

公开

2026 年度拟提名陕西省科学技术奖项目公示内容

一、项目名称

军用飞机多场景综合任务可靠性设计与评估方法及应用

二、提名者及提名意见

提名者：中共陕西省委军民融合发展委员会办公室

该项目以当前军用飞机任务可靠性设计评估体系存在的多任务场景综合难、“弱设计重评价”、与系统功能设计关联度不够、后期更改困难等问题为背景，突破了任务场景及剖面定义、任务可靠性指标转化、任务可靠性指标设计与评估方法、基于故障数据的设备关键故障模式确定等多项关键技术，具有任务可靠性定量设计目标建立能力、任务可靠性指标分配传递与评估能力、产品关键故障模式识别能力，可实现在研制过程中持续优化系统架构、提升飞机的任务可靠性水平。提出的方法与系统架构关联度高，与航空装备研制过程融合度好，优化设计改进能力强。

项目研究成果在某型飞机研制中进行了全面应用和实践，项目提出的关键设备及故障模式分析方法支撑了大型运输机质量可靠性提升，项目成果可推广应用至民用飞机、航天、汽车、船舶等领域，军事、经济和社会效益重大，应用前景广阔。

该项成果申报材料属实，主要完成单位和完成人排序已协调一致，无异议。

提名该项目为陕西省科技进步奖三等奖。

三、项目简介

该项目属于飞机可靠性工程领域，其技术成果可应用飞机可靠性设计、分析与评估。

本项目在分析军用飞机使用场景和任务特点基础上，提出了一套包括任务场景关键要素提取、剖面处理、定量指标转换等任务可靠性需求确定方法，解决了任务可靠性设计目标建立的问题；基于航空装备系统工程设计理念，构建了基于功能失效的任务可靠性指标分解传递方法，以及基于故障模型的任务可靠性评估方法，实现任务可靠性设计活动与系统研制过程的同步优化；提出从设备故障率、设备类别、设备重要度、设备状态四个维度确定关键设备，从历史数据和典型故障模式两个维度确定关键故障模式，为制定产品设计改进方案和能力提升提供了保障。

本项目能够有效指导各类航空装备任务可靠性设计分析与评估工作，提升装备、系统、设备研制过程的可靠性水平，降低装备使用故障风险，相关研究成果已授权国家发明专利、颁布标准和发表学术论文，具有自主知识产权。

四、客观评价

2025 年 11 月 13 日，中国航空工业集团公司组织召开了科技成果鉴定会，对本项目的鉴定意见为：1. “首次提出了一套从综合性概率指标向可设计可验证的多场景、多剖面任务可靠性需求分解转化方法，建立了任务可靠性对系统架构的约束机制，解决了任务可靠性正向设计目标建立难题。” 2. “首次提出了基于功能失效与系统研制过程关联的任务可靠性指标分配传递方法，以及基于故障模型的任务可靠性评估优化方法，极大提升了大型运输机任务可靠性各层级要求确定的完备性，促进大型运输机任务可靠性水平提升到 3 倍以上。” 3. “创新性地提出了有机融合设备故障率、类别、重要度、状态四维一体的关键设备确定方法，建立了覆盖飞机用各类产品典型故障模式库，大幅提升了飞机关键故障模式识别的覆盖率和准确性，实现了关键故障模式识别由工程经验向定量判断的转变。” 4. “本项目技术难度大，是国内自行研制，并取得多项自主知识产权，总体技术达到国际先进水平，技术完全自主可控。”

本项目解决了任务可靠性定量指标与系统功能设计、架构设计等关键要素的有效关联，以及任务可靠性正向牵引和优化系统设计等工程问题，建立了适用于军用飞机研制特点任务可靠性设计与评估流程，并在工程研制中进行了成功应用，研究成果可推广至航天、汽车、船舶等领域，应用前景广阔。

五、应用情况

本项目成果在某型飞机研制过程中进行了全面应用和实践。方案阶段利用项目提出的任务可靠性指标分解转化方法，将 MTBCF 转化为任务失败概率，对飞机系统及设备提出了可设计、可实现、可验证的任务可靠性要求；利用项目提出的任务场景关键要素提取和任务剖面处理方法，支撑完成了飞机任务剖面定义。工程研制阶段利用项目提出的基于功能失效的任务可靠性指标分解传递方法，以及基于故障模型的任务可靠性评估方法，支撑建立了某型飞机任务影响分析、评估流程和方法指南，完成了飞机及系统基于功能失效的任务影响分析，以及基于系统架构的任务可靠性评估工作。

本项目成果在大型运输机研制中进行了应用和实践。项目研究过程中形成的典型故障模式库，支撑了型号开展故障模式影响分析 (FMECA) 和外场使用故障分析工作。项目提出的关键设备及故障模式分析方法支撑了大型运输机质量可靠性提升对象论证、提升方案编制等工作。项目研究成果为提高型号研制中 FMEA 分

析的规范性和质量,提升外场问题归零效率,以及快速识别产品可靠性薄弱环节,提供了重要参考,具有良好的应用前景和推广价值。

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发 明 专 利	一种军用飞机任务可靠性指标分配方法	中国	ZL 2019 1 1353337. X	2023. 08	第 6210005 号	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	严拴航、袁婷、刘轶斐、赵中良
2	发 明 专 利	一种基于功能的任务失效分析方法	中国	ZL 2019 1 1347890. 2	2023. 09	第 6303177 号	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	袁婷、严拴航、刘轶斐、车程
3	发 明 专 利	一种基于故障数据的设备可靠性分析方法	中国	ZL 2020 1 1612687. 6	2020. 12	第 6883103 号	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	闫攀峰、严拴航、袁泽谭、薛海红
4	专 著 论 文	产品基本可靠性与任务可靠性协同设计	中国		2024. 10	中国航空学会飞机总体分会第十七次学术会议论文集	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	闫攀峰、王建男
5	专 著 论 文	基于运行数据的可靠性指标再分配研究	中国		2024. 10	中国航空学会飞机总体分会第十七次学术会议论文集	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	王建男、闫攀峰
6	专 著 论 文	基于模型的任务可靠性使用场景关键要素确定过程研究	中国		2024. 10	中国航空学会飞机总体分会第十七次学术会议论文集	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	赵中良

7	专 著 论 文	基于Petri网的航空产品故障触发及传递方法研究	中国		2022. 08	中国航空学会飞机总体分会第十七次学术会议论文集	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	严拴航、薛海红
8	标准	基于模型的航空产品可靠性分析流程与方法	中国	Q/AVIC DM1449-2022	2022. 12	中国航空工业集团有限公司	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	严拴航、赵中良
9	标准	飞机典型故障模式手册	中国	FAI-SM713-004-DG	2024. 10	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	薛海红、闫攀峰、严拴航

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
严拴航	1	无	研究员	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	负责任务可靠性需求确定方法研究，提出基于功能失效的任务可靠性指标转换方法，建立飞机及其系统任务可靠性设计目标；负责构建基于功能的任务失效分析流程，确定飞机的典型任务剖面 and 任务失效判据；参与基于故障数据的设备关键故障模式确定方法研究，提出加权系数确定范围。
赵中良	2	无	高工	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	负责建立基于功性能模型的任务可靠性评估流程及方法，实现了任务可靠性指标要求确定、指标分配、指标评估及系统架构优化全过程；参与基于功能的任务影响分析流程及方法研究，负责任务场景梳理和任务剖面合并等工作。
刘轶斐	3	副总师	研究员	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	参与基于功能失效的任务可靠性指标转换方法研究，提出将军用飞机任务可靠性合同要求（MTBCF）转化为对功能失效发生概率的要求；参与基于功能的任务影响分析流程及方法研究，提出任务影响等级确定方法，具体分析假设、输入和条件等。
杨王锋	4	副所长	研究员	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	参与任务可靠性需求确定方法研究，提出任务剖面处理技术思路；参与基于功性能模型的任务可靠性评估流程及方法研究，提出任务可靠性对系统架构评估和优化设计思路。
袁婷	5	无	高工	中国航空工业集	中国航空工业集	参与任务可靠性需求确定方法研究，提出从五个维度提取任务场景的

				团公司西安飞机设计研究所	团公司西安飞机设计研究所	关键要素；负责基于功能失效任务可靠性影响分析方法研究，包括分析假设、任务批剖面处理等内容并进行试点应用。
闫攀峰	6	无	高工	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	负责基于故障数据的设备关键故障模式确定方法研究，从四个维度确定设备的单一维度系数，利用设备故障模式历史数据和典型故障模式确定加权评估系数，最终确定设备关键故障模式；参与基于功性能模型的任务可靠性评估流程及方法研究，提出任务可靠性评估思路。
薛海红	7	无	研究员	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	参与基于功能的任务影响分析流程及方法研究，提出任务影响分析的失效判据和假设条件；参与基于故障数据的设备关键故障模式确定方法研究，提出从四个维度确定设备的维度系数。

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位	排名	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献
中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所	1	本项目以传统航空装备任务可靠性方法中存在的多任务场景综合难、弱设计重评价等问题为背景，开展了任务场景及剖面定义、任务可靠性指标转化、任务可靠性指标设计与评估方法等关键技术研究，形成了多场景综合任务可靠性设计与评估方法及应用技术，并在型号研制中进行了应用。具有任务可靠性定量设计目标建立能力、任务可靠性指标分配传递与评估能力、产品关键故障模式识别能力，提出的方法与系统架构关联度高，与航空装备研制过程融合度好，优化设计改进能力强。 研究成果解决了任务可靠性正向设计目标建立难题，极大提升了大型运输机任务可靠性水平，实现了产品关键故障模式识别有工程经验向定量判断的转变。 项目取得多项自主知识产权，总体技术达到国际先进水平，技术完全自主可控，项目应用成果可推广至航天、汽车、船舶等领域，具有显著的军事、经济和社会效益。

九、完成人合作关系说明

该项目技术成果由中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所独立完成，中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所严拴航负责领导了项目研究工作。

严拴航、赵中良、刘轶斐、杨王锋、袁婷共同建立了一套从综合性概率指标向可设计可验证的多场景、多剖面任务可靠性需求分解转化方法，构建任务可靠性对系统架构的约束机制，解决了任务可靠性正向设计目标建立难题；并共同完成了基于功能失效与系统研制过程关联的任务可靠性指标分配传递方法，以及基于故障模型的任务可靠性评估优化方法的构架与应用。

严拴航、闫攀峰、薛海红共同提出了有机融合设备故障率、类别、重要度、状态四维一体的关键设备确定方法，建立了覆盖飞机用各类产品典型故障模式库，实现了关键故障模式识别由工程经验向定量判断的转变。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同知识产权	严拴航/1 赵中良/2 刘轶斐/3 袁婷/5	2018 年 04 月-2024 年 12 月	一种军用飞机任务可靠性指标分配方法	见“主要知识产权和标准规范等目录”中序号 1	

2	共同知识产权	严拴航/1 刘轶斐/3 袁婷/5	2018 年 04 月-2024 年 12 月	一种基于功能的任务失效分析方法	见“主要知识产权和标准规范等目录”中序号 2	
3	共同知识产权	严拴航/1 闫攀峰/6 薛海红/7	2020 年 04 月-2024 年 12 月	一种基于故障数据的设备可靠性分析方法	见“主要知识产权和标准规范等目录”中序号 3	
4	共同参与制定标准规范	严拴航/1 赵中良/2	2018 年 04 月-2024 年 12 月	基于模型的航空产品可靠性分析流程与方法	见“主要知识产权和标准规范等目录”中序号 7	
5	共同完成任务可靠性评估优化设计	严拴航/1 杨王锋/4	2021 年 04 月-2024 年 12 月	《XX 飞机任务可靠性剖面定义》	未列入附件	