

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2020.04.001

# 关于设计保证系统适航独立核查的思考

符越\* 郝莲 李琳

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

**摘 要:** 民用飞机主制造商建立设计保证系统,旨在民机研制过程中充分发挥自主适航的能力,通过组织机构、职责、程序和资源落实设计、适航以及独立监督三大职能,以保证航空产品的设计或者设计更改满足适航当局的要求。其中,设计保证系统适航职能的适航独立核查功能正是这一保证的关键。基于对设计保证系统适航独立核查功能的具体分析基础上,从设计保证系统的规划与设计层面提出了实现适航独立核查功能的机制,给出了机制中需明确的责任主体、职责与资质要求、工作流程与支撑工具以及管理程序等方面的建议,并从大数据知识的技术支撑和阶梯式递进的人才培训保障两方面以不断优化改进的方法工具与人力配置来深化适航独立核查的功能与效果,进而增强设计保证系统对飞机型号研制的保证作用。

**关键词:** 设计保证系统;民机研制;自主适航;适航独立核查

中图分类号: V221.91

文献标识码: A

OSID:



## 0 引言

依据 2017 年 7 月 1 日起生效的中国民用航空规章 CCAR-21-R4《民用航空产品和零部件合格审定规定》中第 21.13 条规定,具备申请型号合格证资格的人须已经表明或正在表明具有符合 CCAR-21-R4 第十四章要求的设计保证系统,由此从法律层面规定了研制民用航空器的制造商必须建立设计保证系统,方可有资格申请型号合格证。此次 CCAR-21 部修订,特别增加了第十四章“设计保证系统”,从设计保证系统及其人员、能力与更改、设计保证手册、设计机构的权利与责任等方面,明确了设计保证系统的功能与能力要求,其中,在第 21.473 条的第(二)款中具体规定了设计保证系统独立核查的相关功能要求。本文在对设计保证系统适航独立核查功能进行分析的基础上,提出构建适航独立核查机制,将大数据知识作为技术支撑,阶梯式递进的人才培训作为保障,不断深化适航独立核查功效,增强设计保证系统对型号研制的保证作用,确保民机制造商研制的航空器符合适航规章与环境

保护的要求,保证所研制的民用航空器的适航性和运行的安全性。

## 1 设计保证系统适航独立核查功能

民用飞机制造商建立设计保证系统,可充分发挥自主适航的能力,保证航空产品的研发满足适航当局的要求,从而确保航空产品的适航性。在设置相应机构、履行相关职能、实现相应功能的基础上,通过设计保证系统有效运行,发挥上述作用。

### 1.1 设计保证系统的定义

依据 CCAR-21-R4 第 21.473 条,设计保证系统是一个以相关设计批准申请人/持有人为责任主体,以设计机构为依托,对申请范围内的民用航空产品和零部件的设计、设计更改进行控制和监督的管理系统。

依据中国民用航空局管理程序 AP-21-AA-2011-03-R4《航空器型号合格审定程序》(简称为 AP-21-03),设计保证在 2.17 中进行了定义,是指型号合格证申请人/持证人为了充分表明其具有 2.17 中所列的三项能力所必需的所有有计划的、系统性的措施;而设计保证系统则在 2.18 中进行了定义,

\* 通信作者. E-mail: fuyue@comac.cc

**引用格式:** 符越,郝莲,李琳. 关于设计保证系统适航独立核查的思考[J]. 民用飞机设计与研究,2020(4):1-5. FU Y, HAO L, LI L. Thoughts on airworthiness independent verification of Design Assurance System[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(4):1-5 (in Chinese).

是指申请人为了落实定义 2.17 所规定的设计保证措施所需要的组织机构、职责、程序和资源。

## 1.2 适航独立核查功能

CCAR-21-R4 第一次明确规定：“该设计保证系统应当具有确保设计机构向局方提交符合性声明和相关文件之前，独立地核查符合性声明的有效性和文件的符合性的功能”。这一规定强调了对航空产品制造商自主适航的要求及对航空产品制造商适航能力的要求。同时，阐明了适航独立核查是落实设计保证系统确保制造商的民用航空产品和零部件的设计或者设计更改符合适用的适航规章和环境保护要求的关键功能。

适航独立核查的功能就是满足适航当局快速判断航空产品制造商设计保证系统是否能够保证所研制的航空产品符合适用的适航规章和环境保护要求这一需求的属性。

控制和监督申请范围内的民用航空产品和零部件的设计及设计更改是指为了保证设计及设计更改符合适航当局的要求这一目标的实现，对开展的相关工作进行衡量、测量和评价，并采取相应措施对各种偏差进行纠正，与此同时对整个过程开展督促、监视和管理等活动。

依据上述定义、要求与规定，航空产品制造商建立的设计保证系统适航独立核查功能，需设置相应的组织机构、职责、程序和资源来保证充分发挥其功能，才能控制与监督组织目标的实现、保证各环节的输出结果达到预期的目标。

## 2 适航独立核查机制简述

CCAR-21 部规章中明确的适航独立核查这一功能的要素如下：

对象——设计机构提交适航当局的符合性声明和型号相关文件（包含型号设计资料和符合性验证资料）；

内容——确认声明的有效性和文件的符合性；

时间——设计机构向适航当局提交声明和文件之前；

方式——独立开展。

依据此要求，民用航空产品制造商需从设计保证系统顶层规划与设计实现适航独立核查功能的机制，机制中明确责任主体、职责与资质要求、工作流程与支撑工具以及技术规范等。

### 2.1 明确责任主体、职责及资质

在设计机构内部设置一类专业技术人员作为开

展适航独立核查工作的责任人，可命名为适航核查工程师，其专业覆盖航空产品研制涉及的所有专业，此类人员可以集中到设计机构的某一组织内，也可散布在设计机构的所有设计组织内，但从便于人员管理、充分体现核查工作独立性的角度出发，这类人宜集中到某一特定组织内。

#### 2.1.1 适航核查工程师的职责设置

1) 对型号设计资料的核查。这类核查针对型号研制的整个设计过程，包括型号合格证的证后设计更改。从型号设计的市场需求起，到设计需求确定和确认、初步设计方案、详细设计方案、设计模型与图样，最后到形成各类型号设计的清单（模型与图样清单、材料清单、工艺规范清单、技术规范清单等）和各类持续适航文件，这些过程中产生的符合 CCAR-21 部中定义为型号设计资料的所有类型资料，包含证后设计更改；

2) 对符合性验证资料的核查。这类核查针对获取型号合格证的整个适航验证过程，包括合格审定基础、符合性方法、审定计划、合格审定数据单、列入审定计划中每种符合性方法（MC0 ~ MC9）的所有资料。试验、检查和设备合格性所涉及的资料通常有两类，试验/检查/设备鉴定大纲和试验/检查/设备鉴定报告，实际工作中会增加构型评估报告。由于现代民机的系统日趋复杂，信息化技术的广泛与深入应用，有关机载软硬件相关的验证资料归入其中，包括其软硬件审定计划、构型索引和软硬件完成综述；

3) 对支撑资料的核查。在型号研制过程中有大量数据资料不属于 CCAR-21 部中定义的型号资料，但其从过程方法、结论正确性等方面支撑型号设计资料与符合性验证资料，此类资料亦对适航符合性产生影响，所以也纳入适航独立核查的范围，以确保上述两类资料所呈现适航符合性结论的正确性；

4) 对符合性声明的核查。在对验证资料的核查中已经纳入了对符合性声明的核查，但仅仅是核查其符合性，规章中要求对声明的有效性进行核查，这里指对符合性声明的有效性进行核查。符合性声明有两类：一类是获取型号合格证（TC 证）时对整个型号由型号总设计师签署的型号合格符合性声明；另一类是 TC 证后针对每一次设计更改，在完成所有的符合性验证并确认符合要求后，由主管适航的型号设计副总师签署的设计更改符合性声明。

2.1.2 适航核查工程师的资质设置

- 1)具有负责专业相关的本科及以上学历;
  - 2)具有负责专业相关的 5 年以上产品研制/产品运行的工作经验;
  - 3)具有与产品相关的设计、制造、试验/试飞和产品运行相关的专业技术知识;
  - 4)熟悉中国民用航空管理类规章(包括 CCAR-21、CCAR-183 等);
  - 5)熟悉中国民用航空适航标准和运行规章(包括 CCAR-25、CCAR-91、CCAR-121 等);
  - 6)熟悉中国民用航空适航管理程序(包括 AP-21-03、AP-21-05 等);
  - 7)理解适航规章条款的要求,熟知符合性方法和符合性判定准则;
  - 8)熟知民机的研制流程、民机的设计与制造和试验/试飞与运行服务等相关工作要求与具体方法。
- 具备适航核查工程师资质要求的人员必须经过申请、培训、考核和评定符合要求后,由设计保证系统的适航经理批准。经批准的适航核查工程师名单纳入设计保证手册实施动态管理。

2.1.3 适航核查工程师的专业设置

尽管适航核查工程师专业必须覆盖航空产品研制所涉及的所有专业,但需针对各专业在型号研制过程中生成的型号资料数量匹配各专业的适航核查工程师数量。通常可按表 1 设置,工作量小时按大专业设置,工作量大时按细分专业设置。所设置的专业及相应的适航核查工程师清单纳入设计保证手册实施动态管理。

表 1 适航核查工程师专业设置表

大专业	细分专业
总体性能	总体、重量、性能、操稳、驾驶舱、噪声、人为因素、安全性
结构强度	结构、强度、载荷、气弹、材料、内饰内设、工艺、客舱安全
电子电气	导航、通信、电源、网络安保、显示与告警、大气数据与惯性基准、飞行记录和飞行管理、核心处理器、机载维护与综合监视、音频与客舱系统、照明、EWIS、自动飞行、机载软件、机载硬件、闪电间接效应等
机械系统	防冰除雨、空调、气源、氧气、水废水、主飞控、高升力、刹车系统、起落架、液压系统
动力系统	动力装置、APU、滑油系统、燃油系统、防火系统
其他*	SB、持续适航文件、超手册修理

\*注:此表列出的是三个类别的工作,涉及的专业包含在上述各专业中。

2.2 明确工作流程

CCAR-21 部规章中规定了实施适航独立核查的时间,即在被核查的资料提交局方前进行,以此设置上述资料的核查工作流程,将核查点设置在资料完成设计机构内部审签流程后进行,采用特定的核查记录表记录核查的情况,核查通过则在所核查资料的审签页上由适航核查工程师签字,核查不通过则退回编制者,修改直至核查通过,最后将该份完成适航独立核查的资料提交到局方。此流程可在航空产品制造商使用的信息管理系统中实现。

2.3 明确管理程序

针对适航独立核查这项功能,在设计保证系统中需编制但不限于下述程序,航空产品制造商可依据自身的具体情况增加和细化。

- 1)适航独立核查工作程序。明确开展适航独立核查的工作要求、流程与使用的工具与方法;
- 2)适航独立核查工程师管理程序。明确适航独立核查工程师的资质要求、选拔及聘免要求与流程、培训考核及评定要求与流程;
- 3)适航独立核查有效性和符合性判定准则。明确判定符合性声明有效性和文件符合性的要素、要求及判定准则。

3 大数据知识的技术支撑

建立机制,仅仅是从制度上为设计保证系统实施适航独立核查功能提供了保障,要充分发挥这一功能的功效还必须基于强有力的技术支撑,在当今大数据时代,可把采用大数据知识作为一项技术支撑。

大数据是一种规模庞大到无法通过现有传统数据库来进行存储、传递、管理以及分析的复杂、海量数据集。

尽管大数据技术已在电子商务、社交媒体、零售、通信等行业广泛运用,但怎样将大数据应用到航空领域,尤其将大数据知识作为适航独立核查的一种技术支撑的应用,即:将各类飞机(国内、国外)的型号设计资料及设计过程资料、符合性验证资料、适航独立核查过程及记录都收集、存储并进行结构化、数字化处理,形成结构化的数据、海量的数据样本,在适航核查工程师开展核查工作时,通过大数据分析自动推送核查相关的情景材料,支撑适航核查工程师快速判断资料的有效性和符合性,提升核查的

效率与质量。

尝试采用大数据分析方法,运用其可视化分析和数据挖掘理论,针对适航独立核查的几大数据类别:对象(符合性声明和型号相关文件及相关信息)、内容(符合性声明的有效性和型号相关文件的符合性及相关信息)、方法(说明、分析、计算和试验等及相关信息)、时间(准时、提前、延后)、核查者(资质、经验、误判率)、核查结论(通过、反馈意见及接受率)等,构造支撑适航独立核查的大数据知识数据库,形成标准语句、标准流程、标准处置方法、标准应用场景,以此开发适航独立核查的智能系统,支撑型号研制适航取证工作。

## 4 阶梯式递进的人才培训保障

设计保证系统有效发挥适航独立核查功能,最重要的是建设一支技术过硬、具备高度责任心的技术人才队伍,采用阶梯式递进的人才培训方式,以保证这支队伍持续充满活力、工作有效。

阶梯式递进的人才培训可划分为三个阶段实施,参与培训的工程技术人员在完成相关阶段理论与实岗操作培训后,分别达到初阶、中阶和高阶的水平,并被授权开展相应级别的适航独立核查工作。

基于具有负责专业相关的 5 年以上产品研制/产品运行的工作经验等的适航核查工程师资质要求,阶梯式递进的人才培训设计如下:

1) 初阶水平:培训设计为学习并基本掌握适航独立核查的工作程序、工具与方法以及适航独立核查有效性和符合性判定准则。相应开展的工作设置为独立核查单专业的型号设计资料。

2) 中阶水平:培训设计为在深入学习并掌握适航独立核查的工作程序、工具与方法以及适航独立核查有效性和符合性判定准则的基础上,增加深入学习并掌握所管专业及相关专业的适航标准、相关咨询通告。相应开展的工作设计为独立核查单专业的型号设计资料和适航符合性验证资料、两到三个相关专业的型号设计资料和适航符合性验证资料、单专业的符合性声明。

3) 高阶水平:培训设计为在深入学习并掌握适航独立核查的工作程序、工具与方法以及适航独立核查有效性和符合性判定准则、所管专业及相关专业的适航标准、相关咨询通告的基础上,增加学习并熟练掌握飞机级的适航标准和咨询通告、独立核查

技巧。相应开展的工作设计为独立核查单专业的型号设计资料和适航符合性验证资料、多专业及跨专业的型号设计资料和适航符合性验证资料、飞机级的适航符合性验证资料、全机符合性声明。

按上述方式开展适航核查工程师培训,在保证工程技术人员提升专业技能的同时,保障适航独立核查工作的有效开展。

## 5 结论

目前,国内民用大飞机主制造商经过从为单独型号建立设计保证系统,到整合成适用于多个型号的一套设计保证系统,走过了一条艰辛的道路,探索出适应公司自身特色的设计保证系统管控模式,在开展设计保证系统适航独立核查工作方面已制定了初步的要求与程序,正在型号研制中发挥重要作用,并将通过在型号研制中的应用不断改进与完善。

数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享的智能形态为民用航空制造商打造高效地设计保证系统提供了方法与手段,要符合中国局方条款衡量,数据说话的审查原则,确保民用航空产品的设计或设计更改满足适航要求,提升航空产品研制的速率和质量,还需要下大力气、花大功夫开展深入细致的研究。

### 参考文献:

- [1] 赵越让. 适航理念与原则[M]. 上海:上海交通大学出版社, 2013: 24-27.
- [2] 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.
- [3] 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]. 北京: 中国民用航空局, 2017: 82-86.
- [4] 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]. 北京: 中国民用航空局, 2011: 91-94.
- [5] EASA. Certification of Airplane and related Products' parts and appliances' and of design and production organizations: EU No 748/2012 Annex I Part 21[S]. EU: EASA, 2012: 279-286.
- [6] 蒋瑞. 大型客机设计保证手册研究[J]. 民用飞机设计与研究, 2012(增 1): 188-190.
- [7] 蔡彬, 戎翔. 大型航空发动机研发企业设计保证系统建设路径研究[J]. 民航管理, 2018(4): 63-66.
- [8] 李琳, 赵程广. 浅析民用飞机主制造商设计保证系

- 统的建设方法[J]. 民用飞机设计与研究, 2020(2): 108-114.
- [9] 何静, 武宁, 耿延升, 等. 关于构建民用飞机设计保证系统的若干思考[J]. 航空工程进展, 2015(4): 479-484.
- [10] 钱仲焱, 贾洪, 郝莲, 等. 民用运输类飞机的设计组织要求[J]. 机械设计, 2012(9): 6-9.

#### 作者简介

符越 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 航空材料及应用、适航技术。E-mail: fuyue@comac.cc

郝莲 女, 硕士, 研究员。主要研究方向: 适航技术、市场品牌与营销、情报和质量技术。E-mail: haolian@comac.cc

李琳 女, 硕士, 高级工程师。主要研究方向: 管理科学与工程、适航管理与设计保证系统。E-mail: lilin2@comac.cc

## Thoughts on airworthiness independent verification of Design Assurance System

FU Yue \* HAO Lian LI Lin

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

**Abstract:** The establishing Design Assurance System by OEM is aimed to promote the ability of air worthiness-autonomously, the functions of design, airworthiness and independent supervision are implemented through organization, responsibility, procedures and resources to ensure that the design or design changes of aviation products meets the requirements of airworthiness authority. Among them, the airworthiness independent verification is the critical point of the airworthiness function for Design Assurance System. Based on the specific analysis of the airworthiness independent verification function of Design Assurance System, this paper puts forward the mechanism of realizing independent verification from the planning and design level of Design Assurance System, and gives suggestions on the responsibility subject, responsibility, qualification requirements, workflow, supporting tools, and management procedures, etc., and from the technical support of big data knowledge, and in the two aspects of step-by-step talent training guarantee, the function and effect of airworthiness independent verification are deepened by continuously optimizing and improving methods, tools and manpower allocation, so as to enhance the guarantee function of design assurance system for aircraft model development.

**Keywords:** Design Assurance System; civil aircraft development; airworthiness-autonomously; airworthiness independent verification

---

\* Corresponding author. E-mail: fuyue@comac.cc