2018 年第 1 期　总 128 期
ISSN 1674-9804　CN 31-1614/V

DOI：10.19416/j.cnki.1674－9804.2018.01.001

浅析基于工作包产品类别的供应商适航管理

Supplier Airworthiness Management Based on Product Category of Working Package

郝　莲　陈　炜 / HAO Lian　CHEN Wei
（上海飞机设计研究院，上海 201210）
（Shanghai Aircraft Design and Research Institute，Shanghai 201210，China）

摘　要：
介绍了适航规章关于设计保证系统及供应商适航管理的要求，从设计保证系统的角度，分析了民机研制过程，从设计需求捕获与确认、设计结果确定与验证到产品集成与验证中主制造商与供应商的交互关系。在此基础上，依据供应商承担工作的工作性质，阐述了适航管理对供应商的管理要求，提出了基于供应商所承接工作包产品类别的供应商适航管理模式。该模式解决了国内民机主制造商现有型号研制中对供应商的适航管理困难，构建了有效的设计保证系统，有助于型号研制的顺利推进。
关键词：供应商；适航管理；设计保证系统
中图分类号：V221^{+}.92　　**文献标识码：**A
[**Abstract**] This paper introduces the requirements of design assurance system and supplier airworthiness management from airworthiness regulations. The paper analyses civil aircraft development process from the viewpoint of design assurance system, and interactive relationship between airframer and suppliers during the process of design requirements capture and validation, design result confirmation and verification, product integration and verification. Then supplier airworthiness management requirements based on nature of supplier's work are presented, and supplier airworthiness management mode based on product category of working package is proposed. The mode solves supplier airworthiness management difficulties in type development process of domestic civil airframers and constructs effective design assurance system, which contributes to smooth type development.
[**Keywords**] supplier; airworthiness management; design assurance system

0　引言

民用运输类飞机研制依据当今的国际惯例，采用“主制造商-供应商”模式。众所周知，当今国际知名民机制造商波音公司的 787 和空客公司的 A380，其自身在此项目中承担约 20% 的工作量，其余均由供应商承担。作为研制中国大飞机的中国商飞公司，在现有民机项目研制一开始便确定采用“主制造商-供应商”模式：无论 ARJ21 还是 C919 项目，均为供应商承担机体部段、系统和设备的制造及子系统集成，中国商飞公司承担总体设计、机体部段总装、系统及设备安装和部分子系统集成。如此构架下，供应商的研制活动是整个项目研制的重要部分，是项目研制成败的关键，主制造商对供应商的管控，是项目管理的重中之重。适航取证是民机研制的特殊活动，对供应商的适航管理是民机研制中供应商管理的重要组成部分。如何对供应商实施有效的适航管理是作为主制造商和供应商均必须率先解决的重点与难点。本文从设计保证系统有效运行的角度，分析民机研制过程，从设计需

求捕获与确认、设计结果确定与验证到产品集成与验证中主制造商与供应商的交互关系，提出了基于供应商所承接工作包产品类别的供应商适航管理模式。

1　适航规章的要求

根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21-R4）第21.13条的规定："已经表明或正在表明具有符合第十四章要求的设计保证系统的人具备申请型号合格证的资格"，设计保证系统是体现设计能力的重要方面[1]。为了符合《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21-R4）第21.13条的要求，申请人/持证人应建立并能保持一个有效的设计保证系统，以控制和监督型号合格证或其更改申请所涉及的航空器、零部件和设备的设计及设计更改[2]。

设计保证系统是型号合格证申请人/持证人建立的，为落实设计保证措施所需要的组织机构、职责、程序和资源。设计保证系统具备设计、适航和独立监控三种职能[3]。

设计保证就是申请人/持证人为了充分表明其具有设计的产品符合适用的适航规章和环境保护要求、表明并证实对适航规章和环境保护要求的符合性及向适航当局演示这种符合性的能力所必需实施的有计划、系统性的措施。设计保证系统有效运行，也就是申请人/持证人在建立的设计保证系统框架下，严格按照制定的《设计保证手册》及其程序文件，控制民用航空器的设计、制造与服务过程、检查与记录这些过程的控制状态，同时向适航当局表明设计保证系统的运行与监控情况。当实施"主制造商-供应商"模式时，申请人/持证人所建立的设计保证系统必须具有相应的程序，即主制造商建立的设计保证系统需包含对供应商的适航管理内容，以确保供应商的设计或提供的零部件、设备符合适航要求，并向适航当局表明这种符合性，即供应商应作为主制造商的一部分参与设计保证系统的活动。

参照SAE ARP4754A的双V过程[4]，在此将民用飞机的研制过程划分为设计需求捕获与确认、设计结果确定与验证和产品集成与验证三大过程，本文就依据此三大过程，分析主制造商与供应商的关系，提出供应商适航管理的方法与途径。

2　供应商分类及主制造商关系分析

航空企业的主制造商以合同为依据划分其一级供应商，国际通常按重要性（以合同金额判断）将供应商分成重要供应商和一般供应商，常规的供应商管理方法与思路按此建立，主要关注的是供应商承担产品的研制进展，与主制造商产品研制总进度的匹配程度。在民机的研制过程中，大多数公司仍然按此管理供应商，但还须考虑供应商承担产品的适航验证活动进展。适航验证活动与产品的特性相关，与供应商为该产品开展的工作性质相关，还与供应商和主制造商的接口关系相关。以下从供应商的分类出发，分析供应商与主制造商的关系。

2.1 航空器供应商的分类

航空器供应商的分类方法有多种。管理的角度不同，分类的方法就不同，本文从下述方面描述供应商分类。

按提供的产品类别将供应商划分为：（1）设备供应商——为主制造商提供其产品所需用的设备；（2）系统供应商——为主制造商提供其产品所需用的系统；（3）机体供应商——为主制造商提供其产品所需用的机体部件；（4）材料、标准件供应商——为主制造商及其供应商提供其产品所需用的材料和标准件。

按工作性质将供应商划分为：（1）设计供应商——仅为主制造商提供其产品的设计服务；（2）制造供应商——仅为主制造商提供其产品的制造服务；（3）试验供应商——仅为主制造商提供其产品的试验服务；（4）维修供应商——仅为主制造商提供其产品的维修服务（此类供应商在产品研制过程一般不涉及）。

按股东性质将供应商划分为：（1）独资供应商，本国独资和外国独资；（2）合资供应商，本国合资和外国合资。

按注册地将供应商划分为：（1）本国供应商；（2）外国供应商。

按重要性将供应商划分为：（1）重要供应商；（2）一般供应商。

本文以供应商承担工作包的产品类别对供应商实施适航管理，即按设备、系统、机体和材料与标准件划分供应商。

2.2 供应商与主制造商关系分析

供应商与主制造商密不可分，供应商产品的好

坏直接影响主制造商产品的品质,供应商产品的研制状态制约主制造商产品的研制进程,在民机研制中,供应商的适航验证活动更是与主制造商承担产品的适航职责息息相关。做好供应商的适航管理,必须厘清在产品研制的环节中,供应商与主制造商间的关系。

无论是提供设备、系统、机体,还是提供原材料与标准件,供应商本身需完成的工作不仅包括设计、制造和试验,还需包括其产品安装到主制造商产品上的安装集成与验证,也就是说供应商的工作贯穿在主制造商的整个产品研发过程之中。

以下按照设计需求捕获与确认、设计结果确定与验证和产品集成与验证这三大过程,分析各过程中供应商与主制造商间的关系。

2.2.1 设计需求捕获与确认过程

此过程是产品研制的重要环节,主制造商与供应商通过开展方案设计来明确产品需求,主制造商完成飞机级需求的定义,确定飞机级需求向系统级分配的原则,完成需求从飞机级向系统级的分配;承担系统的供应商必须捕获飞机级的设计需求,提出系统的设计方案,确定系统级需求向设备级(含同级的软硬件)分配的原则,完成需求从系统级向设备级的分配,反馈主制造商其对飞机级需求的确认情况;承担设备(含同级的软硬件)的供应商必须捕获系统级的设计需求,提出设备(含同级的软硬件)的设计方案,确定设备级需求向软硬件分配的原则,完成需求从设备级向软硬件的分配,反馈上级制造商其对系统级需求的确认情况;承担软硬件的供应商必须捕获设备级的设计需求,提出软硬件的设计方案,确定软硬件的顶层需求向下级需求分配的原则,逐层完成需求的分配与确认,最终完成软硬件的设计,同时反馈上级制造商其对上级需求的确认情况。

在此过程中,主制造商和供应商之间通过需求定义和需求分配文件建立关系,供应商反馈其设计方案作为对上级需求的确认。从符合 SAE ARP4754A 的研制保证过程出发,此过程是民机产品符合适航要求的前提,过程中形成的各层级的需求定义和需求分配文件,以及各层级设计方案,均是证明产品适航符合性的重要文件,是向适航当局表明适航符合性的证据文件。

2.2.2 设计结果确定与验证过程

2.2.1 节所述过程形成产品、系统、设备和软硬件的设计方案,并确认与上级需求的符合程度;本节所述过程形成产品、系统、设备和软硬件的最终设计状态,并通过一定的试验证明其是否满足各层级设计方案中的指标要求,是一个反复迭代的过程。

在此过程中,主制造商与供应商以紧密合作的关系,按照各自的设计方案完成所承担产品、系统、设备和软硬件的设计、制造与试验验证,形成型号设计资料、制造检测记录、设备鉴定及功能试验记录和软硬件评审记录。这些均作为表明适航符合性的证据。

2.2.3 产品集成与验证过程

2.2.2 节所述过程对供应商来说仅仅完成了各自系统、设备及软硬件的设计、制造与验证,形成了表明该层级的适航符合性证据;本节所述过程是最终产品形成的关键环节,所有供应商提供的系统、设备及软硬件均要在主制造商的产品上完成整机级集成与验证,包括设备装机验证、软硬件加载测试、系统安装后功能测试、系统间功能测试、系统集成测试、全机地面试验、试飞试验验证等。

此过程要求供应商紧密配合主制造商,共同完成验证各系统、设备和软硬件与整机的性能与功能的匹配性,验证整机级需求的符合性,最终形成经全面验证的型号设计资料、设备装机验证记录、系统集成安装检测记录、系统功能试验记录、软硬件加载记录、试飞验证记录。这些均作为表明适航符合性的证据。

从以上三个过程分析来看,主制造商与供应商之间相互依赖,缺一不可,在整个研制过程中密不可分,互为输入与输出。

3　基于产品类别的供应商适航管理模式分析

民用飞机的研制必须依法实施适航管理,适航当局对航空器的适航管理是证件管理,对民机研制阶段的证件管理,就是型号合格证(TC)的管理。依据适航当局颁发的 TC 审查程序与要求,对主制造商而言为 TC 取证。

主制造商是飞机型号合格证的申请人/持证人,对型号设计(包括供应商的设计)的适航符合性负责,供应商向主制造商负责其产品的适航符合性。

本章针对第2章中分析的过程，依据供应商承担工作包产品的类别分析主制造商对供应商实施适航管理的要求与模式。

3.1 适航管理对供应商的基本要求

主制造商通过合同对供应商提出下述要求：

1）供应商需按包含适航要求在内的设计要求（包括工艺规范）进行设计，按界面分工完成相关分析、设计与试验，确保所设计与生产的产品符合主制造商提出的设计要求。

2）供应商需对其产品的适航性负责，并承担其产品的持续适航责任，由主制造商向适航当局表明适航符合性。

3）供应商需按主制造商的要求建立与其所承担工作包产品等级相适应的设计保证系统。供应商产品的设计保证系统必须获得主制造商的批准，不具备建立设计保证系统的供应商，其适航活动应由质量保证体系负责监督和控制。意即要求主制造商识别供应商的产品等级，即供应商提供的是系统、设备还是机体、软硬件，供应商为提供这些产品开展的是设计、制造还是试验。

4）供应商需与主制造商适航职能部门建立接口程序，以确保供应商的适航活动顺利开展，并获得适航当局的认可。

5）供应商应当为主制造商及适航当局的审查活动提供便利。

3.2 适航管理对供应商的管理模式

主制造商在其《设计保证手册》中明确规定对于不同类型供应商的相关要求；明确相关部门及人员的任务、职责及分工；明确需控制的主制造商与供应商之间的输入输出类型与方式；明确依据《设计保证手册》要求应制定相应的执行程序；明确主制造商设计组织与供应商的接口文件，该文件由设计保证部门负责建立，以规定并描述供应商内部的设计保证系统。

主制造商的设计保证部门负责对所有设计相关过程进行独立的监督，负责向适航当局汇报整个系统运行情况。

3.2.1 按层级实施对供应商的管理

主制造商依据自身产品的研制进度，通过控制提供给供应商的要求、验收供应商的产品来管理供应商。一般情况下，主制造商仅管理一级供应商，再由供应商管理其次级供应商，以此形成按层级的管理模式。

3.2.2 依据工作性质开展供应商适航管理

工作性质就是完成工作包所使用的工作方法，在这里定义为设计、制造、试验和维修（本文略）。当实际工作中仅存在提供此类服务的供应商时，除上述基本要求外，对其适航管理模式如下。

3.2.2.1 试验供应商

供应商试验的全过程必须接受主制造商的控制；供应商的所有试验用资料必须获得主制造商的批准，包括试验大纲、试验设施、人员资质、试验过程、试验数据、试验报告等；供应商的适航符合性验证过程需在主制造商的监控下完成。

3.2.2.2 制造供应商

供应商制造的全过程必须接受主制造商的控制；供应商的所有制造资料必须获得主制造商的批准，包括与主制造商确认的接口文件、制造工艺规范、制造大纲、装配大纲、制造偏离等；供应商的工艺验证过程需在主制造商的监控下完成，工艺过程的可重复性需得到主制造商的确认；供应商的质量体系必须能够正常运转，并接受主制造商的评审。

3.2.2.3 设计供应商

供应商设计的全过程必须接受主制造商的控制；供应商的所有设计必须获得主制造商的批准：主制造商设计要求的确认、设计规范、需求文件、对主制造商需求的确认、完成设计的型号资料；供应商的设计过程与适航要求的符合性需得到主制造商的认可。

3.2.3 基于产品类别的供应商适航管理

本文按照承担系统、设备、机体部件、材料和标准件工作包划分供应商，针对其完成工作包的工作性质提出相应的适航管理要求与模式。

3.2.3.1 材料、标准件供应商

承担提供材料和标准件的供应商，其完成产品的工作性质包含设计、制造与试验，故3.2.2节中所有要求均适用，与此同时，还要求供应商建立完善的质量保证体系，维持生产工作稳定运行。接受主制造商对其质保体系的检查。按照适航要求，设计材料、标准件的工程验证试验方法，提供相关性能数据供主制造商向适航当局表明符合性。

3.2.3.2 设备供应商

承担提供设备的供应商，其完成产品的工作性质包含设计、制造与试验，故3.2.2节中所有要求均

适用,与此同时,还要求供应商依据设备的具体情况确认所提供的产品是否有 TSO 标准,是否存在软硬件。

1)凡有技术标准规定(TSO)的产品必须满足有关的 TSO 要求,由供应商向其本国适航当局提出该项 TSO 批准书的申请并获得批准,同时还需向中国民航局提申请并获得 CTSOA。TSO 产品还必须满足主制造商的相关装机技术要求;

2)无 TSO 标准的产品,按照飞机的总体设计要求制定产品的技术规范或要求进行随机验证。设备作为系统的组成之一,按照系统设计的技术要求和适航要求,在完成设备级和系统级鉴定后,随飞机进行综合系统试验和飞行试验验证,随飞机得到适航批准;

3)带有软件的设备,需按行业标准 DO-178 开展软件开发过程评审,完成相应的记录,提供主制造商以向适航当局表明适航符合性;

4)带有硬件的设备,需按行业标准 DO-254 开展硬件开发过程评审,完成相应的记录,提供主制造商以向适航当局表明适航符合性。

3.2.3.3 系统供应商

承担提供系统的供应商,其完成产品的工作性质包含设计、制造与试验,故 3.2.2 节中所有要求均适用,与此同时,还要求供应商依据系统的具体情况确认所提供的产品是否有 TSO 标准,是否存在软硬件。存在 TSO 标准与软硬件的情况,参照上文的描述。

系统作为飞机设计的重要组成部分,供应商必须严格按照设计需求捕获与确认、设计结果确定与验证和产品集成与验证三个过程开展工作,执行行业标准 SAE ARP4754A,严格把控安全性设计过程。供应商需完成系统本身的设计与验证,并将其完成的相关资料提供主制造商向适航当局表明适航符合性。供应商提供的所有适航审查资料,在经主制造商批准后,由主制造商提交适航当局审批。供应商编制的用于适航验证的资料必须经主制造商批准和适航当局批准后,方可用于适航验证。供应商所提供的系统在主制造商产品上集成的设计与验证,可以在合同中规定由供应商,或是由主制造商完成。无论由谁完成,另一方均需提供支持。供应商完成的系统,最终将与飞机集成,随飞机进行综合系统试验和飞行试验验证,随飞机得到适航批准。

3.2.3.4 机体供应商

承担提供机体的供应商,目前大部分均为制造供应商,也就是供应商完全按照经批准的设计生产产品,不承担设计与试验工作。

此类供应商必须建立完善的质量保证体系,接受主制造商对其质保体系的检查,维持生产工作稳定运行,保证其按经批准的设计进行持续稳定的生产。在主制造商产品研制中,机体供应商需完成相应适航验证试验件的制造,并接受适航当局的制造符合性检查,提供相关检查数据供主制造商向适航当局表明符合性。

如果机体供应商同时完成设计、制造与试验(如雷达罩供应商,目前归为机体供应商,其承担雷达罩的设计、制造与试验,故按照系统供应商对其提出要求,并实施适航管理),参照系统供应商的管理要求与模式。

4　结论

本文在分析主制造商与供应商间关系的基础上,依据供应商承担工作的工作性质,从适航管理的关注重点和设计保证系统有效运行出发,提出了基于供应商所承接工作包产品类别的供应商适航管理模式。该模式解决了国内民机主制造商现有型号研制中对供应商的适航管理困难,构建了有效的设计保证系统,有助于型号研制的顺利推进。

参考文献:

[1] 中国民用航空局. 民用航空产品和零部件合格审定规定: CCAR-21-R4 [S]. 中国: 中国民用航空局,2017.

[2] 中国民用航空局. 航空器型号合格审定程序: AP-21-AA-2011-03-R4 [S]. 中国:中国民用航空局, 2011.

[3] 郝莲,哈红艳. 中国民用飞机主制造商设计保证系统的建立[J]. 中国民用航空,2013(9):32-34.

[4] SAE. Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems: SAE ARP4754A [S]. U. S. : SAE, 2010.

作者简介

郝　莲　女,硕士,研究员。主要研究方向:适航技术与项目管理;E-mail: haolian@ comac. cc

陈　炜　男,硕士,助理工程师。主要研究方向:设计保证系统;E-mail: chenwei7@ comac. cc