存在的问题并按预定的分类分级准则进入故障/问题闭环管理环节。

对于在运营阶段所发生的重大故障,数据收集/分析过程可通过部件序列号对相关设备、系统的维修信息进行持续跟踪,以便将返厂维修的故障件的维修信息和最初的故障信息进行关联。

4 故障/问题闭环管理过程

故障/问题闭环管理过程与 FRACAS 传统闭环过程相似。其目的是分析问题的根本原因,制定纠正措施并实施。同时,综合考虑持续适航、运行支持、设计改进、改型等工作对故障/问题闭环管理过程的差异化需求,主制造商层面应

基于 FRACAS 建立统一的故障 / 问题管理体系。

在故障报告环节,除收集运营阶段发生的影响安全性、可靠性的故障和数据收集 / 分析过程识别的问题外,还要收集持续适航等体系中需要开展分析和纠正措施制定的故障 / 问题。在民用飞机运营阶段开展故障 / 问题分析时,除对设计和生产原因分析外,还应当结合飞机的使用情况、保障、环境等多方面原因进行分析。

制定纠正措施时,针对产品设计、生产等过程的纠正措施仍然是必需的。此外,运营阶段的纠正措施还应包括对维修方案、维修大纲和维修计划文件的变更等维修性纠正措施。维修方案是保证飞机持续适航的具体措施之一,也是保持飞机可靠性水平的重要手段^[7]。通过维修性纠正措施的制定,可以优化维修方案,更好地保持飞机的可靠性水平,同时对降低维护费用,提高民用飞机维修性和经济性有突出的作用。故障审查委员会 (Failure Review Board, FRB) 应结合维修审查委员会 (Maintenance Review Board, MRB) 改进维修方案,可包括维修项目的变更、维修方式的变更、间隔调整等。在维修方案的修改过程中,应当充分考虑运营商的情况,以及主制造商、供应商、适航管理当局等各个层面的要求,以保证可靠性、维修性和经济性。

为了验证纠正措施的有效性,任何纠正措施在制定的同时,应当明确有效性评估方案。将有效性评估所需要的监控参数提交到数据收集 / 分析环节,通过使用数据的收集和分析,来确定纠正措施的有效性。

对于制定的纠正措施,应当结合持续适航工作和运行支持工作来实施。设计更改和生产过程的改进,应在满足适航管理要求的前提下开展,同时结合设计优化和改型等工作来实施。对于已经生产运营中的飞机,应结合问题的重要和紧急程度,发布服务通告和运营人通告。维修性的纠正措施应遵循维修大纲和维修方案的修订程序要求。

5 管理

为了更好地开展运营阶段的工作,通过 FRACAS 在主制造商层面开展统一的故障 / 问题闭环管理工作,协调工作过程中的资源,需要在 FRACAS 的管理工作中考虑以下内容:

(1) 协调和统一持续适航、运行支持等工作中的故障 / 问题管理工作。在 FRACAS 的数据收集 / 分析过程中识别持续适航等体系所需要关注的问题并向相关体系反馈。在 FRACAS 体系的故障 / 问题闭环管理过程,对各体系中发现

的问题进行闭环管理并将过程和结论的信息向各体系反馈。

(2) 协调 FRB、MRB 的工作,将运营阶段的可靠性、维修性工作结合开展。

(3) 协调设计、制造和客户服务等各方面在故障 / 问题管理中的要求,采用唯一的 FRACAS 体系和平台来满足各方面的工作需求。

通过建立主制造商层面的统一的故障 / 问题闭环管理过程,可以将运行支持、持续适航、质量等工作体系所关注并需要开展进一步调查的故障 / 问题通过 FRACAS 进行统一的分析和纠正措施制定工作。统一分析过程能更好地集中资源,开展更有效地分析和纠正措施制定工作,同时也有利于对故障 / 问题的管控。制定的纠正措施通过工程设计、制造、运行支持、持续适航等体系以工程更改、服务通告、维修大纲和维修方案修订等方式实施,实施的过程和结果应由各体系向 FRACAS 进行反馈。与此同时,FRACAS 也通过数据收集 / 分析过程进行纠正措施有效性的评估工作。

在 FRACAS 的工作体系中,还应明确主制造商和运营商之间的有效沟通和责任分工。主制造商通过开展 FRACAS 等工作,改善其产品的可靠性,提供维修大纲和维修方案的优化等服务。运营商通过收集航空器的使用数据、存在的故障 / 问题、服务通告的实施情况等数据,向主制造商提供开展 FRACAS 等工作的必要信息。主制造商和运营商应建立高效、唯一的数据交换协议。

6 结论

本文阐述了在运营阶段开展 FRACAS 的方法和思路,提出通过对运营阶段的 FRACAS 总体思路进行调整,并通过增加数据收集和分析环节,扩展纠正措施的形式,统一各体系、各单位对故障 / 问题的管理工作等措施,使得民用飞机的 FRACAS 在运营阶段得到更好的应用,可以更有效识别在运营阶段出现的故障并制定和实施纠正措施。通过运营阶段的 FRACAS 应用,可以有效改善可靠性水平,从而保障飞机的安全性并降低飞机的维护成本。

FRACAS 的数据积累还能为故障模式、影响及危害度分析 (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, FMECA) 的更新、飞机改型和新研飞机等方面的工作提供数据支持^[4]。

AST

参考文献

[1] GJB 841—1990 故障报告、分析和纠正措施系统 [S]. 北京:

- 国防科学技术工业委员会, 1990.
GJB 841-1990 Failure report, analysis and corrective action system[S]. Beijing: COSTIND, 1990. (in Chinese)
- [2] Ciemian M. Increasing the effectiveness of FRACAS[J]. Reliability & Maintainability Symposium, 2009, 50 (3-4): 59-63.
- [3] Fuqua N, Hetherington P. Benchmarking of commercial reliability and maintainability[R]. Reliability Analysis Center, 1995.
- [4] 刘佳, 刘毅, 何钟武. 面向商用飞机生命周期的 FRACAS 研究 [C]// 中国航空学会 2007 年学术年会, 2007.
LIU Jia, LIU Yi, HE Zhongwu. Research of FRACAS in full life cycle of commercial aircraft[C]// 2007 Academic Annual Meeting of CSAA, 2007. (in Chinese)
- [5] Society of Automotive Engineers. ARP 5150 Safety assessment of transport airplanes in commercial service[S]. USA: SAE Aerospace, 2003.
- [6] 吴兴旺. 民航飞机维修管理思想介绍及其对其他工业领域的启示 [J]. 机电技术, 2003 (S1): 226-231.
WU Xingwang. Introduce revelation analysis to commercial aircraft maintenance management ideology[J]. Mechanical & Electrical Technology, 2003 (S1): 226-231. (in Chinese)
- [7] 欧阳健. 基于工作流的商用飞机 FRACAS 的研究与实现 [D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010.
OUYANG Jian. Research and implementation on workflow-based airplane FRACAS[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2010. (in Chinese) (责任编辑 樊丹丹)

作者简介

马彪(1986-)男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 民用飞机数据分析和 管理、可靠性、安全性。

Tel: 021-20866325

E-mail: mabiao@comac.cc

Implementing of FRACAS in the Operation Phase of Civil Aircraft

MA Biao*

Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China

Abstract: FRACAS is the most important reliability tool. FRACAS has been widely used in the design phase of civil aircraft. However, FRACAS is limitedly used in operation phase. General thinking, problem identification, corrective action establishment and implementation and management need to be considered in order to increasing the effectiveness of FRACAS in operation phase of civil aircraft. This paper described the research and implementing of FRACAS in the operation phase and introduced the work thinking of FRACAS in the operation phase of civil aircraft. The reliability level of civil aircraft will be further promoted by strengthening the operation phase of FRACAS.

Key Words: FRACAS; reliability; civil aircraft; operation phase

Received: 2017-05-31; Revised: 2017-06-19; Accepted: 2017-07-23

*Corresponding author. Tel. : 021-20866325 E-mail: mabiao@comac.cc