

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2018.03.024

民用飞机试验件制造检查项目 的推荐及确定

Recommendation and Confirmation of Conformity Inspection Items of Compliance Verification Articles

陈卢松 郝 莲 / CHEN Lusong HAO Lian

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘 要:

在民用飞机适航取证过程中, 申请人需通过制造符合性检查以保证生产制造各类型试验件及其生产过程符合经批准的型号设计资料。审查方通过申请人推荐制造符合性检查项目确定需要经过检查的试验件。从民用飞机制造符合性检查的流程着手, 定义制造符合性检查项目、项目推荐原则以及推荐过程中项目的检查属性等, 并从生产质量控制、构型控制两方面分析制造符合性检查项目推荐过程中需要关注的重点。

关键词: 适航取证; 制造符合性检查; 型号设计资料; 推荐原则; 构型控制

中图分类号: V250.2

文献标识码: A

OSID:



[**Abstract**] During the process of type certification application, the applicant must conduct all inspections and tests necessary to determine whether materials and products, parts of the products and the manufacturing processes conform to the type design (specification, drawings or test plan). The authority identifies certain items among the applicant's recommendation of the parts, assemblies, installations and functions that need conformity inspections. From the flow of the conformity inspection, this paper defines inspection items, criteria and inspection item property. And the emphasis which should be focused on during the process of recommendation, is analyzed in quality and configuration control aspects as well.

[**Keywords**] type certification application; conformity inspection; type design; recommendation criteria; configuration control

0 引言

近年来中国民用飞机发展迅速, 适航取证工作从摸索到实践逐步走向深化。AP-21-AA-2011-03-R4《航空器型号合格审定程序》的再版(R4)发布, 标志着我国民用飞机适航管理法规文件体系已进入到一个崭新的阶段。该程序文件不仅吸收了国外关于航空器型号合格审定过程的流程说明和规范要求, 总结了前期工作中的经验, 同时更本土化发展了符合中国国情的适航管理职责分工, 更适应于现今

国际背景下适航取证工作的开展。

在航空器合格审定的全生命周期中, 型号取证阶段过程包括了概念设计阶段、要求确定阶段、符合性计划制定阶段和计划实施阶段。在合格审定计划(Certification Plan, 简称 CP)基本确定后, 计划实施阶段过程中其中重要一个环节就是实施制造符合性检查^[1]。

1 制造符合性检查的流程介绍

制造符合性检查指制造符合设计要求的检查。

型号合格证申请人(以下简称申请人)按照 CP 的规划,根据经批准的技术文件制造试验件并采用符合性方法以表明符合 CCAR 25 部的条款要求^[2],在此过程中,需要对试验件进行制造符合性检查,同时包括对试验前进行符合性检查。制造符合性检查的依据是申请人提交的、经局方批准的技术文件,如工程图样、试验大纲等。制造符合性检查的流程可参考图 1。

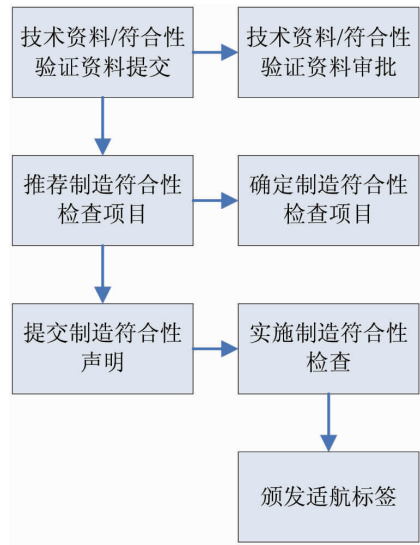


图 1 制造符合性检查简化流程示意图

在制造符合性检查的流程中有几个重要的环节,其中包括制造符合性检查项目的推荐,制造符合性检查项目的确定,制造符合性声明的提交,制造符合性检查的实施以及适航标签的颁发等。

2 制造符合性检查项目

符合性验证方法是用来表明申请人设计并制造的民用飞机符合相关的适航规章的要求,具体见表 1^[3]所示。在符合性验证方法中,除 MOC0 (Means of Compliance, 简称 MOC)、MOC1、MOC2 和 MOC3 之外,其余均涉及试验件/试验前制造符合性检查。

若一项符合性验证试验中所涉及的试验件数量定为 A,申请人根据推荐原则向审查方推荐了 B 数量的试验件作为制造符合性检查项目,而审查方最终确定了 C 数量的制造符合性检查项目,那么其中的关系可解析为 $A \geq B, A \geq C$,最终确定的检查比例为 C/A 。

表 1 符合性验证方法

方法代码	符合性验证方法	向审查方提交的资料
MOC0	符合性声明	型号设计文件、符合性记录单、符合性声明/说明
	——引述型号设计文件	
	——公式、系数的选择	
	——定义	
MOC1	说明性文件	技术说明,安装图纸、计算方法、技术方案、航空器飞行手册等
MOC2	分析/计算	分析说明和计算报告
MOC3	安全评估	安全性分析
MOC4	试验室试验	试验大纲 试验报告
MOC5	地面试验	
MOC6	试飞	
MOC8	模拟器试验	
MOC7	航空器检查	检查大纲、观察/检查报告等
MOC9	设备合格性	设备鉴定作为一种过程,可能包含上述所有的符合性验证方法

3 制造检查项目推荐过程

按照《航空器型号合格审定程序》中的规定,制造符合性检查项目的推荐和确定可分为 3 个环节,分别为:

- 1) 申请人根据推荐原则在验证试验件的范围内推荐制造符合性检查项目,提出需要审查方进行制造符合性检查的项目清单;
- 2) 审查方在申请人推荐的基础上确定制造符合性检查项目清单;
- 3) 审查方与申请人共同确认已确定制造符合性检查项目中的检查属性。

3.1 制造符合性检查项目推荐原则

在第一个环节中,申请人需要根据各类试验件的特点,归纳出具有通用性、广泛性以及典型代表性的推荐原则,这些原则应包含以下几点:(1) 试验件的复杂程度对飞行安全的影响性;(2) 首次在国内民用飞机中使用的新材料、新工艺以及新结构形式等;(3) 对验证试验结果有重要影响的特征、属性和零部件等因素。

根据以上准则,整理制定的推荐原则按零件、

部/组件及安装和大部段及整机分成三类。

在推荐原则中,部分原则是可以量化的,部分则需要申请人内部进一步做定义和明确。可以量化的原则包括关键件和重要件,新材料、新结构、新工艺和新技术清单,运动部件(例如作动筒,起落架,舵面等),有严格气动外形要求的零件。另外一部分原则的解释和定义则是申请人内部经过讨论继而明确的结果。例如强度重点关注的零件这条原则,可以从结构传力路径、是否属于主承力结构来分析,也可以从强度校核和疲劳损伤容限中分析是否存在裕度较低的零件;譬如“涉及连接、配合、干涉、间隙、排水、通风要求较高的零件”这条原则,申请人可以明确重点关注的配合关系的零件,可能存在强迫装配的零件,动静结构之间的间隙要求,结构整体防腐蚀要求等;譬如“特种工艺”的原则,申请人应内部整理特种工艺的定义和在该机型中使用的特种工艺清单。

原则中,有关于对 TIR (Type Inspection Report, 简称 TIR) 的检查因素,申请人应对 AP-21-03 R4 中关于 TIR 检查报告中的内容进行分析和梳理,整理出其中需要在项目推荐中考虑的因素,尤其关注那些无法在全机级检查中复现的检查,譬如铸件的无损检测过程、标准件安装和钣金件工艺实施过程、系统设备的安装等,这部分需要前期在生产加工或者系统安装的时候关注,而这些项目也需要在前期推荐项目时确定为制造检查项目。

3.2 制造符合性检查项目推荐的前提

制造符合性检查项目推荐需要具备几个前提条件,具体包括:

1) 申请人内部是否有明确的规范要求说明如何进行制造符合性检查项目推荐,该文件是否纳入了申请人的设计保证体系。这份文件应充分说明制造符合性检查项目推荐的流程,推荐原则及具体解释说明(推荐动作的可实施性),制造符合性检查项目清单文件的格式,制造符合性检查项目后续的更改和跟踪,更新频率和要求等。

2) 申请人是否已经完成了前期的准备工作,符合性验证资料是否提交局方并经局方评审认可或者批准,设计资料是否已经正式提交局方。以 MOC4 试验室验证试验为例,申请人需将符合性验证资料提交局方认可或者批准,方可确认制造符合性检查项目,这包括且不局限于数模图纸、制造大纲、试验

大纲、构型清单等。试验机和原型机的结构/系统在推荐制造检查项目前,申请人则需要向审查方提交数模图纸、构型清单、六大类文件等设计资料。

3.3 制造符合性检查项目的确定

在申请人完成制造符合性检查项目的推荐工作后,审查方将与申请人共同确认制造符合性检查项目清单。申请人在推荐项目时应按照确定的推荐原则推荐符合原则的所有的试验件,审查方在此基础上与申请人共同确定所要进行制造符合性检查的项目。原则上,申请人应将所有符合推荐原则的项目列出,除非审查方有额外要求,否则若申请人推荐项目的数量为 B,而最终审查方确认的项目数量为 C,则 B 与 C 之间应满足的关系是 $B \geq C$ 。

审查方在与申请人确定制造符合性检查项目时,考虑的因素有:(1) 制造/试验单位是否具备广泛接受的质量控制体系;(2) 是否已制造相类似的试验件/零部件/系统设备;(3) 前期制造过程中偏离情况。

3.4 制造符合性检查项目属性

申请人与审查方共同确定制造符合性检查项目之后,申请人需要确定项目的检查属性。审查方制造代表根据制造检查项目中的检查属性确认需要进行目击检查的工序。制造检查项目属性则是工程代表和制造代表之间的枢纽,同时也是制造符合性检查请求单(Request For Conformity, 简称 RFC) 中重要的组成部分。项目检查属性大体上可以分为以下几类:

1) 过程类:包括工艺实施过程,检测过程(无损检测等),结构对接、装配和系统安装过程等。

2) 最终检查内容:包括零件的外形、尺寸精度、表面粗糙度、间隙、重量、重心位置等。

3) 试验前检查内容:包括零部件或者系统的安装,试验夹具,测温测应变装置的精度,引伸计的装卡、应变片的粘贴,自制设备有效性等。

申请人应针对制造检查项目中推荐原则重点考虑的因素,在项目检查属性明确重点检查的内容和要求,工程代表将根据验证试验的目的、工程经验等因素选择其中某些重要因素在 RFC 中明确。制造代表据此在工序选项中明确需要目击的工序。

3.5 制造符合性检查项目清单

在与审查方确定完制造检查项目后,申请人需要制作形成制造符合性检查项目清单,制造符合性

检查项目清单的文件格式、具体内容和签审要求需要在申请人管理文件中明确。对于试验机和试飞机,制造符合性检查项目清单总体可以分为两类,一类为结构件制造符合性检查项目清单,可按飞机结构或者 ATA(Air Transport Association of America,美国航空运输协会)章节划分;另一类则为系统件制造符合性检查项目清单,可根据系统功能、ATA 章节或者 CP 来划分。

制造符合性检查项目清单的内容应该包括以下几个方面:

1)具体制造符合性检查项目的名称、编号,对于结构件而言需明确该项目的从属关系,同时按照 3.4 节中的描述,对制造符合性检查项目的检查属性进行明确,同时需要提供的信息包括该检查项目的生产制造单位。

2)这份清单适用的架次信息。从上面所述中可以清晰地看到,验证试验的目的是影响项目推荐原则的一个重要因素。民用飞机在 TC(Type Certificate,简称 TC)取证前对试验机和试飞机均应该有明确的验证规划,这也决定了不同试验机和试飞机的制造检查项目应有所区别。一般而言,为了方便操作,申请人通常会把相关的或者类似的架次统一推荐制造检查项目,但此时推荐的项目应该涵盖相关或者类似架次需要进行检查的因素,此份清单中检查项目的数量往往偏多,此时申请人需要做的就是建立起电子化的,易于操作和跟踪的制造符合性检查项目跟踪单。建立该跟踪单的目的之一就是使不同项目在不同架次中进行检查形成的制造符合性检查项目清单拥有完整的、系统的记录。但对于验证目的明显不同的架次,例如铁鸟试验机,制造符合性检查项目清单往往需要单独编制。

4 制造符合性检查项目推荐过程中的构型控制

民用飞机的构型管理理念是从客户对产品的需求到产品的设计、制造、取证、交付、客户服务和使用的全过程,及产品系列的配置、改型和发展延续,均能满足构型控制的目标,即在产品的全生命周期内建立并维持飞机及其服务产品的性能、功能特性和物理特性与设计要求和信息之间的一致^[4-6]。

制造符合性检查是民用飞机在 TC 取证过程中的一个阶段,制造符合性检查的目标是检查试验件

的制造及试验件本身(包括安装)符合设计的要求并保证与符合性验证试验的构型一致。在制造符合性检查项目推荐过程中与民机产品构型相关的信息包括设计更改、检查项目的版本以及所适用的架次性。

4.1 制造符合性检查项目的构型控制

按 2.2 节中所述,制造符合性检查项目的推荐过程存在申请人推荐,审查方确认的过程。无论对于结构件还是系统设备,或者是一些缩比件或者试片级试验件,申请人设计发图之后存在着设计更改的情况,在制造符合性检查项目确定的同时需要确定检查项目的版本,因此制造符合性检查项目清单中检查项目的版本可能发生大量的更改。另外极有可能出现已确定的制造检查项目的名称和编号也会发生更改,因此维护制造检查项目清单是一个长期、繁琐的工作,只有通过信息化平台跟踪、更新和维护制造检查项目,才能保证设计更改与项目清单准确性的同步。

4.2 制造符合性检查项目与 CIP 的相互关系

制造符合性检查计划(Conformity Inspection Plan,简称 CIP)是 AP-21-03 R4 中规定的申请人与审查方共同建立的文件。CIP 中的一个重要组成部分就是关于制造符合性检查项目清单的附件。该附件覆盖了申请人所有的制造符合性检查项目,并详细描述了取证过程中每一架次的结构、系统的制造检查项目(同时也涵盖了 MOC4 试验件的制造检查项目清单)。因此本文中 3.5 节中的制造符合性检查项目清单的汇总即在这份附件中体现。

5 结论

在民用飞机适航取证阶段中,制造符合性检查项目的推荐和确定是一个极其重要且又相当繁琐的过程,全面的体现了申请人的工程设计、制造加工以及试验规划的理念。清晰的验证思路,完整的系统规划,是实现制造检查项目推荐的关键,否则制造符合性检查工作失去针对性,无法保证结构、系统与设计的符合性,构型控制本身就失去了根基。制造符合性检查项目推荐若建立在良好的运转机制上,不仅能保证制造符合性检查原本的意义所在,同时能实现审查方人力资源的良好配合和申请人生产加工效率的提高,是一个双赢的结果。然而,在中国民用飞机刚刚起步的阶段,不可避免会走一些弯路,但是

从不足中总结教训,累积经验,我们有信心在不远的将来能建立起运转良好的系统以促进民用飞机的快速发展。

参考文献:

- [1] 中国民用航空局航空器适航审定司. 航空器型号合格审定程序: AP-21-AA-2011-03-R4[S]. 北京:中国民用航空局,2011.
- [2] 中国民用航空局. 中国民用航空规章第 25 部,运输类飞机适航标准: CCAR-25-R4[S]. 北京:中国民用航空局,2009.
- [3] 曹继军,张越梅,赵平安. 民用飞机适航符合性验证方法探讨[J]. 民用飞机设计与研究,2008(4):37-40.
- [4] 吕潇超. 基于模块的民机全面构型管理研究及应用[J]. 航空制造技术,2015(18):98-101.
- [5] 汪超,谢灿军. 构型基线管理在民机项目中的应用[J]. 科技创新导报,2012(2):109-110.
- [6] 王莉莉,任和,王志强,等. 民机在役构型管理思路和方法研究[J]. 航空维修与工程,2014(1):81-83.

作者简介

陈卢松 男,博士,高级工程师。主要研究方向:复合材料及加工、纳米材料、适航工程及符合性验证。E-mail: chenlusong@comac.cc

郝莲 女,硕士,研究员。主要研究方向:适航工程及符合性验证。E-mail: haolian@comac.cc