

面向适航的民用飞机研制 数字化平台探讨

Airworthiness-Oriented Digital Platform for Civil Aircraft Development

中航工业西安飞机工业(集团)有限责任公司 蔡安



蔡安

高级工程师。15年来一直从事CAD、CAE、PDM在飞机设计中的应用工作。近5年来,主要从事探索民用飞机研制流程、飞机数字化协同设计平台建设、民机适航审定、系统安全性分析等相关工作。

几年来,数字化设计制造技术在国内飞机制造业中广泛应用,建设满足飞机研制要求的数字化协同环境成为信息化工作的中心任务。波音787、空客A380的研发平台提供给我们许多可借鉴的经验;ARJ21飞机的研制取得了100%的三维数字化

信息技术的发展,给航空制造业的升级提供了技术支撑。研制具有优良的安全性、经济性、可靠性和舒适性的民用飞机,取得符合国际适航标准要求的适航证,需要我们充分认识和评估我们的研制能力、手段、要求及目标。

飞机产品定义、设计制造过程信息的数字化集成和传递、异地数字化虚拟装配等标志性的成果;大飞机的研制在力求提高民用飞机自身研发能力和水平的同时,全力构建全球合作研发平台。但是,我们并没有看到这些研发平台考虑了适航要求,信息化手段应该为民用飞机适航工作助一臂之力。

民用飞机研制适航要求

1 背景

民用飞机研制必须符合适航当局颁发的适航规章及相关标准,并按适航程序完成适航审定,通过后方可获取型号合格证及生产许可证。

适航证是飞机进入民用航空市场的准生证。民用飞机销往国外航空公司时,除获得本国适航当局的型号合格证外,还必须取得销往国适航

当局的适航认可。2005年以来,随着新舟60飞机市场的拓展,西飞公司经历了多国适航部门的适航审定。经过不同背景的适航审定,给我们在民用飞机研制方面提出一些警示。

(1) 审定基础的差异。

通常,一个获得市场成功的民用飞机,至少有20年的生命。以这一型号为平台,可以进行改进改型设计,如大家熟悉的波音737-100、波音737-200、波音737-300等。在这么长的时间里,随着科学技术的发展,适航规章不断修订;此外,国家发达程度、科技水平、经济等的差异,造成各国之间的适航规章也存在差异。因此,飞机研制单位必须采用先进的手段记载型号的审定基础全过程,同时跟踪和研究国外适航规章,为民用飞机市场拓展做好技术储备工作。

(2) 审定资料的完整性。

审定资料涵盖范围很广,如设计图样文件、符合性报告、试验报告、飞行员评语等,必须全面管理型号研制过程中的所有资料,以支持型号的TC、STC、VTC等工作。

(3) 系统安全性设计工作开展欠缺。

早期飞机设计没有全面开展安全性设计工作,随着对飞机安全性设计关注点的变化,应对原有的型号补充相应的工作,保证整机的设计安全性目标要求。同时,加强对供应商的安全性分析工作的监督,利用信息技术管理研制过程。

此外,还必须加强供应商的管控能力,强化适航管理,对所有的适航活动和数据进行动态管理和监督,提高适航管理的效率。

2 民用飞机的适航要求

(1) 民用飞机适航包括适航性和适航管理两个方面。适航性是飞机在预期环境和限制下的安全特性,体现在功能完整性和物理完整性两个方面,是技术内涵部分。适航管理是审查方通过一系列的抽查、重点审查活动,用来确认飞机满足适航要求,达到了可接受的安全水平,是管理内涵部分,其目的是确保飞机在整个使用期内达到公众可接受的安全水平。

(2) 民用飞机适航性要求设计、试验和制造的每一个环节都必须满足安全性的要求。

(3) 民用飞机适航管理是对民用航空产品全寿命、全领域、全过程、全方位的管理,必须执行规定的适航标准和程序。

(4) 现代飞机使用高度复杂的复杂机载系统,导致飞机系统安全性分析的过程愈加广泛和复杂,因此需要在飞机设计期间对系统安全性的目标、过程和结果进行更为全面而有效的控制。

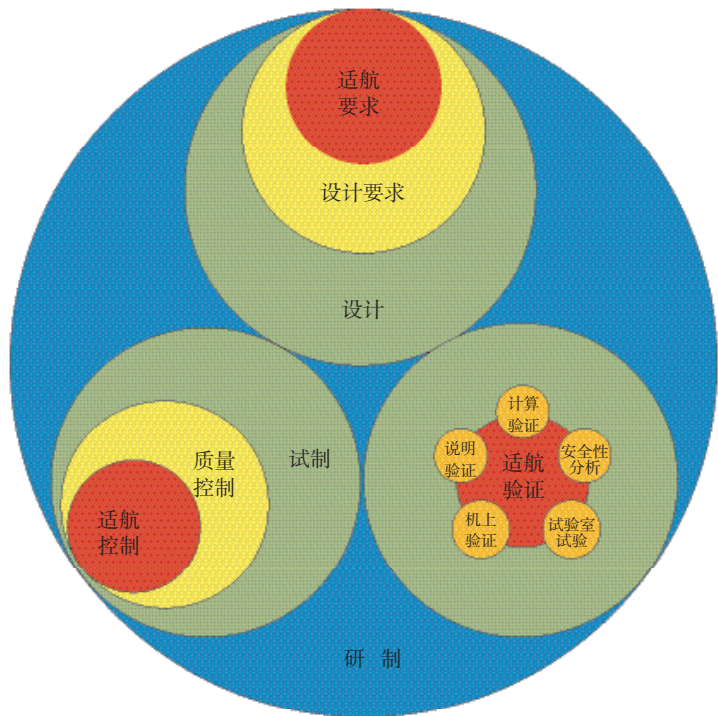
(5) 局方和申请人应共同制

定并持续修订安全保障合作计划(PSP),保证飞机/项目适航合格审定的顺利开展和持续运行安全奠定基础。针对新研型号制定专项合格审定计划(PSCP、CP),使双方更高效地开展工作,及早发现问题,提高整机安全性,降低申请人的研制费用和研制风险。

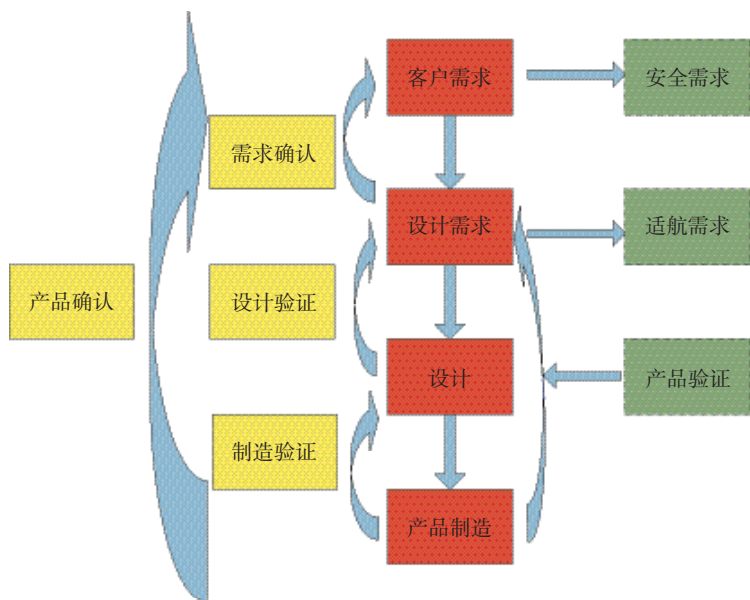
(6) 现代民用飞机的设计模式

发展趋势是主制造商和系统供应商对飞机联合定义,供应商体系变得十分庞大和复杂,供应商数量越来越多,承担工作越来越重要,供应商管理难度相应增加,加强对供应商的管控能力,成为适航管理的重点之一。

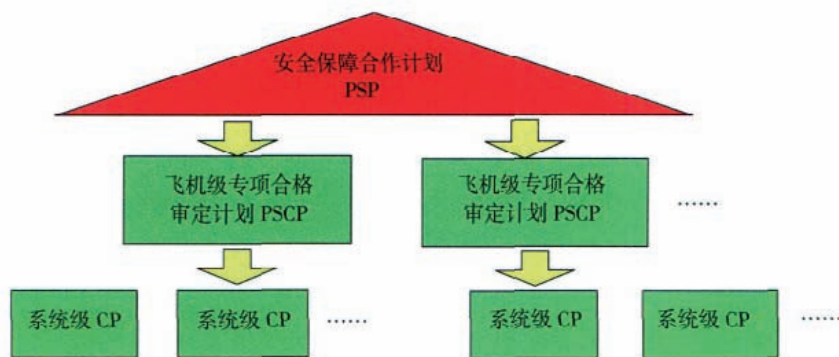
除以上6个方面要求外,在研制过程中还必须考虑持续适航相关的要求,开展客户服务相关工作,支持



适航性与民用飞机研制关系



民用飞机研制流程



民用飞机的PSP、PSCP、CP关系

用户运营和建立可靠性管理体系。

面向适航的研制平台探讨

1 满足民机适航要求的研制平台功能探讨

从民用飞机适航要求分析可以看出,面向适航的研制平台应该对产品的全寿命、全领域、全过程、全方位的管理,至少应具有如下功能:

(1) 适航管理功能。

计划管理功能:包括合格审定计划、开发计划、验证计划、构型管理计划、质量保证计划及相关的工具鉴定计划等,应能提供计划制定、分解、反馈、监控的全过程闭环管理功能。

审定过程管理功能:包括对适航申请、适航审定、适航信息反馈、满足适航性的技术资料修改及重新提交的完整闭环管理,并确保其追溯性。

适航符合性管理功能:主要包括适航规章、标准、适航符合性检查清单等技术资料的管理,以及适航符合性检查管理。

适航指令、航空规章、技术标准的管理:包括适航局方(CAAC)发出的适航指令、咨询通告、技术标准、运营通告等,需要对其处理过程进行严格的管理,确保其闭环;同时,还包括国外适航当局(FAA、EASA及飞机出口国)的适航指令、航空规章、技术标准等的跟踪、管理功能。

适航证件、委任代表证件的管理功能:包括中国适航当局和国外适航当局颁发的型号合格证、生产许可证、特许飞行证、单机适航证等各类证件的管理功能。

持续适航管理功能:包括向用户提供的持续适航文件、航材备件、培训、服务通告等支持服务。

系统安全性评估:包括合格审定计划、研制计划、构架及其计划、需求、确认需求计划、验证设计符合需求的计划、构型管理计划、过程保证计划;构型索引、功能危险性分析、初步系统安全性评估、系统安全性评估、共因分析、确认需求的资料、验证设计符合性要求的计划、构型管理证据、过程保证证据、合格审定摘要的管理功能,满足 SAE APR4754《关于

高度综合或复杂飞机系统的合格审定考虑》的要求。

机载软件合格审定:包括软件等级、计划过程、开发过程、验证过程、构型管理过程和质量保证过程、软件合格审定的管理功能,满足 RTCA DO178《机载系统和设备合格审定中的软件考虑》要求;

机载电子硬件合格审定:包括计划过程、设计过程、确认与验证过程、构型管理过程、过程保证、硬件合格审定的管理功能,满足 RTCA DO254《机载电子硬件设计保证指南》要求。

可靠性管理体系:建立制造商的可靠性管理体系,具有数据收集、数据分析、纠正措施、统计性能、数据显示和报告等功能,满足运营规章要求。

(2) 研制过程的管理功能。

飞机的研制过程既是一种工程技术,又是一种管理技术,包括总体设计、工程设计和产品服役三个大的阶段。民用飞机研制的管理应该借鉴成熟的系统工程管理方法,开展飞机研制,并对其进行全生命周期的管理,至少应具有如下功能:

需求管理:包括客户选型定义、客户特定选型库,满足飞机市场、销售和构型要求。



获得国际适航证的我国运-12轻型客机

功能管理:包括功能需求、功能架构、功能定义、系统定义、性能分析等要素,实现需求确认。

物理模型管理:包括零部件定义、结构分析、工装设计、标准件、基于知识的设计、基于模型的定义等,实现设计验证。

制造管理:包括工厂设计、工厂流程分析、基于模型的工艺分析、制造模拟、生产能力分析、人机工厂分析等要素,完成制造验证。

车间集成和总装:包括产品生产制造车间信息管理,完成产品实体的验证。

客户服务:包括客户飞机机构型库、维修计划、快速响应航空公司的服务请求、运行维修知识的共享和重用等,实现外场飞机的管理和支持服务功能。

此外,在整个研制过程中,必须实施产品全生命周期的构型管理,实现构型管理要素的要求;实施质量管理,达到质量体系管理要求;实施包括产品数据管理、试验数据管理、仿真分析数据管理、安全性分析数据管理,实现产品验证要求;随着民机研发要求的变化,必须具有对参与飞机研发供应商的管理功能。

2 满足民机适航要求的研制数字化平台结构建议

飞机是一个庞大而又复杂的系统,现代飞机具有严格的气动外形要求、设计变更频繁、产品构型众多、零件材料和形状各异、内部结构复杂、空间十分紧凑、各类系统布置密集和零组件数量巨大等特点。同时,民用飞机还必须满足适航管理的要求,保障民用航空安全,维护公众利益。

信息技术发展和信息资源开发利用,改变传统研制模式,基于产品数字化的企业信息化工程,为民用飞

机研制提供了高科技环境支持。通过十几年的数字化工程建设,我们具备了飞机研制过程中部分数字化应用能力,但在数字化研制平台的建设中,除了要打通各个信息孤岛的同时,应避免信息需求的缺失和资源的浪费。

因此,平台建设必须遵守如下原则:

第一,应用系统工程方法,按型号需求确定功能,强化综合、分析、优化、决策过程。

第二,民用飞机平台必须实现适

数据源,对底层数据分类、分库管理,进行动态管理和监控,提高管理的效率。

(3)应用层需涵盖研制各个方面,既要考虑项目研制过程的各个环节要求,也要考虑研制涉及各个参与方,避免研制平台遗漏不同的需求。

(4)利用数字化技术开展多学科优化和流程迭代,既要利用软件工具解决大量手工费时费力的活动,也要避免软件工具不一致造成的上下游数据不唯一的问题。



航要求,突出项目管理在民机研制的作用,获得及时、准确、高效和利益最大化的成功。

此外,既要充分利用现有资源,又要考虑未来发展。随着国内民用飞机研制向国内联合设计和国外建立研发中心发展的趋势,飞机研制数字化平台平台结构层次越来越明晰。

(1)基于WEB的数字化协同环境,利用WEB方式,将参与飞机研制的合作伙伴联系起来,形成单一无缝的数字化研制集团,提供高效的支持。

(2)构建逻辑关联的单一产品

结束语

信息技术的发展,给航空制造业的升级提供了技术支撑。研制具有优良的安全性、经济性、可靠性和舒适性的民用飞机,取得符合国际适航标准要求的适航证,需要我们充分认识和评估我们的研制能力、手段、要求及目标。在构建民用飞机研制数字化平台时,创建符合民用飞机适航要求,符合中国航空特色的协同研制平台,最大限度地发挥信息技术的功能,为我国民用飞机的腾飞助力。

(责编 侧卫)