

TSO 设备研制单位适航设计保证 能力建设研究

Research on the Airworthiness Design Assurance Capability Construction for TSO Equipment Development Manufacturer

张爱国 于超鹏 / Zhang Aiguo Yu Chaopeng

(中航工业雷华电子技术研究所,无锡 214063)

(AVIC Leihua Electronic Technology Research Institute, Wuxi 214063, China)

摘要:

适航设计保证能力建设是 TSO 设备研制单位进入民用航空市场的必由之路。对民机及 TSO 设备研制过程的特点进行了阐述,分析了适航设计保证能力建设的必要性,并结合实际工作对适航设计保证能力建设提出了实施建议。

关键词:设计保证能力;TSO 设备;流程

中图分类号:V221+.91

文献标识码:A

[Abstract] The airworthiness design assurance capability construction is the only way to enter the civil aviation market for technical standards orders(TSO) equipment development manufacturer. This paper describes the characteristics of civil aircraft and TSO equipment development process and analyzes the necessity of the airworthiness design assurance capability construction. Combined with the actual work, the implementation proposal has been put forward for the airworthiness design assurance capability construction.

[Key words] design assurance ability; TSO equipment; process

0 引言

CCAR-21-R3 第 21.13 条规定:具有民用航空产品设计能力的人具备申请型号合格证或者型号设计批准书的资格^[1]。为符合 CCAR-21-R3 第 21.13 条的要求,申请人应建立并保持一个有效的设计保证系统。对于从事技术标准规定(TSO)设备研制的单位来说,为了满足主机厂对 TSO 设备的适航要求并通过适航认证,设计保证系统的建立也不可或缺。设计保证系统具有三种核心能力:设计保证能力、适航管理能力和过程保证能力^[2],其中,设计保证能力的建设尤为重要。

设计保证能力建设主要是建立一套符合适航要求的设计开发流程,是 TSO 设备研制单位进入民用航空市场的必由之路。随着国内民机产业的快

速发展,国内众多民用航空机载设备研制单位都在积极致力于设计保证能力的建设。由于历史原因,我国缺乏适航的经验积累,在设计保证能力建设上把握不准方向,面对适航的要求感到困惑和茫然,措施很难落实到位甚至缺乏具体的措施。

1 适航设计保证能力建设的原因

1.1 民用飞机及 TSO 设备研制过程的特点

民机以市场为导向,以飞行运营为目的,飞机的安全性、旅客的舒适性和运营的经济性是其关注的因素。经济性体现在飞机全生命周期的综合经济效益上,因为考虑安全性和经济性,民用飞机使用的都是成熟的技术,继承性强,一旦投入市场,一般会有大批量的交付,可以摊薄成本。基于民机安全性和经济性的特点,TSO 设备的研制通常是基于需

求和功能架构的正向设计,采用成熟技术,在设备试制前往往通过建模、仿真和分析论证等手段对方案进行充分地论证,避免了设计的反复。因此 TSO 设备的研制流程基本保证了项目的一次成功率,确保 TSO 设备全生命周期成本最低和适航符合性证据被充分展示。

根据国际上通用的行业标准,TSO 设备的研制流程通常主要分为:联合定义阶段、初步设计阶段、详细设计阶段以及制造和试验验证阶段。这种阶段划分的主要特点是:(1)项目前期策划、论证时间长。TSO 设备的研制通常是一种正向设计的过程,市场和客户的需求、适航的要求是必须要考虑的因素,适航法规要求设备研制单位必须按适航要求开展 TSO 设备的研制工作,并充分表明设备的研制过程满足适航要求后才能进入下一阶段工作,因此前期策划工作必须充分,从项目立项到形成最终方案会占据项目研制周期的大部分时间。(2)使用成熟的技术。民机对安全性和经济性的要求决定了 TSO 设备往往使用继承性很强的成熟技术。(3)逻辑思维缜密,验证确认工作充分。适航法规要求 TSO 设备的研制过程环环相扣,研制过程中必须做充分的确认和验证工作,才能通过适航审查。

1.2 适航设计保证能力建设的必要性

适航法规要求民用航空产品设计单位应当表明其已经建立并能够保持一个设计保证系统,确保对民用航空产品和零部件的设计或设计更改满足适用的适航规章和环境保护要求,对申请范围内的设计和设计更改进行控制和监督,作为供应商的 TSO 设备研制单位是飞机主制造商设计保证系统的延伸,必须建立与之相适应设计保证系统,以表明设计保证系统的贯彻与执行力度。以欧洲为例,EASA 要求申请人的供应商应建立与申请人一致的设计保证系统,供应商要编写设计保证界面文件,还应建立一系列文件以符合申请人的文件体系要求,并形成设计保证系统符合性程序文件清单^[2]。

目前,国内民机 TSO 设备供应商还没有参照适航标准走过完整的民机研制流程的先例,为了推动国内民用航空产业的发展,国家积极支持和倡导相关单位开展适航保证能力建设。这对国内相关 TSO 设备供应商来说,既是机遇又是挑战。这就要求国内民机 TSO 设备供应商具有快速学习的能力,在与行业专家学习交流的过程中,借鉴先进的成功经

验,逐步建立适合本单位的 TSO 设备设计保证能力,参与到世界民机行业竞争的大环境中去。

目前国内大部分单位的产品研制体系,其组织原则、管理体系和技术文化并不适合民机市场的竞争,此体系下的产品研制过程也难以满足适航符合性证据展示的要求。因此,要真正地发展民机产业,必须要转变理念,尽快建立满足适航要求的设计保证流程。

2 适航设计保证能力建设目标

如何遵循国际民机项目研制标准和流程,建立满足适航要求的设计保证能力,开展 TSO 设备的研制工作,对国内的 TSO 设备研制单位来说是一个新的课题。民机是一个生命周期很长的产品,在制订适航设计保证能力建设的目标上,需要具备前瞻性、长期性与连贯性。适航设计保证能力建设的目标应是形成一套符合适航要求的设计研发保证制度、流程和方法以及培养一支适航专业队伍。

1)一套符合适航要求的民机产品设计研发保证制度、流程和方法

(1)一套管理制度

管理制度可以优化项目团队,使项目的组织架构布局更清晰合理。

(2)一套工作流程

工作流程可以指导和规范所有适航产品的研发,使项目策划合理清晰,项目研制过程可控;同时以项目为牵引,不断优化该工作流程,并为后来的项目研发奠定基础。

(3)一套工作指南

项目成员根据项目分配的任务实施自己的工作,参考指南文件推荐的技术方法开展工作。

(4)一套工作模板,工作表单,检查单

使项目研制过程规范严谨,提高构型管理水平。

2)一支适航专业队伍

通过适航项目工作流程的建设和项目实践,为单位培养一批熟悉并掌握适航工作流程和方法的管理团队、设计团队和生产团队。该队伍应具有以下能力:

(1)较强的正向设计能力,能够开发标准化、系列化的航空产品;

(2)具有先进的管理、设计开发和生产制造理念和能力;

(3)有激情、乐于变革、主动作为,善于理论与实践相结合,为工作推动提供支持保障;

(4)向局方表明所建立的设计保证能力对适航规章的符合性的能力。

由此可见,适航设计保证能力建设的目标是通过建立一套以流程为主线的体系架构,集成各种适航管理规章、规范和方法工具,明确面向适航设计保证流程的制度、规范和方法工具,形成制度化、规范化、程序化和信息化的适航设计平台,并同时培养一支有能力向局方表明该平台对适航规章的符合性并能对这个平台进行持续完善、提升和向局方表明民机产品适航符合性的专业团队。

3 适航设计保证能力建设思路

适航设计保证能力的建设应采取“分步实施,逐步完善”的策略,逐步制订出本地化的适航设计保证流程。第一步:组建团队。根据任务目标,策划成立专业的团队,团队成员应包括下列人员:体系建设规划人员、适航管理人员、质量管理人员、系统设计开发人员、安全性设计开发人员、软件设计开发人员、硬件设计开发人员和项目管理人员。这个团队应具备以下能力:勇于创新、乐于接受新的理念,并善于积极推广应用;具有宏观思维,能从总体上对项目的开展情况进行把控;具有体系建设的经验和实际的专业工作经验;掌握适航理念和适航知识。同时,单位组织上应能够给予整个团队工作上的支持和资源保障,领导的支持和参与对于工作的成功开展至关重要。第二步:规划。由各专业团队规划业务流程、梳理流程运行规则。在此阶段应完成对设计保证能力建设流程的梳理,对流程进行细化,包括对规范、程序和实施细则的编制策划,形成设计保证能力的整体架构。第三步:实施。结合单位实际情况,根据专业分工组织编制满足适航要求的规范、程序和实施细则。这一步在整个过程中最为困难和耗费时间,编制过程中应针对具体问题进行多次讨论、修改,直至形成文档初稿。第四步:评审、发布。针对编制形成的规范、程序和实施细则的初稿组织相关行业专家进行评审,完成对评审意见的跟踪和归零,对评审通过的规范、程序和实施细则进行发布。第五步:宣贯、培训和试运行推广。对发布的流程在各项目团队内进行宣贯、培训,让所有项目参与者明白新流程的实施过程和步

骤,并选择在合适的项目开展试点,对试点项目的执行情况进行监督和跟踪,搜集试运行期间的建议和意见,完成对各建议和意见的跟踪和归零。第六步:固化。本步骤的目的是对经过项目试运行的适航设计保证能力通过信息化手段把各项工作制度、流程和方法固化下来,为工作夯实基础。通过推广这种信息化工具平台,也就完成了适航设计保证能力在整个单位内的全面推广,这也是一种很有效的方式,员工就没必要去全面了解整套适航设计保证能力过程,只需专注与自己相关的内容,按信息化平台上的流程和方法进行设计开发,就能保证设计的产品满足适航的要求。即使新员工也能够按照适航要求开展设计工作,避免了因对过程和方法不了解或人为的简化适航过程等因素影响产品的安全性和经济性。为了建立满足适航要求并与主制造商相适应的设计保证体系,在以上步骤的实施过程中,应及时与局方和主制造商保持沟通,使其能够参与到供应商的设计保证能力建设过程中。

通过以上过程的实施,可以逐步锻炼和培养一批懂方法、懂业务的适航专家队伍,为整个适航设计保证过程的实施提供重要保障。

4 适航设计保证能力建设举例

作为 C919 飞机项目系统供应商的参研单位,为了快速融入民机产业链,满足适航要求,雷达所非常重视适航设计保证能力建设,结合单位现状制定了“先期策划、分步实施、不断完善”的策略,分别组建了基于 ARP4754A 的系统设计保证、DO-254 的硬件研制保证和 DO-178B 的软件研制保证能力建设项目团队。根据总体实施计划,各相关能力建设的团队将分别完成基于需求的系统设计研发流程、满足 DO-178B 要求的软件研制保证开发流程和 DO-254 要求的硬件研制保证开发流程建设,形成以顶层要求文件、中间过程实施文件和底层模板操作文件为框架的三级体系文件,着手推进构建一套符合适航要求的设计保证能力体系文件(体系文件框架如表 1 所示),并完成体系文件的培训宣贯、发布。为了满足适航要求,在设计保证能力建设过程中,多次邀请主制造商、局方以及业内的相关适航专家参与该能力体系的规划或评审。适航设计保证能力建设是个不断完善的过程,后期会在项目

(下转第 51 页)

对构型管控的侧重点不同、各专业更改情况各异等因素,可以将抽象的原则再进一步细化。且在实际的设计中,出现更改的情况会非常复杂,需要将抽象的流程细化,转变成可操作的细节,并取得适航当局的一致认可。这个判断过程是非常复杂的,需要有足够的工程设计和验证经验,当规则制定得不够明朗、有灰色地带的更改无法判断时,建议按照相对严格的方式操作(即更改构型号)。一旦在使用过程中混淆了构型号和版本号的规则,则很可能会前功尽弃,继续回到只有构型号(或者全部版本号)控制的局面。

4 结论

构型标识是构型管理的基础,是开展民用飞机设计工作的基础。标识方法在项目之初就需要确

定,除了满足基本的追溯性、唯一性外,还需要考虑飞机组成及组织关系。只有设计文档标识清晰,产品才能标识清晰,才能保证“设计所想”和“制造所产”是一致的,才能保证飞机状态是可信任的。

参考文献:

- [1] Government Electronics and Information Technology Association. National Consensus Standard for Configuration Management[S]. USA, 2004.
- [2] 于勇,范玉青. 飞机构型管理研究与应用[J]. 北京航空航天大学学报,2005,31(3):278-283.
- [3] 王庆林,余国华,王睿. 构型管理[M]. 上海:上海科学技术出版社,2010.

(上接第 39 页)

实施过程中进行验证和完善。同时为保证实施的有效性,更好地向局方表明设计保证能力的符合性,将通过信息化的手段把整套实施流程进行固化。

表 1 适航设计保证能力体系文件框架

适航设计保证能力体系文件框架				
过程文件	规程、规范、指南	工作表单	检查单	技术文档模板
XXX 过程	XXX 规范	XXX 表单	XXX 检查单	XXX 文档模板
			XXX 检查单	
			XXX 检查单	
XXX 过程	XXX 指南	XXX 表单	XXX 检查单	XXX 文档模板
		XXX 表单	XXX 检查单	XXX 文档模板
				XXX 文档模板
XXX 过程	XXX 规范	XXX 表单		XXX 文档模板
.....

5 总结与展望

适航设计保证能力建设涉及专业面广,需要管理、设计、质量和生产等方面的人员共同参与,需要建设单位站在推动民航产业发展的高度,大力支持并委派有能力的专业人员参与适航保证能力建设

工作,也需要各专业技术人员积极参与、相互配合,共同实践并完善适航设计保证流程。同时,主制造商和局方人员的参与对适航设计保证能力的建设也很重要。

引入国际上合理可行的适航理念,建设满足适航要求的设计保证能力,可以为 TSO 设备的研制生产保驾护航,为设计出满足适航要求的 TSO 设备挤入国际民用航空市场创造条件。同时借鉴国际上先进的管理理念,也有利于从整体上提升单位自身的管理能力。

参考文献:

- [1] 中国民用航空局. CCAR-21-R3 民用航空产品和零部件合格审定规定[S]. 北京:中国民用航空局,2007.
- [2] 宋佳珊. 构建满足适航性要求的设计保证系统—供应商管理[Z]. 微信公众平台“适航与安全”,2014,(41).
- [3] 浦传彬,张越梅. 军用飞机定型和民用飞机取证[J]. 航空工业论坛,2010,6:1-17.
- [4] 汤小平. 识别民用航空产业发展特点提高民用航空产品研发水平[J]. 民用飞机设计与研究,2014,1: 6-10.
- [5] 朱凤馥. 对我国民机适航工作的几点思考[J]. 国际航空,2007,5: 16-18.
- [6] 董大为,张学龙. 适航、标准化与民机质量管理体系关系浅析[J]. 航空标准化与质量,2010,3: 18-20.
- [7] 房海涛,刘丹. 基于 ARP4754A 的民用飞机复杂系统研制过程保证方法研究[J]. 航空科学技术,2013,1:52-54.