
基于全流程大数据的精益航天 卓越“智”造模式

——西安航天发动机有限公司

一、企业简介

西安航天发动机有限公司（以下称“公司”）隶属于中国航天科技集团有限公司第六研究院。公司是我国大型液体火箭发动机专业研制生产企业。公司始建于1965年。公司研制生产了推力从10N到5000kN的近百种液体火箭发动机，为我国一系列重大航天工程和导弹武器系统提供了动力支撑。截至2023年5月，公司交付的发动机已连续助推长征系列运载火箭144次发射成功，刷新了中国航天连续成功的新纪录。

公司以“创人类航天文明，铸民族科技丰碑”为使命，以“建设世界一流液体动力制造公司”为愿景，秉承“以国为重、以人为本、以质取信、以新图强”的核心价值观，不断践行“以强烈的质量意识，造就优秀的企业职工；以合理的工艺技术，实现与设计的完美结合；以一次干好的工作，创造出优质航天产品；以不断改进的质量，追求顾客更满意的结果”的质量方针，助推中国航天飞得更快、更高、更远。

二、落实情况

公司始终坚持“质量是政治、质量是生命、质量是效益”的质量理念，自成立之初就设置了专责质量工作的副厂长岗位，后随公司改制，将岗位名称变更为质量副总经理。

2016年，习近平总书记作出“探索浩瀚宇宙，发展航天事业，建设航天



强国，是我们不懈追求的航天梦”的重要指示。为全面落实国家航天发展战略，加快航天强国建设，2018年，公司实施了首席质量官制度，设立首席质量官，全面负责公司质量管理体系建设、计量检测体系建设、产品保证体系建设、质量文化体系建设、标准化管理等工作。

首席质量官实行任期制和契约化管理，任期三年，从经理层选拔任命。公司与首席质量官签订年度经营业绩责任书与任期经营业绩责任书，按照《西安航天发动机有限公司经理层成员经营业绩考核管理办法》及《西安航天发动机有限公司经理层任期制与契约化工作方案》，对首席质量官在质量管理及质量能力建设、重点专项工作及其他约束性指标方面进行考核。

首席质量官作为公司第一质量人，对公司质量工作拥有独立行使的决定权、建议权和否决权（见图1）。首席质量官以提升发动机产品质量与可靠性保证为宗旨，推动公司质量管理创新变革，为发动机研制、批产、交付以及售后服务阶段提供质量保证。

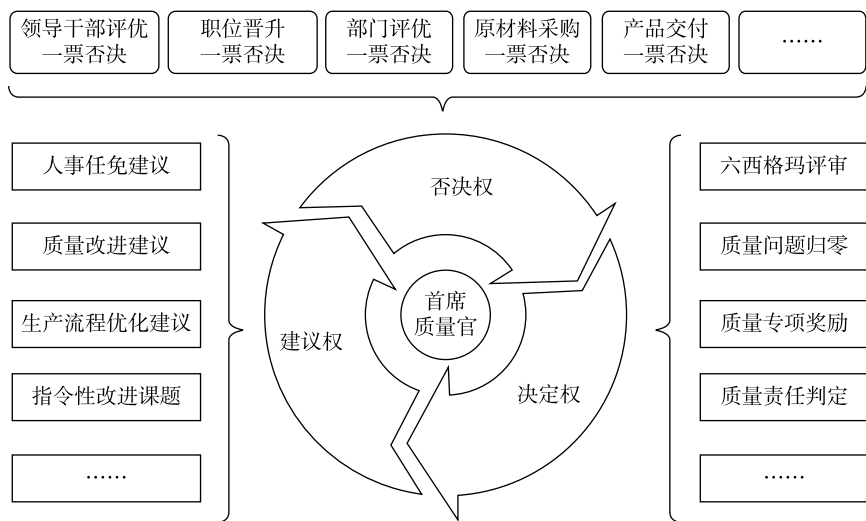


图1 首席质量官职权

三、案例背景

随着探月、探火、空间站建设等国家重大发射任务大幅增加，航天任务高密度发射、高密度交付和高强度研制成为新常态。为落实习近平总书记

记“为建设世界一流军队、建设航天强国作出新的更大贡献”的重要批示，满足国家航天发射需求，首席质量官以航天精益质量管理体系为框架，结合公司现有基础条件及未来发展目标，建立了基于全流程大数据的精益航天卓越“智”造模式（见图2）。该模式以“打造我国航天液体动力的专业化、系统化、数字化、智能化制造中心”为指导思想，运用信息化手段，贯通工艺、生产、质量等业务链路，通过产品保证业务流程再造、卓越产品行动生产方式变革，推动产品生产制造过程从精细到精益再到卓越的梯次迈进。

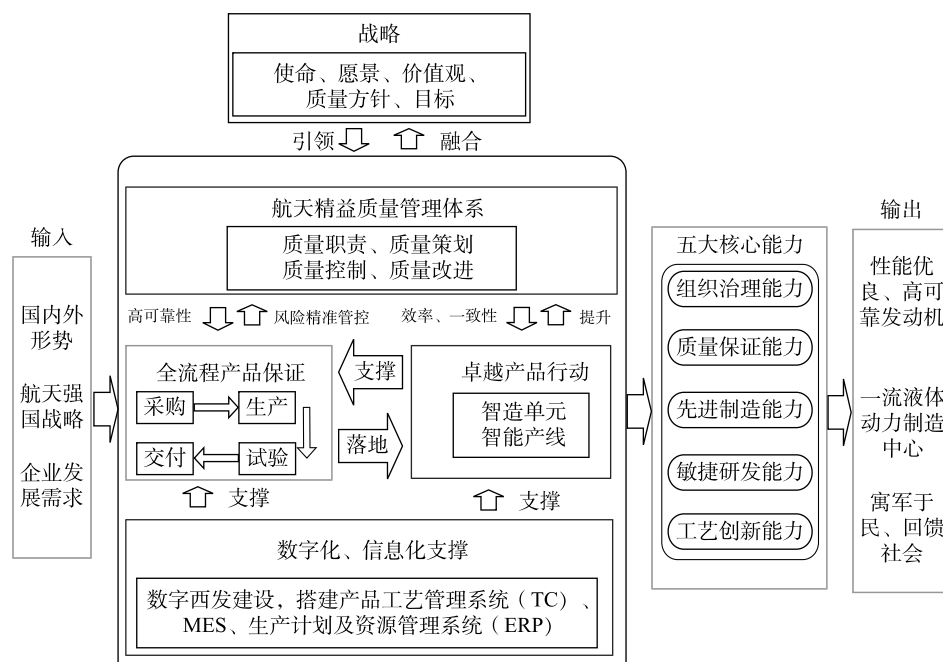


图2 基于全流程大数据的精益航天卓越“智”造模式

四、主要做法

以航天精益质量管理体系为主体框架，以数字化、信息化为支撑，融合基于风险管控的全流程产品保证工作方法，推动卓越产品行动建设，推动公司形成了“组织治理能力、质量保证能力、先进制造能力、敏捷研发能力、工艺创新能力”五大核心能力。



（一）统筹策划航天精益质量管理体系，构建质量管控主体框架

首席质量官通过研究制定质量方针和质量目标，确立了“质量第一”的战略定位，以“全员、全要素、全过程、全数据”管控为目标，通过战略层全面引领、组织层系统策划、项目层精准控制、产品层规范实施、数据层贯穿支撑，推动公司各部门间质量管理的协同、协调，提升质量管理体系对产品质量工作的支撑能力，为提升产品保证能力、打造卓越产品、推动科研生产模式转型升级和高质量发展奠定基础。

（二）打造数字西发，搭建航天精益质量管理体系数据平台

围绕公司工艺—生产—质量等核心业务，首席质量官组织开展了数字西发路线规划、科研生产全流程质量管控应用研究，搭建了以产品工艺管理系统（TC）、MES、生产计划及资源管理系统（ERP）等为基础的发动机研制生产信息化框架体系。过程覆盖敏捷工艺设计、智能生产及供应链、产品质量保证、数字化运营、基础支撑等五个业务方向，通过信息化建设使公司形成了知识驱动的工艺设计与协同能力、基于模型的工艺仿真验证能力、智能生产管控能力、稳健供应链管理能力和基于模型的质量评价能力、运营决策辅助能力、基础软件与设施支撑能力、数字化标准体系转化能力等八个数字化核心能力。

通过数字西发建设，公司建立了“数字表征工艺、数据驱动生产、量化评价质量、精准配送物流”的数字化工作模式，实现了工艺、计划、资源、生产之间的互联互通，协同作业。

（三）实施全流程产品保证，夯实航天精益质量管理体系管控基础

基于液体火箭发动机产品的复杂性和高风险性，为进一步精准管控，支撑航天精益质量管理体系建设，2021年，依托数字西发建设基础，首席质量官提出建立全流程产品保证体系，在发动机研制全生命周期内，开展以风险防控为核心的产品保证工作。通过专业化的产品保证队伍、程序、标准、工具等指导、监督型号研制队伍在产品实现过程对风险进行全面、正向、深入地识别和控制，对风险控制结果进行评价和确认，保证产品实现过程正确、



研制生产通畅高效，最终产品质量满足要求。

通过近三年的全流程产品保证工作实践，形成了以体系化建设、机制化推进、领域化生产基线管控、精细化过程管控、数字化质量评价、专业化技术支撑为代表的系统性“六化”的全流程产品保证体系。

（四）开展卓越产品行动，支撑航天精益质量管理体系建设

为满足高质量、高密度、高可靠性的发射任务需求，首席质量官组织规划、生产、建设等部门研讨开展卓越产品行动，建立以先进制造单元为神经元，以先进生产线为主干的航天液体动力产品智能制造体系，支撑公司科研生产能力快速提升、资源要素高效配置和产业化稳健发展，提升发动机的综合交付能力。卓越产品单元及生产线示例见图3、图4。



图3 卓越产品单元示例



图4 生产线示例

五、经验启示

基于全流程大数据的精益航天卓越“智”造模式的先进性在于使企业紧抓信息化时代浪潮，加速向智能化、数字化、精益化转型升级，在建设“硬工厂”同时向建设“软工厂”“智能制造企业”迈进，同时充分利用数字化资源，打通公司各业务板块间的数据链路，并向可视化、智能化转变，大幅度提升公司的综合管理能力；其独特性在于通过实施基于风险防控的全流程产品保证工作，将风险隐患消灭在萌芽状态；该模式可广泛适用于高精密制造企业。通过少量的硬件投入，盘活存量资源，使企业构建布局合理、系统高



效、开放融合的制造能力体系。该模式的成功应用，有以下四点启示：

（一）首席质量官制度是推进企业质量管理提升的重要推手

首席质量官制度是全面质量管理在航天液体动力制造领域落地的重要举措，首席质量官作为公司质量管理工作的顶层行政力量，能够全面统筹协调资源配置，有效组织起技术、管理、保障等力量共同开展模式创新，保证了发动机质量与可靠性提升的效果，实现了发动机质量管理工作从精细到精益再到卓越的梯次迈进。

（二）方案论证和充分沟通是管理创新顺利开展的前提

为实现发动机研制模式变革，首席质量官带领项目团队对各方面业务工作进行梳理分析，结合现有资源条件制定建设方案，并组织专家团队进行充分论证，确保建设方案科学、合理。同时，建立专项例会工作机制，通过与管理链条中的各部门定期沟通，做到建设要求及时有效传递，责任主体清晰明确。

（三）监督是创新模式有效落实的保证

为保证基于全流程大数据的精益航天卓越“智”造模式在公司的有效落实，首席质量官建立了完善的监督机制。首席质量官发布了项目建设清单和推进节点计划表，明确了建设要求、责任主体及完成时间要求，定期组织以首席质量官为负责人的专家团队对工作进展进行检查，对实施效果进行考评打分。对于检查中发现的问题建立台账，与责任单位、人员沟通协商制定改进措施，确保各项工作有效落实落地。

（四）后期的实践验证是推动企业质量管理模式不断迭代完善的举措

持续改进是企业质量管理不断提升的动力源泉，基于全流程大数据的精益航天卓越“智”造模式运行以来，公司通过制定专项计划，对建设方案的每项工作逐一实践验证，同时持续收集一线员工的意见与建议，形成改进清单，经首席质量官批准后由项目团队对相关问题采取措施并举一反三，通过不断迭代推动了企业质量管理模式的持续优化。