

航天某新研型号生产阶段产品保证工作研究

田莉 韩保辉 张泽敏 蔡凝 尤婷 刘希妮 艾盼 安博聪 袁木

北京空间机电研究所 北京 100094

DOI: 10.12238/jpm.v6i3.7831

[摘要] 提出一种基于产品先期质量策划 (Advanced Product Quality Planning, APQP) 结构化、系统性方法, 面向某宇航新研型号太阳翼基板制造过程风险高、技术难度大、工艺流程复杂、质量不易保证等特点, 开展工艺实现过程质量先期策划, 探索产品生产阶段全过程产品保证的有效管控手段, 持续提升产品研制质量稳定性和合格率, 为后续型号产品生产阶段产品保证管控提供参考。

[关键词] 质量先期策划; 生产阶段; 产品保证

Research on product assurance in the production stage of a new aerospace model

Tian Li Han Baohui Zhang Zemin Cai Ning You Ting Liu Xini Ai Dan An Bocong Yuan Mu

Beijing Institute of Space Machinery and Electronics Beijing 100094

[Abstract] This paper proposes a structured and systematic method based on product quality planning (Advanced Product Quality Planning, APQP), high risk, technical difficulty, complex process, and difficult quality assurance, carries out the early planning of process quality, explores the effective control means of product assurance, continuously improves the product development quality stability and qualified rate, and provides a reference for the subsequent product production control.

[Key words] quality early planning production stage, product assurance

引言

习近平总书记强调: “始终坚持质量第一、效益优先, 大力增强质量意识, 视质量为生命, 以高质量为追求。” 为落实航天高质量发展需求, 深入贯彻高质量发展理念, 建设质量强国, 有效应对常态化高强度高密度发射和研制的挑战, 迫切的需要我们切实提升型号整体质量保证能力, 强化型号过程质量控制和对产品研制全过程各环节质量与可靠性的控制与确认, 以适应未来一个时期发展转型升级的需要。同时多项重大工程任务进入研制关键阶段, 重大发射和飞行试验次数、生产交付数量创历史新高, 科研生产任务持续高位, 面临着产品技术难度大、研制资源紧张、研制周期短的科研生产任务形势, 对工艺实现过程运行的效率、效益和质量同步提升的需求越来越迫切。

某宇航新研型号太阳翼基板是目前国内最大的刚性基板, 产品精度要求高、在轨使用寿命要求长, 具有技术难度大、制造风险高、接口尺寸多、质量不易保证等特点, 研制过程中任何一个细节有可能造成材料和结构性能下降、基板胶接质量不合格等问题, 影响航天器的在轨运行。为有效应对当前产品技术难度大、研制资源紧张、研制周期短的科研生产任务形势, 亟需提升工艺风险识别与控制能力, 细化生产过程控制精细化管控方法, 进一步提升基板贴膜质量和产品合格率, 保证后续产品的成功交付和型号任务顺利开展。

本文基于 APQP 方法, 将其作为宇航某新研型号太阳翼基板生产阶段产品保证一种有效的质量管控方法, 开展某型号工艺实现过程产品保证先期质量策划, 按照“源头识别、基线管控、过程确认”的原则, 通过设计输入工艺性审查、工艺设计和开发、生产基线建立、持续改进等环节在产品生产阶段的系统应用, 从而不断降低制造过程风险, 有效控制影响产品质量稳定性的因素, 提升产品质量一致性。另外通过具体实践, 形成标准化、表单化、流程化、模块化的太阳翼基板产品保证工作手册, 系统的提升产品工艺实现全过程质量保证能力, 满足了新研型号任务需求。

1 APQP 的特点概述

APQP 是 QS 9000 / IATF 16949 质量管理体系的重要组成部分, 作为一种用于确定和制定确保产品满足顾客需求所需的结构化质量管理方法, 为宇航型号产品研制提供了一个系统性的结构化质量管理框架。它注重在产品开发的早期阶段进行质量策划与控制^[1], 涉及跨部门协作、风险评估、持续改进等多个方面, 涵盖了从产品设计到生产全过程。其核心是通过早期质量策划、跨职能团队合作、利用风险管控和持续改进等手段, 制定必要的程序与标准, 确保产品在开发、过程、生产、过程中降低产品质量风险^[2], 提高产品质量稳定性, 提升质量管理水平。

APQP 有五个阶段, 如图 1 所示, 每个阶段都围绕特定的目

标展开,有各自明确的输入和输出,逐步推进项目的进行。APQP在工艺实现过程中的应用是一个系统化的过程,从用户提供设

计输入开始,它涵盖了从计划和确定项目、过程设计和开发、产品与过程确认、反馈、评定和纠正措施的四个阶段。

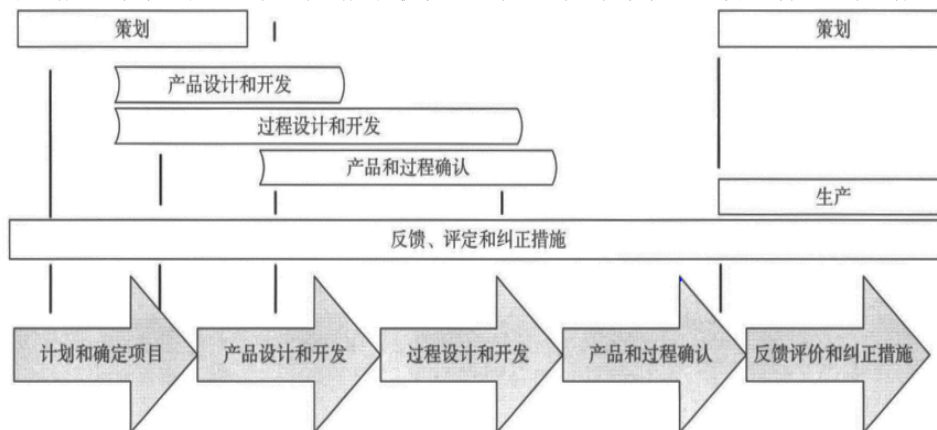


图1 APQP五个阶段流程图

2 APQP在宇航型号生产阶段应用分析

2.1 计划和确定项目阶段

APQP的优势在于使用跨职能团队合作方法管理前期质量策划的全过程,通过确定组织小组、职责范围、小组与小组之间的合作,多部门协作,使型号产品保证队伍掌握型号产品的研制推行进度,履行岗位质量职责,及时发现和预测异常现象并制定控制措施。在某新研型号产品太阳翼基板生产阶段策划阶段,面临着人员队伍、设备和场地资源冲突,同时新研型号产品技术难度大,现有研制队伍人员研制经历和技术支撑与新研型号任务需求存在差距,需要打破原有层级产品保证队伍,提升管理层级,引入外部专家力量,配优建强跨职能产品保证队伍。

2.2 过程设计和开发阶段

某新研型号产品太阳翼基板产品是目前国内最大的刚性基板,技术指标要求高,且整个产品装配胶接过程涉及手工操作环节多,操作过程不可逆,研制周期长、产品制造风险高,成型难度大。若早期风险识别全面,控制措施制定不到位,极易出现产品尺寸精度超差、产品脱粘、产品外观质量瑕疵缺陷,影响产品的性能。基于APQP管理模式,在产品开发的早期阶段识别风险并采取措施预防,需要开展面向型号产品生产阶段质量先期策划,制定从产品设计输入至产品交付全过程、全要素的精细化产品保证新要求。

2.3 产品与过程确认阶段

本阶段通过实际生产来验证产品和过程是否符合型号任务需求,产品技术指标是否满足设计要求,产品保证工作的重点是如何严格生产过程的管控,落实关键/强制检验点的确认、生产阶段产品保证要素的确认、关键工序控制等生产过程关键环节质量先期策划的控制措施,建立完整、有效、规范的生产基线,固化产品生产状态,确保结果符合要求,产品数据包齐全完整、可追溯,产品质量符合要求。

2.4 反馈、评定和纠正措施

本阶段通过对先期质量策划制定措施的有效性进行评估,不断总结完善产品保证控制方法和手段,通过开展全周期数据分析比对,建立研制过程总结确认机制,总结工艺实现过程问题形成的改进措施,实现持续改进。

3 某复杂大型新研太阳翼基板的生产阶段解决措施

3.1 提升组织保证能力

3.1.1 配置内、外部领域专家,组建跨职能产品保证队伍
根据顾客的需求、期望和要求,结合新研型号太阳翼基板产品特点,在原有型号研制队伍基础上,通过提高管理层级,加大职能机关的管控力度,成立跨职能产品保证队伍,从组织保障、流程驱动、应用落地、推动工作,寻求最优解。通过明确产品保证队伍明确工作组分工及职责,建立了工艺实现全过程20项岗位职责清单,搭建有效沟通渠道、统筹、合理优化岗位人员设置和资源分配,解决目前人员、设备、场地等资源紧张现状,以切实发挥职能团队在产保工作项目推进的管理责任,实现组织层面产品保证能力的提升,确保工艺实现过程的灵活性和响应速度,实现组织层面产品保证能力的提升。

3.1.2 制定专项工作计划,搭建沟通渠道

某新研型号产品太阳翼基板工艺实现全过程,涉及的产保工作项目繁杂,产品研制周期长,产品装配零部件数量多。坚持以问题为导向,提前策划,梳理前置条件,制定控制措施,设置决策点,多线并行,制定预案,明确各项任务分工,制定了型号质量和产保专项工作推进工作计划。做到工作项目及流程清晰、工作计划及责任人明确、完成形式及检查确认项目清楚,使型号产品保证队伍掌握型号产品的研制推行进度,实现会议有目的、过程有记录、待办有闭环,高效及时地进行内、外部沟通和技术问题处理,确保各项事项有效高质推进。

3.2 开展质量先期策划,制定精细化过程管控措施

基于APQP管理模式,将生产阶段实现过程分为设计输入工艺性审查、工艺设计、型号组织级把关项目策划、生产基线建立、生产过程确认、试验测试、检验、出厂验收及交付六个管控阶段,总结提炼宇航型号产品研制经验和创新实践,开展型号产品生产阶段实现过程质量先期策划。针对某新研型号产品太阳翼基板产品产品尺寸大、技术难度高,涉及手工操作环节多,成型难度大等特点,开展面向工艺实现全过程、全要素的太阳翼基板产品保证生产阶段产品保证的策划工作,从设计输入至产品交付提出新要求,细化产保管理工作^[3],编制形成某新研型号太阳翼基板专用产品保证大纲。

设计输入工艺性审查阶段,打破组织界面限制,邀请内、外部同行专家参与指导,针对合格率低和技术难度高的产品,集中技术力量开展工艺攻关和试验验证,进行充分的风险摸底,保证工艺攻关验证有效,攻关成果经过评审确认后再应用于产品的生产,提高技术成熟度。

工艺设计阶段,针对复杂新研型号太阳翼基板的研制,开展差异化技术风险控制,建立型号技术风险手册,明确型号项目的背景情况,风险分析项目、制定风险控制措施和控制工作计划,并邀请内、外部专家和总体设计开展太阳翼基板专项工艺风险审查。

开展型号组织级把关项目策划,根据技术风险项目,识别生产过程中关键评审把关的工作项目,明确了产品设计输入工艺性评审、工艺方案评审、试验评审、工艺评审、转阶段评审、产品保证评审、生产准备、产品质量评审等项目重点把关内容、评审专家组组成,以质量评审把关系统为手段,确保工艺设计文件质量。

为保证基板产品质量,识别产品生产全过程的关键质量控制点,识别关键工序和增设关键检验点细化生产过程控制措施,将设计技术状态、工艺技术状态更改及落实,原材料复验结果及使用情况,生产阶段产品保证要素的实施结果,关键(强制)检验点,过程重要参数/状态的确认及数据比对分析等设置为质量监督见证点,由质量监督代表,对质量监督见证点实施独立的质量监督检查。另外针对太阳翼基板制备生产过程手工操作环节,量化生产要素控制措施,明确实测数据、影像记录的具体要求,细化操作、检验、原材料、贮存等过程记录表格模板24份,设置了关键工序,增加11项关键检验点,识别手工操作作用胶环节为关键控制环节,定人定岗明确质量控制点,将人为因素降到最低,有效指导生产操作和检验过程。

3.3 严控生产基线

通过多级管控,固化形成了太阳翼基板多项质量标准,将质量内置于流程,产品在研制过程中遵循质量控制重心前移的原则,从源头抓起,以将产品保证要求在型号产品生产阶段控制措施应用落地为重点,严格生产过程质量确认工作,在产品工艺鉴定和产品鉴定完成后,首飞产品生产开始前,启动建立了某新研型号正样太阳翼基板生产基线,对生产基线涉及的5M1E全过程进行管控,全面识别和控制生产阶段产品保证要素覆盖,建立要素清单,并纳入到产品生产实现过程的依据性文件中,按照要素的风险项目及控制措施,结合具体型号产品特点,采用以表格化、结构化和可视化工艺附图等形式细化量化要素控制措施,提高作业指导文件的可操作性和可实现性。在生产制造前,对照生产基线对投产文件、人员、设备、原材料、环境、检测、计划流程和外协项目等方面开展生产前准备状态检查,确保产品在受控状态下进行生产。有效落实生产准备评审和生产前检查机制,严控生产基线建立和变更^[4],确保产品在受控状态下进行生产。进入正样生产过程后,强化过程要素质量控制点的落实,对生产过程设置的质量监督见证点进行监督检查,严格控制让步使用或偏离许可,确保过程中的偏离和超差进行有效的审批,有效剔除产品缺陷,以电子化数据包管控为手段,用统计过程控制数据来支撑产品和过程的稳定性,持续提升过程控制的科学性、有效性,规范实施生产阶段产品保证。

3.4 开展研制总结,开展持续改进

通过对研制过程原材料数据、性能测试数据、工艺参数、产品最终数据进行比对分析,开展产品研制过程全周期数据、外观质量返工、返修等过程的统计分析,通过开展研制过程总结、工艺总结、交付前质量复查与确认、交付前质量确认、工艺课题研究、出厂前技术风险交底等总结确认,对先期质量策划制定措施的有效性进行评估,不断总结固化质量管理成果,在具体实践中形成了太阳翼基板工艺实现过程产品保证工作手册,产品质量稳定性和合格率稳步提高,确保了产品质量,实现PDCA技术风险闭环管理机制和持续改进。

4 形成最佳实践

4.1 高质量保成功能力持续提升

通过结合型号任务和产品特点制定“本地化”的具体工作要求和措施,全面系统提升生产线段产品保证能力,强化体系牵引和组织知识固化,强化生产阶段建立与过程管控,通过提升精细化生产过程控制能力的管控手段和方法,建立宇航型号过程控制生产阶段产品保证新模式。系统性解决生产质量问题,持续提升生产制造能力和水平,实现保成功向科学保成功转变,形成生产阶段过程可复用的产品保证管控模式,产品性能满足指标要求,产品贴膜质量稳定可靠,产品外观质量返工率降低约70%,产品一次交验合格率100%,交付的产品均顺利通过了地面验证试验,产品研制周期缩短约1/3,高质量保成功的能力持续提升。

4.2 固化组织资产

通过深入的推广型号应用,按照先期建立的生产基线文件、表格化文件、工艺流程、返工流程、产品检查要素表、质量监督代表确认表、关键工序开展产品生产过程的关键环节的确认,固化了总结了某型号新研太阳翼基板组织知识资产,在具体实践中形成了太阳翼基板工艺实现过程产品保证工作手册。其中研制团队形成了技术标准13项,产品研制规范12项,实现了生产能力规范化,研制流程高效化,切实提升了组织保证能力。

5 结束语

质量是航天的生命,为全面落实航天高质量发展要求,支撑“航天强国”、“质量强国”建设奠定坚实基础。结合宇航型号产品生产阶段过程的管控需求,通过对航天某新研型号生产阶段产品保证方法的研究与实践,不断探索、总结、持续改进,实施了精细化的生产阶段产品保证管控活动,持续提升产品质量一致性,确保了型号产品质量稳定、可靠,为后续型号产品生产阶段产品保证管控提供了参考。

【参考文献】

- [1]张智勇.IATF 16949 质量管理体系五大工具最新版一本通[M].北京:机械工业出版社,2017:2—3
- [2]徐佳俊,陈劫,方轶,吴威.基于APQP的宇航外包产品保证管控新模式.质量与可靠性,2022,2(218):19—21
- [3]秦丽娟,汪洲,王伟之等.某航天国际合作项目中的产品保证工作研究[J].航天返回与遥感,2022,43(2):134—141.
- [4]张泽敏,汪洲,杨大伟等.适应“型号牵引”的批产航天遥感相机产品保证实践[J].机械管理开发,2023,38(06):59—61.