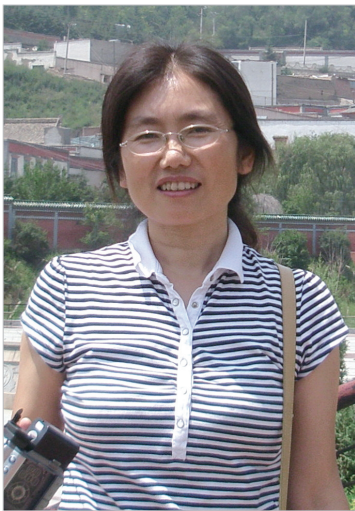


# 基于适航要求的大飞机 研制数字化平台构架思考

## Digital Development Platform Based on Aircraft Airworthiness Requirement

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。主要从事民用飞机构型管理、飞机研制程序和流程定义、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。参加了新舟飞机的型号合格证审定、航空器评审、国外适航认可审定及持续适航工作。

近年来,数字化设计制造技术在国内飞机制造业中广泛应用,已形成了一定规模,可以满足已有型号的生产要求。建设满足现代化大飞机研制要求的数字化协同环境成为航空业信息化工作的中心任务。波音 787、空客 380/350 的研发平台提供给了我们许

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研发能力和水平的同时,全力构建全球合作研发平台。

适航审定是民用飞机研制必不可少的工作,适航要求是飞机研制成功的核心,其涵盖了飞机研制的全生命周期。所以,适航要求应该成为大飞机研制数字化平台建设的核心。

适航审定是民用飞机研制必不可少的工作,适航要求是飞机研制成功的核心,其涵盖了飞机研制的全生命周期。所以,适航要求应该成为大飞机研制数字化平台建设的核心。

### 大飞机研制适航要求

#### 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。当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。新舟 60 飞机是我国目前在航线上唯一运营的民用飞机,在国内领先完成了型号的初始适航和航空器评审工作,按国际通用模式逐步完善持续适航的工作。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总结和对飞机航线运营中出现的问题的分析,给我们在民用飞机研制方面提出一些警示。

(1) 正确对待审定基础,将审定要求纳入飞机研制要求。

通常,一个获得市场成功的民用飞机,至少要有 20 年的生命。随着科学技术的发展,适航规章不断修订,以及国家科技水平、经济等差异,造成了各国之间的适航规章也存在一定的差异。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) 保存研制过程中完整的审定资料,确保所有资料受控和可追溯。

审定资料涵盖范围很广,如设计图样文件、符合性报告、试验报告和飞行员评语等,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、AEG等工作。

(3) 全面开展系统安全性设计工作,满足飞机安全性目标要求。

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,来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,采用信息技术手段管理研制过程。

(4) 将维修工程的相关工作前置,使研制早期关注飞机持续适航的要求。

由于研制分工界面的限定,早期设计中飞机维修是否方便、快速和经济等方面的问题关注较少,编制的手册可操作性差,飞机在航线上运营出现的问题解决周期长,影响航班的正点运行。

(5) 考虑飞机市场全球化趋势,充分考虑飞机销售市场国的要求,审定资料最好采用中、英文双语。

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 大飞机研制的适航要求

从适航审定的角度看,飞机研制涉及到如下6方面要求。

(1) 通常地说,适航是指适航性和适航管理2个方面。适航性是飞机在预期环境和使用限制下的安全特性,体现在功能完整性和物理完整性2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和重点审查活动来确认飞机是否满足适航要求,是否达到了可接受的安全水平,是管理内涵部分。飞机适航的目的是确保

飞机在整个使用期内达到公众可接受安全水平。

(2) 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,它与飞机研制的关系如图1

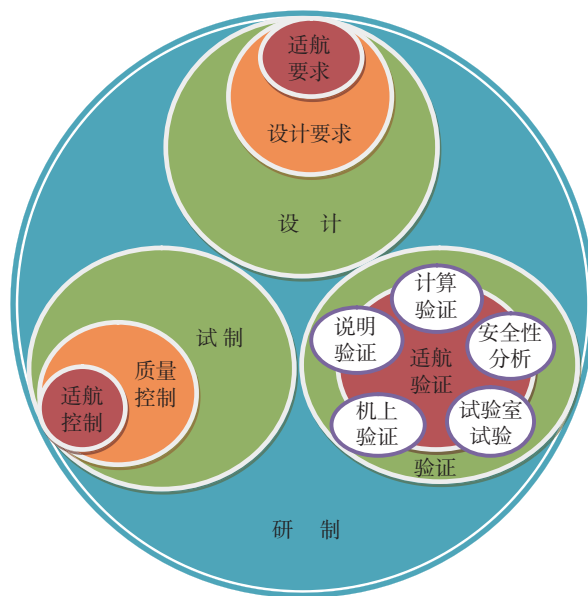


图1 适航性与民用飞机研制关系

所示。无论是适航要求、适航控制,还是适航验证,这些工作都是飞机研制过程中很少的一部分,是飞机的最低安全性要求。

(3) 适航管理是对民用航空产品全寿命、全领域、全过程和全方位的管理,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越加广泛和复杂,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和,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) 现代民用飞机的研制模式发

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,支持用户运营和建立可靠性管理体系。

## 大飞机研制数字化平台构架要求

### 1 研制数字化平台功能分析

大飞机是按照现代飞机研制程序研制的起飞总重量超过100t的运输类飞机,满足适航要求是大飞机研制成功的关键。

大飞机研制数字化平台是对飞机全寿命、全领域、全过程、全方位的管理。因此,坚持以适航要求为核心的平台建设目标,应具有如下功能:

第一,适航管理功能。其涵盖适航审定的全部过程和要求,并应可依据飞机的功能不同、审定方不同、用户要求不同进行增减。

(1) 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、反馈和监控的全过程闭环管理功能。

(2) 审定过程管理功能:包括对适航申请、适航审定、适航信息反馈和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。

(3) 适航符合性管理功能:主要包括适航规章、标准和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。

(4) 适航指令、航空规章和技术标准的管理: 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的适航指令、航空规章、技术标准等的跟踪、管理功能。

(5) 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、特许飞行证和单机适航证等各类证件的管理功能。

(6) 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、培训和服务通告等支持服务。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 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。

第二, 飞机研制过程的管理功能。大飞机的研制过程既是工程技术, 又是管理技术。飞机研制的管理应该借鉴成熟的系统工程管理方法开展, 并对其进行全生命周期的管理, 至少应具有如下功能:

(1) 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;

(2) 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, 实现需求确权;

(3) 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;

(4) 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;

(5) 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;

(6) 客户服务: 包括客户飞机构型库、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, 还必须满足下列要求:

(1) 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;

(2) 实施质量管理, 达到质量管理体系要求;

(3) 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;

(4) 随着飞机研发要求的变化, 必须具有对参与研发供应商的管理功能。

## 2 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, 维护公共利益。

信息技术发展和信息资源开发利用, 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:

(1) 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;

(2) 民用飞机平台必须实现适航要求, 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;

(3) 建立基于 WEB 的数字化协同环境, 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;

(4) 构建逻辑关联的单一产品数据源, 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;

(5) 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, 也要考虑研制涉及的各个参与方, 避免研制平台遗漏不同的需求;

(6) 利用数字化技术开展多学科优化和流程迭代, 避免软件工具不一致造成的上下游数据不唯一的问题。

此外, 利用条码技术, 实现研制数据的闭环管理, 提升航线维修管理和数据收集水平。

## 结束语

大飞机的研制是一个国家综合实力的体现, 取得满足适航要求的型号合格证是大飞机成功的标志。研制具有优良的安全性、经济性、可靠性和舒适性的大飞机, 需要我们充分认识和评估我们的研制能力、手段、要求和目标; 需要我们借助信息技术的发展提升大飞机研制的支撑平台。在构建民用飞机研制数字化平台时, 应当创建以飞机适航要求为核心, 符合中国航空特色的协同研制平台, 让信息技术为我国大飞机的腾飞助力。

(责编 三丰)