

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2017.09.001

民用飞机构型管理过程与 SAE ARP 4754A 的符合性技术研究

冯青霞*, 杨栓宝

中航西飞民用飞机有限责任公司, 陕西 西安 710089

摘要: SAE ARP 4754A 是面向航空产品研制的系统工程过程要求, 是民用飞机产品开发的规范指南。本文从 SAE ARP 4754A 标准中对民用飞机构型管理工作的要求出发, 描述了民用飞机型号研制中的构型管理工作过程, 并给出了在型号研制中此过程与 SAE ARP 4754A 标准要求的符合性方法。

关键词: 民用飞机; SAE ARP 4754A; 构型管理

中图分类号: V268.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-5453 (2017) 09-0001-04

随着航空技术的不断发展, 飞机及其系统变得越来越复杂, 对飞机研发过程的约束也越来越苛刻。特别是在民用飞机研发领域, 适航当局提出了更加严格的要求, 飞机和系统的研制过程必须满足 SAE ARP 4754A《民用飞机和系统开发指南》(ARP 4754A) 要求。ARP 4754A 对飞机研制过程中的构型管理提出了明确要求, 如何保证民机构型管理过程不仅符合 ARP 4754A 的要求, 同时也满足适航审定要求, 就必须从系统工程领域出发, 研究出一套符合 ARP 4754A 的构型管理方案, 以确保民用飞机的研制过程都得到保障和支持。

1 ARP 4754A 标准

自 ARP 4754A 标准颁布后, 适航当局对民用飞机和系统研制中需求管理、构型管理、系统设计流程、接口管理等工作都有很高的要求, 不仅局限于适航审定关注的要点, 而是将其扩展开来, 规定了研制过程的保证要求。不仅成为飞机和系统的开发指南, 也是适航当局认可的可用于证明系统开发保证过程的符合性方法。从整个研制过程出发, 提出了民用飞机和系统研制过程要求, 以及研制过程的保证要求, 如图 1 所示^[1]。

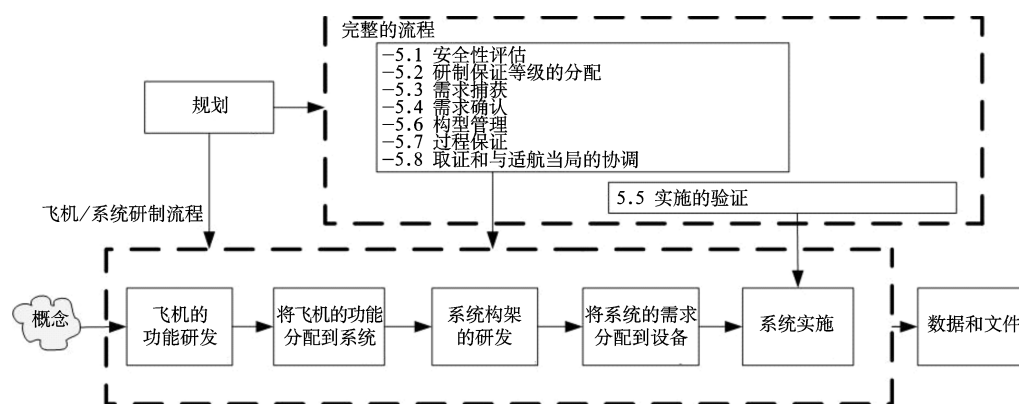


图 1 飞机或系统的研制流程模型

Fig.1 Aircraft or system development process model

收稿日期: 2017-04-28; 退修日期: 2017-06-22; 录用日期: 2017-06-26

* 通信作者. Tel.: 029-86832584 E-mail: qx_fengxac@163.com

引用格式: FENG Qingxia, YANG Shuanbao. Research on civil aircraft configuration management process and the conformity of SAE ARP 4754A [J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28 (09): 01-04. 冯青霞, 杨栓宝. 民用飞机构型管理过程与 SAE ARP 4754A 的符合性技术研究 [J]. 航空科学技术, 2017, 28 (09): 01-04.

该标准强调在开展任何活动之前都应先制订计划,约束过程中的活动,并不断评估活动是否遵循计划,控制过程风险。计划过程需全面涵盖研发活动各个方面,包括研制计划、安全性大纲、需求管理计划、验证计划、确认计划、构型管理计划、过程保证计划和合格审定计划等。

由此可以看出,构型管理计划是 ARP 4754A 标准要求的三大过程之一的内容,为了应对激烈的国际市场竞争,在民用飞机产品系列化发展的格局下,研究航空领域的构型管理机制如何符合此标准要求,健全构型管理基础工作,在飞机研制中推广应用构型管理技术,不仅是现代化管理的需要,也是研制具有国际先进水平航空产品的需要。

2 ARP 4754A 中对构型管理的要求

ARP 4754A 对民用飞机构型管理流程模型如图 2 所示^[1]。图中 CC 表示更改控制,PR 表示问题报告。

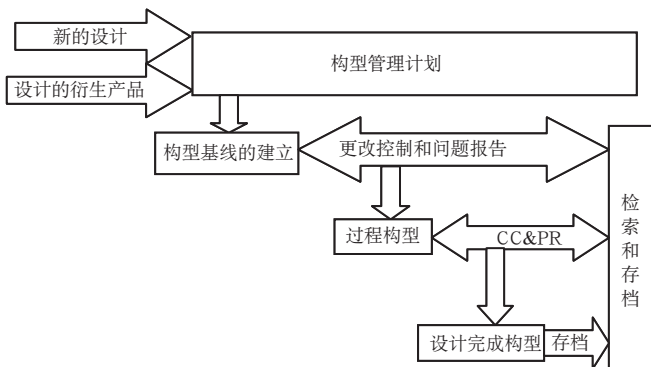


图 2 构型管理过程模型

Fig.2 Configuration management process model

构型管理既是系统开发活动,也是合格审定活动。构型管理的目标就是要保证所关注的对象在任一时刻的状态是唯一的且是可识别的,而且这种状态的历史演变过程是明确的、有据可查的。

2.1 ARP 4754A 对构型管理工作的实施目标要求

民用飞机的构型管理需要实现从客户对产品的需求到产品的设计、制造、符合性证明、交付、客服和使用的全过程以及产品系列的配置、改型和发展延续。ARP 4754A 明确要求在系统研制过程中,必须建立一个全面的构型管理计划,确立飞机的构型,通过构型管理的组织体系和文件体系,对产品数据的构型管理过程保证达到如下目标:(1) 确保在产品全生命周期内,建立并维持产品的性能、功能特性和物理特性与产品需求和使用信息之间的一致;(2) 保证飞机符合安全性、适航条例、客户要求,以及达到项目成本和进度的目标;(3) 确保项目各研制方数字化产品数据的唯一性、可控性、有效性、追溯性和传递交换;(4) 建立构型项资源库,

提高重用性,实现产品构型项的通用化、组合化、模块化设计;(5) 在产品生命周期内,对构型项进行控制和保持,实现构型更改管理高效率和产品系列化发展;(6) 基于产品数字化定义及配置,实现多构型、多基线和物料清单(BOM)管理。

2.2 ARP 4754A 中对构型管理活动的具体要求

ARP4754A 第 5.6 节规定在产品研制过程中构型管理的具体要求包含以下内容:

(1) 构型管理计划: 一个全面的、易于理解的构型管理计划反映了有效的构型管理原理和方法,并能吸收和借鉴国外的成功经验,避免走弯路。因此构型管理计划规定了在整个系统研制生命周期中达到构型管理流程目标所采用的方法。在必要时候,构型管理计划应提交给适航当局并获得局方的同意,构型管理计划中描述了构型管理的环境,包含构型管理所使用的工具、程序、方法、标准、组织职责和相关接口。

(2) 构型标识: 现代飞机设计已不再是设计一个产品,而是设计一个产品平台。准确地说,就是创建一个模块化的产品构架,通过变型,实现产品的系列化、多样性和个性化。明确飞机总体构型定义的原则,选择构型项的方法,并对每个构型项进行唯一的标识。

(3) 建立构型基线: 构型基线提供了特定研制阶段的技术工作边界,并作为更改管理的基准,以便评估更改的影响和成本。构型基线活动的目标在于创建和维护对构型项的追溯性和控制。

(4) 更改控制和问题报告: 更改控制的目的是确保飞机在整个寿命周期中构型状态清晰并严格受控,确保批准后的更改数据能够及时、正确地贯彻到产品上,并建立一个完整、有效、实时的产品构型数据源。ARP 4754A 中要求更改控制和问题报告的目标是记录审查、测试或者使用服务中发现的问题或更改,并且记录它们的解决方案。明确产品构型的任何更改都应受到控制,应建立一套系统化的、可追溯性的更改管理流程。

(5) 存档和检索: 存档和检索活动的目标是保证构型项能够被检索,应建立资料存档的程序,以便满足适航的要求。

(6) 数据控制的类别: 构型项的资料在产品研制的生命周期内控制分为两类: 1 类系统控制和 2 类系统控制,每类系统在执行控制时要求执行的程序不同。

3 构型管理与 ARP 4754A 的符合性

3.1 构型管理计划

构型管理计划是应用构型管理过程最重要的准备工作之一。在产品生命周期的每一个阶段,构型管理计划常常需要修订和延伸。在开展构型管理之前最重要的就是编写构

型管理计划 (CMP), 阐明企业的构型管理方针、政策及实施方法, 使构型管理有一个清新的思路以及切实可行的计划。

编制构型管理计划达到如下目的: (1) 确保恰当的构型管理过程、工具和活动可以应用; (2) 赋予构型管理组织职责; (3) 提供必要的资源 and 设备; (4) 打好持续改进的基础; (5) 保证公司流程的整合、成熟和有效; (6) 保证数据的安全存储和可用性。

3.2 构型管理的组织职责

构型管理属于系统工程的基本内容之一, 在系统工程中构型管理属于控制机制。因此实施构型管理必须建立相应的构型管理组织机构保证构型管理工作的顺利开展。基本的组织包括项目控制委员会 (PCB) 和构型控制委员会 (CCB)。项目构型控制委员会是飞机项目技术、质量、成本和进度等重大问题的决策机构, 是飞机项目构型管理工作的最高决策机构。PCB 是一个项目领导层的议事论坛, 对更改申请做出商务方面的决策, 评估潜在的商业利益和对客户的影响, 并衡量所做出的决策可能存在的风险。CCB 是由技术和管理代表组成的柔性机构, 负责项目的构型更改管理工作, 包括重大问题和重大构型更改事项进行决策, 控制构型基线的建立和更改, 评估构型更改活动的必要性, 全面负责型号研制的构型管理工作。

3.3 构型标识

构型标识是构型管理的基础, 是对飞机进行定义的过程^[2]。构型标识的过程如图 3 所示。

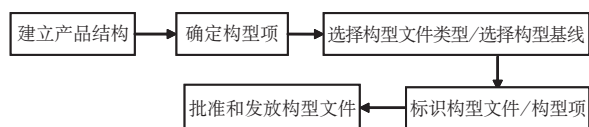


图 3 构型标识过程

Fig.3 Configuration identification process

构型标识的活动包含以下内容: (1) 定义飞机的产品分解结构和选择被管理的单元——构型项。 (2) 对飞机、构型项及其下属的零组件指定并应用唯一标识号。 (3) 有规则地选择和组织飞机、构型项及其零组件的性能、功能特性和物理特性信息, 并在构型文件/图样中记录和规定该特性。 (4) 在构型文件中定义相关的接口要求。 (5) 建立产品的构型基线, 作为内部设计控制和构型更改管理的基础。 (6) 建立和保持飞机构型与构型文件之间的有机联系。

3.4 构型基线

构型基线由正式批准发放的构型文件组成, 是后续研制和生产活动的基准, 反映产品生命周期内重要节点或里程碑处确定的某一技术状态。在民用飞机研制中, 构型基线分为需求基线、设计发放基线和产品构型基线等三条基线^[2]。需

求基线是描述客户需求和必要的约束条件的技术文件, 通过型号的设计要求和目标的审查、批准和发放确定。需求基线除了客户的顶层需求之外, 还包括分配给下一层次的需求。

当产品定义的信息首次被批准并发放使用时, 初始的“当前构型基线”就已建立。把已批准的更改合并到之前批准的基线, 就能够更新当前的构型基线。构型基线管理过程包括: (1) 建立批准的基线。 (2) 根据更改请求, 检出已建立和已批准的基线。 (3) 评审检出的和已批准的基线, 对更改请求评审。 (4) 评审已批准的更改, 并更新检出的基线。 (5) 建立初步修订的基线, 用于试验和批准。 (6) 检入已批准的基线。替代原来的基线, 并存档。

3.5 构型更改控制过程

民用飞机研制过程应建立严格的构型更改管理程序, 用于管理飞机、构型项及其零组件和相关构型文件的更改、偏离许可和让步^[2, 3]。构型更改管理始于需求基线确定之时, 继而贯穿于构型项研制、生产的全过程。

在相应的构型基线批准之前, 相关单位和部门应对每一构型项的构型文件实施内部的构型更改管理。

在相应的构型基线批准之后, 应按照规定的程序对相关的构型文件进行更改控制, 记载更改造成的所有影响, 并将已批准的构型更改纳入构型项及其相关的构型文件中。即无论飞机、构型项及其零组件, 和相关构型文件是何种类型, 所处生命周期的哪个阶段, 其更改、偏离许可和让步必须通过构型更改管理程序来完成, 通过构型更改管理可以保证: (1) 更改决定, 是基于全面了解更改产生的所有影响而做出的。 (2) 将更改限于那些必要的更改或能带来重大效益的更改。 (3) 制定有效控制构型更改、偏离或超差的程序与方法。 (4) 已批准的更改得到实施。 (5) 更改信息的有序流通。 (6) 对产品接口的状态控制。 (7) 维持并控制当前的构型基线。 (8) 产品和文件之间的一致性。 (9) 记录并限制构型状态的变化。 (10) 促进对更改后产品的持续支援。

3.6 不符合性管理

产品的不符合性管理主要是产品的偏离和让步管理, 在产品生产阶段, 为了解决制造中的不符合性问题, 需要成立物料评审委员会 (MRB), 并建立不符合性控制系统 (NCM)。

偏离许可和让步都与制造有关, 构型项的制造应满足已批准的构型文件规定的要求。在构型项制造前, 制造方认为构型项有必要临时偏离已批准的构型文件, 并不构成对型号设计构型和构型文件的更改, 可由制造部门按照正式的程序提出偏离许可申请, 经工程评估和权威机构批准后即可实施。在构型项制造期间或检验验收过程中, 制造方认为不合格品可返修或原样使用, 可由制造部门按照正式的程序提出

让步申请,经工程评估和权威机构批准后即可落实。同时偏离许可和让步的有效记录应跟随被偏离许可和让步的零组件、构型项和飞机使用或交付。

若工程或制造方认为偏离许可和让步是永久性的,则需要进行工程更改。除非存在异常情况,若影响到使用、保障或维护(如配件、使用或维护程序、与培训设备或测试装置的兼容),或者偏离许可包括全部剩余产品的交付零件时,也应按照工程更改来处理。

3.7 构型管理数据管理

构型管理的过程必须采用相应的数字化构型管理手段,制订产品研制过程中的数据管理计划,对飞机全生命周期的所有数据实施统一的平台管理,并做定期备份,确保数据的单一数据源管理,保证飞机数据的唯一性、有效性,使产品数据具有可追溯性^[3]。

构型项的研制生命周期资料控制类别应被分配为两种类型^[1]:1类系统控制(SC1)和2类系统控制(SC2)。根据资料内容的不同构型管理控制的类别也有所不同。

4 结束语

ARP 4754A 不仅是一份工业标准,更是对民用航空产

业发展规律的一种总结。ARP 4754A 标准就是要求民用飞机和系统的开发按照科学方法,制订合理可行的研制计划,并遵循计划严格控制研制过程,最终达到产品成功的目标。随着国内民机市场的日益繁荣,民用飞机构型管理工作的推进工作任务道远,形成规范化的构型管理标准迫在眉睫。

AST

参考文献

- [1] ARP4754A Guidelines for development of civil aircraft and systems [S]. SAE International, 2011.
- [2] ANSI/EIA-649 National consensus standard for configuration management [S]. SAE International, 2011.
- [3] MIL-HDBK-61 Configuration management guidance [S]. U.S. Department of Defense, 1997. (责任编辑 王萧一)

作者简介

冯青霞(1974—)女,硕士,高级工程师。主要研究方向:民用飞机构型管理。

Tel: 029-86832584

E-mail: qx_fengxac@163.com

Research on Civil Aircraft Configuration Management Process and the Conformity of SAE ARP 4754A

FENG Qingxia*, YANG Shuanbao

AVIC XAC Commercial Aircraft Co.Ltd., Xi'an 710089, China

Abstract: The SAE ARP 4754A is the requirements for system engineering process of aviation product development and the standard guide of civil aircraft products development. Based on the requirements for civil aircraft configuration management of SAE ARP 4754A standard, described the configuration management process in the development of civil aircraft model, and presented the conformity method in accordance with the requirements of the SAE ARP 4754A in the development process.

Key Words: civil aircraft; SAE ARP 4754A; configuration management

Received: 2017-04-28; Revised: 2017-06-22; Accepted: 2017-06-26

*Corresponding author. Tel.: 029-86832584 E-mail: qx_fengxac@163.com