

民用飞机构型差异管理分析

Analysis of Configuration Difference

Management for Civil Aircraft

龚文秀 / Gong Wenxiu

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

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

摘要:

在民用飞机研制及后续的交付运营过程中,构型差异是无法规避的客观存在,这种构型差异包括单机构型状态与型号设计之间的差异、单机设计状态与设计要求之间的差异,以及制造状态与设计要求之间的差异。准确记录这些差异,评估差异的影响,提供有效证据,以明确差异的可接受程度,确定限制和相关对策,是飞机研制过程的关键问题和难点问题。以研制阶段的试验试飞机为例,对飞机设计构型差异和制造构型差异产生的过程进行分析,提出了对构型差异管理的改进建议。

关键词: 构型差异; 偏离; 构型管理; 构型记实; 构型差异评估

中图分类号: F273.2

文献标识码: A

[Abstract] In the course of the development of civil aircraft and the subsequent delivery and operation process, it is impossible to avoid the configuration differences existing objectively. The configuration differences include the difference between the single ship and type design, the difference between the single status and single design requirements, and the difference between the manufacture state and the design requirements. It is the key problem and difficulty in the aircraft development process to record the differences exactly, evaluate the effect of differences, and provide effective evidence in order to make clear the limit relevant countermeasure. Based on the flight test aircraft, this paper analyzed the configuration differences of design and the configuration differences of manufacture. Improvement suggestions for management of the configuration differences were proposed.

[Key words] configuration differences; deviation; configuration management; configuration status accounting; configuration differences evaluation

0 引言

按照民用飞机的研制过程,通常是提出型号的市场目标 and 设计要求,建立型号的初步总体设计方案,初步设计方案、详细设计方案,然后再展开全面的试制,主要分为总体方案、初步设计、详细设计、全面试制、试验试飞取证及批生产等几个阶段。

在正式发布生产图样/数模之前,为了寻求满足设计要求和市场目标的最佳设计方案,每个系统或部件都会设计多种解决方案,即产生多个构型,在全机集成层面会出现多种布置布局方案,进行比较和权衡,分析各种方案(构型)之间的优劣,选择对全机整体最优的设计方案(构型)进行全面试制

及后续的试验验证阶段。这种多方案之间的构型差异存在时间短,且仍停留在“构想”阶段并未付诸物理实施,影响范围相对较小,故本文暂不做讨论。

全面试制展开以后,构型差异物理化、显性化。本文将重点针对自全面试制展开之后,用于试验试飞的各架次飞机与型号设计之间的差异,以及每一架试验试飞自身的设计要求与制造实物状态之间的差异进行分析和讨论。

1 构型差异产生的过程

如前文所述,研制阶段的各架试验试飞机与型号设计构型之间,以及各架试验试飞机之间存在明显的构型区别,而这种差异主要是由于工程设计团

队为了在有限的时间和经费限制下,合理分配验证任务而主动规划的,本文称之为“设计构型差异”。

1.1 设计构型差异

自发布正式生产用图样、展开全面试制后,“设计构型差异”随着物理实物生产制造和安装装配,而变得直观且凸显,如图1所示。

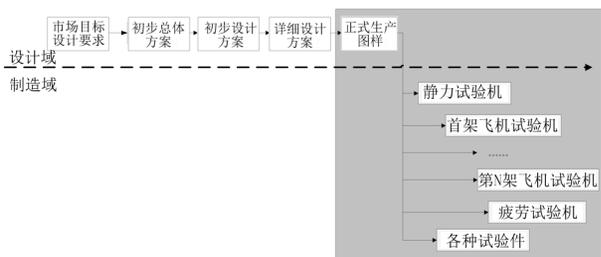


图1 设计构型差异

除掉管理或人工出错等原因,产生“设计构型差异”的主要原因包括:

(1) 研制批的每一架试验试飞机/试验件都承担着特定的验证任务,因此对构型状态的要求不尽相同(在理想情况下,可以选择用同样的构型状态开展试验试飞)。

(2) 由于认识有限以及相关技术的不成熟,在生产制造过程中存在大量的设计更改。而设计更改贯彻和落实的情况会受到已经投产/已经生产出来的零组件的限制,当已经生产出来的零组件无法贯彻而设计更改从后续的某个架次开始落实时,设计构型差异就随之出现了。

(3) 受研制进度和经费的限制,通常不会要求每一架飞行试验机/试验件全部用真实的取证构型,而往往重点关注需要验证考核的部分,其他的部分可能使用假件、在(2)条中提到的已经生产出来的与最终构型有些差异的零组件。

1.2 制造构型差异

本文将由于制造过程中的原因,使生产制造出的实物状态与设计要求的构型状态不完全一致的现象,称之为“制造构型差异”,如图2所示。

“制造构型差异”的产生主要包括以下两个方面:

(1) 在制造之前,制造状态需要偏离已批准的设计构型文件中规定的设计构型要求,如材料代用或标准件更换等;

(2) 在制造过程期间或制造完成的检验验收过程中,不合格品返修或原样使用的情况,如尺寸超差或重量超差等。

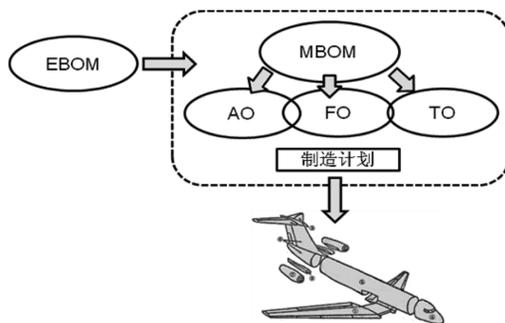


图2 制造构型差异

2 构型差异的管理

无论是“设计构型差异”,或是“制造构型差异”,都需要进行清晰地定义和记录,并开展相关的评估和分析。尤其是在完成某些符合性验证试验时,用于进行试验的构型状态,与目标构型状态之间的区别和不同,是申请人和局方尤为关注的,这决定了试验结论的有效与否。如图3所示。

因此,在对构型差异进行管理的过程中,需要开展的活动有以下几个方面:

1) 明确表述和定义差异

$$(1) \Delta 1 = Y - X$$

$$(2) \Delta 2 = Z - Y$$

当然,准确定义 $\Delta 1$ 和 $\Delta 2$ 的前提是:清晰地确定 X (型号设计目标构型)、 Y (单机设计构型要求)和 Z (单机实际构型状态),这是在构型定义过程中需要完成的。

2) 对构型差异进行分析和评估

想要通过 Z 状态满足条款 N ,推导出 X 构型符合条款 N 的结论,则必须先用足够的证据来说明 X 与 Z 之间的差异 ($\Delta 1 + \Delta 2$) 对于该项符合性验证来说,是可以忽略不计的。因此需要对构型差异进行分析和评估,为了保证试验工作的价值,该分析工作通常应该在试验开始进行。

3) 补充试验或更改目标构型

若构型差异 ($\Delta 1 + \Delta 2$) 对表明条款的符合性有一定的影响,则需要决策对 X 或 Z 进行修改,以消除构型差异,并按需开展补充试验。

3 结论

对构型差异管理来说,最为关键和最为困难的是准确地定义和表述差异。通常来说,大的差异是比较容易区分的,例如由于试飞分工导致的系统级

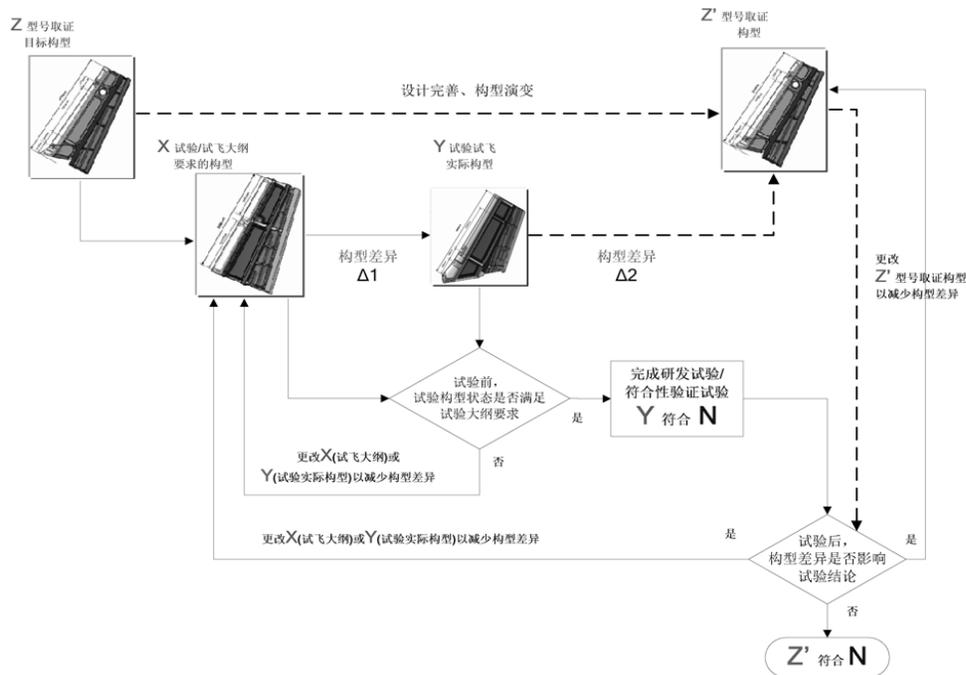


图3 构型差异的管理

的区别,或者测试改装产生的具体硬件的差异,对于软件功能的偏离则相对较难表述,多处局部差异综合产生的全机性能上的差异也很难说明。

同时,国内民用飞机的研制过程中设计、制造和试验试飞由不同的组织机构承担,从而造成 X 型号设计目标构型和 Y 单机设计构型要求由设计单位来描述,Z 制造实物构型由制造单位来表达,用于试验试飞的试验构型状态则需要承试单位协助补充说明,而各家机构在构型定义和表达方式上的习惯和风格自成体系,造成很难清楚地表述构型差异。

此外国内民用飞机的设计重物物理轻功能,型号的顶层设计要求不够明确,对于研制阶段各架次飞机的目的也相对模糊,因此对 $\Delta 1$ 设计构型差异的阐述带来困难。而在设计成熟度不够的情况下提早投产进行全面试制,但为了节约成本和加快进度,后续的设计更改不在在制品/已制品上贯彻,在制品/已制品原样使用,导致使 $\Delta 2$ 制造构型差异增大。

综上,在民用飞机研制过程中,构型差异的管理建议从以下几个方面进行:

(1) 准确定义 X 型号设计目标构型、Y 单机设计构型要求、Z 制造实物构型,为构型差异的表述奠定基础,这些工作需要在前期的构型定义和标识过程中完成;

(2) 尽量缩小和减少构型差异,包括合理规划研制各架机的试验任务和试飞分工,减少设计构型

差异,在设计成熟度相对较高后再投入制造,以减少制造构型差异;

(3) 对研制过程中产生的构型差异,做好构型纪实,及时记录,并按照相关的要求和程序进行审批和决策,以保证构型差异可见可控;

(4) 设计团队在开展构型评估工作时,应从点到面,从局部到整体,每一项具体细节都必须进行评估,但不能因为细节的构型差异都评估过,就忽视对整体集成的评估。

(5) 考虑借助数字化管理的系统和相关工具,辅助项目设计和制造人员对构型差异准确完整定义和分析,以保证工作的有效性和证据的说服力。

参考文献:

- [1] 中国人民解放军总装备部. GJB3206-2010 技术状态管理[S]. 北京:总装备部军标出版发行部,2010.
- [2] International Organization for Standardization. ISO10007, Guidelines for configuration management[S]. Switzerland: ISO Copyright office,2003.
- [3] 《飞机设计手册》总编委会. 飞机设计手册第5册:民用飞机总体设计[M]. 北京:航空工业出版社,2005. 8.
- [4] 龚文秀,汪超,贺璐. 民用飞机型号构型定义研究[J]. 科技信息,2011,30:383-384.
- [5] 孟旭,贺璐,龚文秀. 民用飞机单机构型定义方法[J]. 科技信息,2012,08:411.