

文章编号: 1674-8190(XXXX)XX-001-07

基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证应用

周培, 李静, 谢红漫

(中国航空工业集团有限公司 雷华电子技术研究所, 无锡 214063)

摘要: 《民用飞机和系统开发指南》作为民用飞机系统适航推荐和认可的标准, 提供了结构化的研制过程保证方法, 用以识别和纠正研制错误。以民用飞机的系统生命周期过程和数据为基础, 从过程保证目标、过程保证计划、项目计划评审、过程保证证据四个方面分析基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证的实施要点; 从工程化过程保证活动类型、设计质量保证(DQA)的审核应用、DQA 的参与应用三个方面探究基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证应用; 给出工程实施建议并结合项目进行实践验证。结果表明: 本文将基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证要求落实为相应的工程活动并形成适航要求的证据, 有效保证了系统过程的质量和持续改进。

关键词: ARP4754A; 民用飞机系统; 过程保证; 系统生命周期; 适航

中图分类号: V24; V328.3; V37

文献标识码: A

DOI: 10.16615/j.cnki.1674-8190.XXXX.XX.01

Civil Aircraft system process assurance application based on ARP4754A

ZHOU Pei, LI Jing, XIE Hongman

(Leihua Electronic Technology Research Institute, Aviation Industry Corporation of China, Ltd., Wuxi 214063, China)

Abstract: 《Guidelines for development of civil aircraft and systems》 is a recommended and accepted standard for the airworthiness of civil aircraft systems, which provides a structured development process assurance method to identify and correct development errors. Based on the life cycle process and data of civil aircraft system, the implementation of civil aircraft system process assurance based on ARP4754A is analyzed from the goal, plan, review and evidence of process assurance. The application of civil aircraft system process assurance based on ARP4754A is explored from three aspects—process assurance activity types, design quality assurance (DQA) audit and DQA participation. The implementation suggestions are given and verified with the actual project. The results show that the process assurance requirements of civil aircraft system based on ARP4754A are implemented into corresponding activities and the evidence of airworthiness requirements is formed, which effectively ensures the quality and continuous improvement of system process.

Key words: ARP4754A; civil aircraft system; process assurance; system life cycle; airworthiness

收稿日期: 2024-03-29; 修回日期: 2024-05-27

通信作者: 周培(1990—), 女, 硕士, 工程师。E-mail: 993735244@qq.com

引用格式: 周培, 李静, 谢红漫. 基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证应用[J]. 航空工程进展, XXXX, XX(XX): 1-7.

ZHOU Pei, LI Jing, XIE Hongman. Civil Aircraft system process assurance application based on ARP4754A[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, XXXX, XX(XX): 1-7. (in Chinese)

0 引言

民用航空机载系统是以软件和电子硬件为核心的复杂系统,该系统与其他行业的系统相比最大的区别是对安全性的要求很高。FAA发布的AC 25.1309-1B Draft表明:《民用飞机和系统开发指南》(ARP4754A)^[1]结构化的研制保证过程技术为识别和纠正研发差错增强了信心^[2]。ARP4754A已被FAA和EASA接受和推荐,在AC20-174中得到认可^[2-3],航空工业部门也视其为能够同时满足适航规章21部和适航性标准25部中第25.1309条款最有效的系统性流程和符合性方法,已经成为国内外局方在审定民用飞机与系统时推荐和认可的技术标准文件^[4]。

当今民用飞机系统的趋势是复杂度和集成度越来越高^[5],研制过程中产生错误的可能性也在增大^[6],尤其是由多系统共同执行的功能。目前,国外普遍采用ARP 4754A提供的研制过程保证方法识别和减少研制错误,实现对研制错误的有效控制,并将其带来的安全性影响降低到可以接受的水平^[7]。在国内,刘海年^[7]、房海涛^[8]在民用飞机及机载产品的研制中已经开展了研制过程保证控制;周培^[9]、刘文^[10]研究了基于DO-178C的软件质量保证;薛钊^[11]、马珂^[12]研究了基于DO-254的复杂电子硬件质量保证。软硬件质量保证研究较多。虽然有越来越多的民用飞机项目将采用ARP 4754A作为适航规章的符合性方法^[13],但系统设计阶段过程保证相对薄弱^[14]。供应商没有足够的项目经验和成熟的既有民航研发体系来实施可行的传统方法,相对来说ARP 4754A的结构化方法的指导意义就显得难能可贵^[2]。

本文从系统生命周期的定义、过程和数据出发,首先探讨实施过程保证的原因;其次对ARP4754A的过程保证部分进行解读,分析过程保证目标、过程保证计划、项目计划评审和过程保证证据四个方面;通过过程保证活动类型、设计质量保证DQA审核应用、DQA参与应用3个方面探

究基于ARP4754A的民用飞机系统过程保证应用并给出实施建议;最后结合项目实际验证给出应用结论。

1 系统生命周期

1.1 系统生命周期定义

系统开发生命周期具有起点和终点,并且可以再次迭代以处理系统的变化。如图1所示,系统开发生命周期分为以下3个阶段:

- 1) 概念阶段(即研究和初步开发阶段)。
- 2) 开发阶段,包括功能、架构、设计和实施。
- 3) 生产运营阶段,包括生产、测试和运行数据。

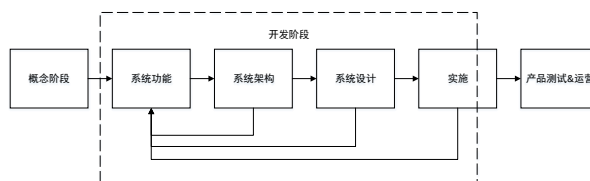


图1 系统开发生命周期^[1]

Fig. 1 System development life cycle^[1]

1.2 系统生命周期过程

在图1的基础上,基于ARP4754A的系统开发生命周期过程包含以下3个方面:

- 1) 系统策划过程(System Planning Process)。
- 2) 系统开发过程(System Development Process),该过程分为飞机功能开发,飞机功能分配到系统,系统架构开发,系统需求分配到子系统和系统实施5个过程。
- 3) 综合过程(Integral Process),该过程分为安全性评估,研制保证等级分配,需求捕获,需求确认,配置管理,过程保证,合格审定和监管机构协调8个过程^[3]。

3大过程之间的关系如图2所示。

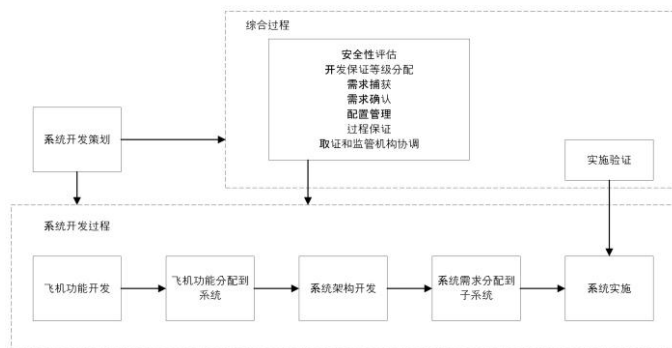


图2 系统开发过程模型

Fig. 2 System development process model

从图2可以看出:过程保证是综合过程中不可缺少的一部分,贯穿于整个系统生命周期过程^[4,13]。

1.3 系统生命周期数据

系统生命周期过程会生成系统生命周期数据,这些数据是过程的记录,也是表明系统符合 ARP4754A 的基本依据。系统生命周期数据如表 1 所示,其范围和细节取决于分配的研制保证等级。

表1 系统生命周期数据
Table 1 System life cycle data

过程	子过程	输出数据
系统策划过程	N/A	系统开发计划 安全性工作计划 需求确认计划 系统验证计划 构型管理计划 过程保证计划 审定计划
系统开发过程	飞机功能分配到系统(系统需求开发)	系统需求
	系统架构开发	系统设计描述
	系统需求分配到软硬件系统实施	软硬件需求 验证总结
综合过程	安全性评估(详见 ARP4761) ^[15]	飞机级 FHA 系统级 FHA PASA PSSA 特定风险评估 共模故障分析 区域安全性分析 ASA SSA
	研制保证等级分配	研制保证等级 安全性需求 功能性需求 额外取证需求 派生需求
	需求捕获	需求确认结果 需求确认总结(包含需求确认矩阵)
	需求确认	验证程序 验证结果 验证总结(包含验证追溯矩阵) 问题报告
综合过程	实施验证	验证程序 验证结果 验证总结(包含验证追溯矩阵) 问题报告
	构型管理	构型管理记录 问题报告 构型基线记录
	过程保证	过程保证证据
合格审定和监管机构协调		审定总结 构型索引

2 基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证

ARP4754A 5.7 章节描述了用来确保研制保证工作得以保持和遵循的活动。过程保证过程应该在一定程度上独立于开发过程^[1]。过程保证即通过设计质量保证(DQA)工程师的审核、参与、发布等活动,降低研制过程中累积的系统性风险。

2.1 过程保证目标

过程保证为满足系统生命周期过程的目标,完成按照计划开展的活动,解决问题和偏离提供了信心。过程保证的目标^[4]是:

- 1) 确保制定必要的计划,保证计划考虑到飞机级、系统级和软硬件级开发的各个方面。
- 2) 确保开发活动和过程按照这些计划进行。
- 3) 建立开发活动和过程遵守这些计划的证据。

2.2 过程保证计划

过程保证计划是表明如何确保符合 ARP4754A 定义的过程保证要求的主要文件^[14]。该计划描述了确保在系统开发过程中应用的实践和遵循相应程序的方法。在制定过程保证计划时应考虑以下问题:

- 1) 定义了检查其他工程项目计划(研制、合格审定、确认、验证和构型管理)的范围和内容,与飞机级功能、系统级或子系统级的研制保证等级相一致^[4]。
- 2) 定义了项目沟通、协调和排序,以及过程监控机制。
- 3) 定义了变更控制、操作和维护程序。
- 4) 定义了项目评审时机,以便及时发现开发错误。
- 5) 计划了与局方进行充分的协调。

2.3 项目计划评审

在评审项目计划时应考虑以下问题:

- 1) 适用的程序和实践被文档化。
- 2) 定义了明确的沟通实践,确保适用的流程,受影响的人员之间可以及时交换信息。
- 3) 定义了由于过程、进度或技术变更而发起

的计划更新程序。

4) 跟踪和控制计划更新。

2.4 过程保证证据

符合项目计划的过程证据^[4]包括:

1) 有明确的日期和相应批准的项目计划。

2) 根据计划的要求,评审的报告、符合性矩阵和相应总结。

3) 从设计、验证、确认、构型管理和合格审定活动中产生的真实数据。

4) 及时完成的过程保证评审确认数据(如完成的检查单和会议记录)。

3 工程项目中基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证应用

3.1 工程化过程保证活动类型

当民用飞机系统研制项目需满足 ARP4754A 的要求时,过程保证过程应执行相关活动以确保项目符合其批准的设计过程。这些活动包括:

1) 审核:是 DQA 工程师对于已完成的活动发起的独立检查。通过检查活动的输出物及活动记录,判断系统开发过程的符合性和有效性,必要时还需制定纠正和预防措施。另外,作为审定过程的一部分,提供活动完整性的独立确认(如研制里程碑审核)。

2) 参与:对于正在进行的活动,DQA 工程师选择性参与项目活动。通过提供过程保证输入来支持同行评审,确保评审过程的符合性。与审核目标相同,但是参与由项目触发和被动通知,而不是由 DQA 工程师进行安排。

3) 发布:DQA 工程师正式提供并授权使用可检索配置项(如软件、复杂电子硬件、文档),为开发过程中交付物的完整性提供独立保证。

3.2 DQA 在项目中的审核应用

在民用飞机系统研制项目中,系统生命周期审核的目的是确保系统开发过程符合定义的生命周期过程(包括每个开发阶段的转段准则)。

1) 评审并确定系统生命周期过程和转段准则(这些信息一般在系统开发计划中)。

2) 抽样被审核的项目工作产品。此时的工作

产品应是可见可用的全部数据。

3) 验证所选择的工作产品是否符合已发布的程序(如同行评审程序,变更控制程序),是否具备完整性,是否满足转段准则。

4) 验证当前生命周期过程,已满足转段准则。

审核的输出是 DQA 审核检查单和审核报告,报告应包括开始日期、结束日期、抽样数、问题发现列表、程序偏离情况等。需特别注意的是,DQA 工程师应注明本次审核的“待评估”项,以便后续审核活动持续追踪开口项。

3.3 DQA 在项目中的参与应用

在民用飞机系统研制项目中,DQA 工程师应参与项目活动以确保过程符合相应程序,即保证系统开发活动正在进行,且满足活动的准则,生成的工作产品符合定义的过程,并生成 DQA 活动记录。

参与活动主要包括:

1) 计划活动;

2) 同行评审:评审对象包括计划文档、安全性分析、系统级的需求、设计、实施、集成验证等;

3) 研制里程碑和项目转阶段评审^[3];

4) 客户里程碑评审;

5) 变更控制;

6) 正式试验目击:试验环境确认和试验过程监控;

7) 客户/局方审核;

8) 供应商过程保证监督。

参与的输出是 DQA 参与活动检查单(如 DQA 同行评审检查单、DQA 变更管理检查单等),如果发现不符合,DQA 工程师将生成不符合项报告^[2]。

3.4 过程保证工程化实施建议

过程保证计划是 DQA 工程师开展过程保证的基础,编制该计划应符合 ARP4754A 的过程保证目标并制定 ARP4754A 符合性追溯索引。编制完成后应根据同行评审程序组织评审并保存评审记录。在项目计划时,DQA 工程师应尽早介入计划的制定讨论过程中,以便共同在早期识别 ARP4754A 的基本要求和规划是否清楚^[2]。此外,应评审和批准其他系统级计划,制定预防和纠正措施,确保项目团队对过程要求清楚明确。

过程保证活动由 DQA 工程师策划并按照该计划执行,执行的 3 种过程保证活动:审核、参与和发布会在每个生命周期阶段发生。根据审核步骤,DQA 工程师应开展计划审核、开发审核、发布审核和供应商过程保证监督审核。根据参与类型,DQA 工程师应根据每种活动的指南文件参与并向团队提供实时反馈。虽然 DQA 工程师的参与是被项目团队通知触发的且不会参与所有活动,但是了解项目活动的进展和状态,对于确保达到要求的监督水平是必要的。此外,DQA 工程师应检查并审批生命周期数据的发布,确保数据受控,能从归档的设计数据重新构建或复现。

过程保证活动虽然不是产品增值活动,但却是客户要求的、研制开发必须的、适航标准(如 ARP4754A,DO-178C,DO-254)要求的活动。项目团队全体成员都应支持过程保证工作,包括开发流程/设计原则的查找、使用,符合性活动检查、适航取证等。

在出现质量问题时,DQA 工程师应进行根本原因分析和组织实施改进措施。在项目完成时,应完成过程保证总结,整理经验教训并对 DQA 过程进行持续改进。因此,DQA 工程师需要具有工程、开发、行业背景、数据统计、项目管理和质量管理等知识,在人员配备时应考虑人员资质[14]。

4 项目验证

在某机载综合监视系统项目中,客户要求系统开发的研制保证过程需满足 ARP4754A 要求。由于该项目的 DAL(设计保证等级)为 B,按照 ARP4754A 附表 A-1 的要求,DAL B 系统推荐实行过程保证活动并确保独立性。过程保证团队为满足 ARP4754A 的要求以及相关的质量体系,安排了两名独立于工程团队的 DQA 工程师开展该项目的过程保证工作。本章节以该项目系统初步设计过程的过程保证应用为例进行验证,该项目的系统开发生命周期如图 3 所示。

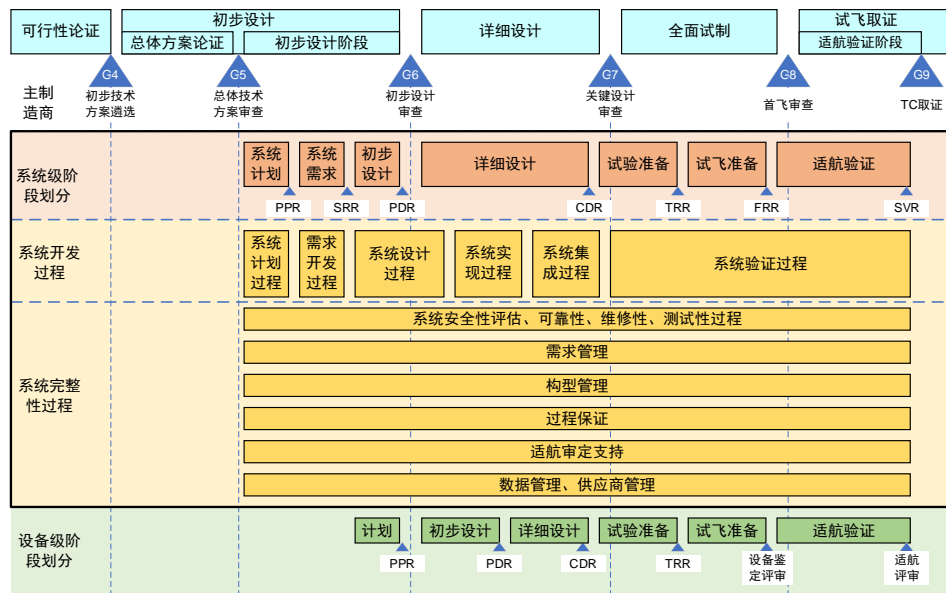


图 3 设计评审与开发生命周期过程的关系
Fig. 3 Design reviews with system life cycle

系统初步设计过程依据系统计划过程和需求开发过程的输出,开展系统架构和接口的设计,需求的进一步分解工作。DQA 工程师依据系统计划阶段编制的过程保证计划,对该设计过程开展了以下 3 类活动:

- 1) 参与
- (a) 同行评审:根据《同行评审程序》,DQA 工

师对该过程的输出物以高于过程保证计划中规定的不低于 10% 抽样比例参与了 10 次同行评审。同行评审的工具主要是相应的同行评审技术检查单和质量检查单,少数以会议形式进行评审。

(b) 变更控制:该项目使用 JIRA 平台对构型变更进行管控,DQA 工程师根据《变更管理程序》100% 参与了 82 次变更流程的监控。

(c) 客户里程碑审核: DQA 工程师参与了客户的系统初步设计评审(PDR), 提供支持里程碑评审的过程保证评审记录, 包括各类审核检查单、不符合项记录表、会议纪要等, 接受评审组审查并协助跟踪研制保证相关评审问题项的归零管理。

2) 审核

(a) 过程审核: 系统初步设计过程审核是对初步设计活动的符合性和初步设计过程的准出进行检查。在该审核中, DQA 工程师重点检查了系统功能架构、系统物理架构、系统描述文档、系统需求分配和安全性分析相关输出物。

(b) 在进入 PDR 前, DQA 工程师使用《系统初步设计评审检查单》和项目负责人一起执行检查, 确保 PDR 准入条件已满足, 交付物均已评审并受控。需要注意的是初步设计过程的准出检查可能有开口项(e. g. PDR 评审意见是否关闭), 需要在 PDR 退出后继续完成该检查单。

(c) 构型管理活动审核: 在进入 PDR 前, DQA 工程师抽样 PR/CR 数据, 使用《构型管理活动质量保证检查单》对构型管理活动进行符合性审查, 重点检查了构型管理活动与构型管理计划的符合性, 包括: 问题报告(PR)、变更请求(CR)、基线申请; PR 和 CR 描述之间的一致性; CR 与变更后数据的一致性; 影响性分析的完整性和正确性等。

(d) 同行评审活动审核: 在收到参与同行评审的通知时, DQA 工程师使用《同行评审活动质量保证检查单》抽样对多项同行评审活动进行审核。主要关注同行评审活动的符合性, 检查了评审信息(评审数据版本、评审检查单、评审人员等)的准确性, 评审记录的完整性和评审意见的关闭验证情况等。

3) 发布

DQA 工程师 100% 参与了所有交付物的发布, 确保发布对象受控且构型信息与设计数据一致。

该项目 PDR 阶段的过程保证记录如图 4 所示, 过程保证完成总结如表 3 所示, 其中 DQA 抽样指南和过程保证计划中要求的最低抽样率为 10%。

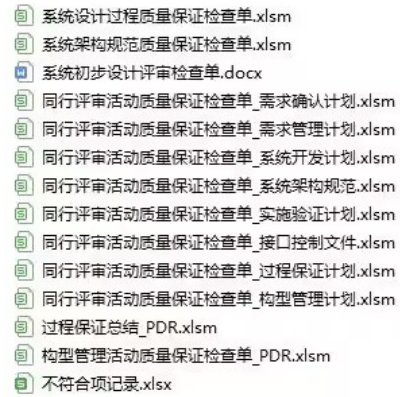


图 4 某综合监视系统项目 PDR 阶段过程保证记录

Fig. 4 Process assurance record for PDR phase of integrated surveillance system project

表 3 某综合监视系统项目 PDR 阶段过程保证完成总结
Table 3 Process assurance accomplish summary of PDR

活动分类	活动完成数/总数	抽样率	PDR 完成目标
参与同行评审	10/19	52.63%	满足同行评审指南和过程保证计划(10%)的要求
参与变更控制	82/82	100%	满足构型变更管理规程和过程保证计划的要求
参与客户里程碑评审	1/1	N/A	以客户里程碑评审要求为准
系统初步设计过程审核	1/1	N/A	满足系统初步设计程序的要求
同行评审活动审核	13/19	68.42%	满足抽样指南和过程保证计划(10%)的要求
构型管理活动审核	1/1	N/A	满足过程保证计划的要求
发布	33/33	100%	满足数据发布规程的要求
其他	3/3	N/A	1. 不符合项跟踪 2. 过程保证记录归档 3. PDR 阶段过程保证完成总结

参与、审核与发布 3 类过程保证活动开展后共生成 25 份过程保证记录, 发现不符合项 28 个, DQA 工程师对所有问题项进行跟踪和归零。目前该项目系统级 PPR, SRR 和 PDR 已通过客户评审, DQA 团队提交的过程保证计划和过程保证证据已全部接受。随着项目进展, DQA 工程师将继续参与系统详细设计过程、系统测试集成过程等, 以保证该项目的系统研制工作满足 ARP4754A 要求。

5 结 论

1) 研发项目的有效性在于设计流程的成熟和设计方法的完善,设计标准/原则/工具的有效应用,因此过程保证的基础是合规且完善的研制体系(设计保证体系)。基于 ARP4754A 的民用飞机系统过程保证应用,有助于有效控制研制错误,为研制满足适航要求的民用飞机系统提供信心。

2) 满足 ARP4754A 的过程保证要求的 3 类过程保证活动(参与、审核与发布)及其产生的过程保证记录已经过项目验证,具备较强的实际应用工程价值。

参 考 文 献

- [1] AerospaceSAE. Guidelines for development of civil aircraft and system: ARP4754A[S]. US: SAE Aerospace, 2010.
- [2] 刘丹,林熙,曹博. 基于 ARP4754A 和 AS9100D 考虑的 STC 航电产品研发和过程保证的应用研究[C]// 第十届中国航空学会青年科技论坛. 南昌:中国航空学会, 2022: 958-963.
LIU Dan, LIN Xi, CAO Bo. Research on development and process assurance practice of STC avionics based on ARP4754A and AS9100D considerations[C]// Proceedings of the 10th Chinese Society of Aeronautics Youth Science and Technology Forum. Nanchang: Chinese Society of Aeronautics, 2022: 958-963. (in Chinese)
- [3] 张新明,陈茹. 基于 ARP4754A 的民用飞机/系统研制计划过程研究[C]// 第九届民用飞机航电国际论坛. 上海:中国航空学会, 2020: 13-16.
ZHANG Xinming, CHEN Ru. Study of planning process of civil aircraft/system development based on ARP 4754A [C]// The 9th Civil Aircraft Avionics International Forum. Shanghai: Chinese Society of Aeronautics, 2020: 13-16. (in Chinese)
- [4] 宫葵,张东辉. 基于 ARP 4754A 的民用飞机研制过程符合性应用实施研究[J]. 航空科学技术, 2021, 32(11): 45-49,18.
GONG Qi, ZHANG Donghui. Research on compliance application implementation of civil aircraft development process based on ARP 4754A[J]. Aeronautical Science & Technology, 2021, 32(11): 45-49,18. (in Chinese)
- [5] 董锐,王平利. 一种基于 ARP 4754A 的民机机载系统研制项目风险分析方法研究[J]. 航空科学技术, 2019, 30(12): 38-44.
DONG Rui, WANG Pingli. Study of civil aircraft airborne system development project risk analysis method based on ARP 4754A [J]. Aeronautical Science & Technology, 2019, 30(12): 38-44. (in Chinese)
- [6] 华铭,景玉国,王思静. 研制保证等级分配原则及应用研究[J]. 航空科学技术, 2017, 28(2): 49-52.
HUA Ming, JING Yuguo, WANG Sijing. Research on development assurance level allocation principles and applications[J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28(2): 49-52. (in Chinese)
- [7] 刘海年,郑宁,谷艳萍,等. 航空发动机研制过程保证方法研究[J]. 航空科学技术, 2021, 32(6): 36-42.
LIU Hainian, ZHENG Ning, GU Yanping, et al. Research on the aero-engine development assurance process methods [J]. Aeronautical Science & Technology, 2021, 32(6): 36-42. (in Chinese)
- [8] 房海涛,刘丹. 基于 ARP4754 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, 22(1): 52-54.
FANG Haitao, LIU Dan. Research on civil aircraft complex system development process assurance method based on ARP 4754[J]. Aeronautical Science & Technology, 2013, 22(1): 52-54. (in Chinese)
- [9] 周培. 基于 DO-178C 的机载软件质量保证与管理[J]. 航空工程进展, 2021, 12(6): 161-166.
ZHOU Pei. Airborne software quality assurance and management based on DO-178C[J]. Advances in Aeronautical Science and Engineering, 2021, 12(6): 161-166. (in Chinese)
- [10] 刘文,张道泽,王青,等. 机载软件质量保证过程研究[J]. 航空计算技术, 2021, 51(3): 90-92,97.
LIU Wen, ZHANG Daoze, WANG Qing, et al. Research on airborne software quality assurance process[J]. Aeronautical Computing Technology, 2021, 51(3): 90-92,97. (in Chinese)
- [11] 薛钊,刘瑞军,郭鹏,等. 基于 DO-254 的复杂电子硬件开发及适航审定过程符合性研究[J]. 航空标准化与质量, 2022(4): 20-24.
XUE Zhao, LIU Ruijun, GUO Peng, et al. Development of complex electronic hardware based on DO-254 and study on compliance of airworthiness certification process [J]. Aeronautic Standardization & Quality, 2022(4): 20-24. (in Chinese)
- [12] 马珂,李大超. 基于 DO-254 的可编程逻辑器件设计的质量保证研究[J]. 软件产业与工程, 2014(5): 19-23,47.
MA Ke, LI Dachao. Research on quality assurance of programmable logic device based on DO-254[J]. Software Industry and Engineering, 2014(5): 19-23,47. (in Chinese)
- [13] 胡晓莉,刘建方,孙景华. 基于 ARP 4754A 供应商过程保证体系评估方法研究[J]. 科技视界, 2019(25): 73-74.
HU Xiaoli, LIU Jianfang, SUN Jinghua. Research on evaluation method of supplier process assurance system based on ARP 4754A[J]. Science & Technology Vision, 2019(25): 73-74. (in Chinese)
- [14] 徐芳. 民用航空工业的设计质量保证[C]// 第六届民用飞机航电国际论坛. 上海:中国航空学会, 2017: 401-404.
XU Fang. Design quality assurance in the civil aviation industry [C]// The 6th Civil Aircraft Avionics International Forum. Shanghai: Chinese Society of Aeronautics, 2017: 401-404. (in Chinese)
- [15] AerospaceSAE. Guidelines and methods for conducting the safety assessment process on civil airborne systems and equipment: ARP4761[S]. US: SAE Aerospace, 1996.

(编辑:丛艳娟)