

Digital Innovation and Practice of Aerospace Engineering Quality Management

Zhengwei Shi Liang Li Weimin Ren

Beijing Control Engineering Institute, Beijing, 101100, China

Abstract

The field of aerospace engineering quality management is ushering in the wave of digital change, and its innovation and practice have become the focus of attention in the industry. The purpose of this paper is to explain the emerging concept of digitization of quality management in aerospace engineering and the background of The Times behind it, and to dig deep into the wide application of digital technology in strengthening the efficiency of quality management. In addition, this paper not only actively examines the challenges encountered in the process of digital practice, but also puts forward a series of countermeasures to provide strong support for solving practical problems. Looking ahead to the future, the paper further outlines the strategic plan for implementing digital quality management, aiming to promote the level of aerospace engineering quality management to new heights through forward-looking layout and actions, and achieve sustained progress and development.

Keywords

aerospace engineering; quality management; digital innovatio

航天工程质量管理数字化创新与实践

石郑伟 李梁 任伟民

北京控制工程研究所, 中国 · 北京 101100

摘要

航天工程质量管理领域正迎来数字化变革的浪潮, 其创新与实践已成为行业瞩目的焦点。论文旨在阐述航天工程质量管理数字化的新兴理念及其背后的时代背景, 深入挖掘数字化技术在强化质量管理效能方面的广泛应用。此外, 论文不仅积极审视了数字化实践过程中遭遇的诸多挑战, 还针对性地提出了一系列应对策略, 以期为解决现实问题提供有力支持。展望未来, 论文进一步勾勒出实施数字化质量管理的战略规划, 旨在通过前瞻性的布局与行动, 推动航天工程质量管理水平迈向新的高度, 实现持续进步与发展。

关键词

航天工程; 质量管理; 数字化创新

1 引言

在航天工程领域的持续进步中, 质量管理扮演着确保工程安全稳固与高度可靠性的核心角色。为了实现这一目标, 现代航天质量管理正积极拥抱数字化变革, 将其视为关键驱动力之一。通过整合前沿的数字化技术和高效的信息系统, 航天质量管理流程得以全面数字化转型, 实现了从项目全生命周期的各个环节的精准监控与数据分析。这一转变不仅加速了质量审核的进程, 还显著提升了管理的精确度和效率。更进一步, 数字化实践促进了质量管理的智能化升级。依托人工智能 (AI) 与大数据处理技术的深度融合, 系统能够迅速识别并应对潜在的质量挑战, 实现问题的即时诊断与高效解决, 从而大幅提升了航天工程的总体品质标准。

【作者简介】石郑伟 (1990-), 男, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事质量管理、数字化转型研究。

2 质量管理数字化的意义

2.1 提升基础服务支撑能力

质量数字化管理在航天工程领域的引入, 促使企业对于数据采集平台与系统性解决策略的需求显著提升。航天企业需构建适配的数字化数据采集平台, 其建模框架需具备强大的兼容性, 以无缝整合各类数据源, 如传感器、监测系统及测试仪器等, 确保质量数据既精确又全面。业界广泛应用的 PLM、ERP、MES 等工具平台得到了很好的实践与融合。同时, 为有效实施质量数字化管理, 企业还需系统性的解决策略, 涵盖数据深度分析、问题追踪、解决方案提出及质量优化规划等全方位流程。在这一进程中, 各类专业力量, 如科研机构、标准化组织、行业协会及软件服务供应商等, 均扮演着不可或缺的创新服务提供者角色。它们致力于研发前沿的建模架构与定制化解决方案, 以精准对接航天企业的特定需求, 推动质量数字化管理在航天工程领域的深入应用与

发展^[1]。目前,国内PLM、ERP等工具国产化进展飞速,涌现了一大批国产软件供应商与数字化咨询公司。有效支撑了航天工程企业的数字化转型。

2.2 提高航天工程企业管理效率

质量数字化管理在航天工程企业中占据关键地位,它强调对信息的准确性、真实性、关键性和有效性的高要求。为了实现这一目标,企业需借助信息技术手段,对传统的管理模式进行革新,力求管理过程的优化与效率的提升。具体而言,航天工程企业可采取多项措施来推进质量数字化管理。首先,通过部署先进的传感器与监测设备,结合严格的数据验证与审核流程,可以大幅减少数据误差与不确定性,从而构建起坚实可靠的质量信息基石。其次,质量数字化管理还促使企业反思并改进旧有的管理模式,IPD(集成产品开发)、MBES(基于模型的系统工程)等这些模式可以有效缓解僵化、低效的传统管理模式。企业需积极引入数字化工具与方法,以优化内部工作流程,促进跨部门之间的协同合作。同时,借助数据分析与技术手段的力量,企业能够更精准地识别潜在问题,把握改进机遇,进而实现质量管理的持续进步。

2.3 提升航天工程企业整体质量管理水平

航天工程企业能够借助质量数字化管理来增强对人、机器、物料、工艺及环境等各环节的质量管理能力。通过先进的信息技术,企业能够有效采集、监测并分析关键环节的数据,构建全面的质量数据体系。该体系支持实时数据监控与深度分析,让企业能够精确掌握各环节的质量状况,并据此迅速作出调整与优化,确保产品与服务达到既定标准。此外,数字化技术还作为质量改进的有力助手,为企业提供详尽的数据支持与分析工具,助力企业发掘质量提升的新机遇,进而推动产品与服务质量的持续进步^[2]。

3 航天工程质量管理数字化的必要性

3.1 数字航天建设为航天高质量发展赋能

航天工程企业已确立了数字航天构建的愿景。这一构建聚焦于两化深度融合,以流程模型与数据为基石,借助流程、模型与数据的驱动力,覆盖产品、组织及基础层面,全方位推进数字化建设。目标在于构建一个全组织、全领域、全流程、全场景的数字生态,最终实现全对象的数字孪生系统,驱动航天领域的高质量发展。

遵循航天强国的发展蓝图,集团规划了数字航天建设的“三步走”路径。第一步定于2025年完成,旨在推动航天科研生产与管理模式的全面数字化转型与重构,奠定数字航天的基础。至2030年,目标是实现航天产品的数字化研发、数字化管理以及数字化产业链的协同发展,迈向智能航天的新阶段。最终,在2045年前,集团旨在成为全球智能化武器装备制造及航天服务的领军者,构建智慧航天体系,为航天强国的全面实现贡献力量。

3.2 质量管理数字化为航天科研生产全流程赋能

航天工程中,质量管理是项目成功的基石。其数字化应用显著增强了航天科研生产流程的效能。面对航天科研生产中庞大的质量数据,如检测记录、测试结果及质量指标等,传统的手工管理模式易引发信息分散与遗漏问题。而质量管理的数字化转型则提供了解决方案,通过构建数字化质量管理体系,实现了质量数据的集中化管理与存储,确保数据统一于同一平台,便于管理者与相关人员便捷访问与查询。此外,数字化还赋予了质量过程实时监控的能力,使得航天科研生产中的每一个环节都能得到即时、有效的监控与管理。

运用传感器与监测设备,质量相关数据可被实时捕捉并传输,这一流程支持了质量过程的即时监督。管理者据此能迅速应对,执行必要的调整与修正,从而提高产品质量与生产效率。在质量控制层面,质量管理数字化亦推动了自动化与智能化的进展。该系统不仅建立了自动化的质量检测与测试流程,提升了控制的精准度与效率,还融合了人工智能与机器学习技术,深入剖析质量数据,识别潜在问题模式,为预防性措施的实施提供了有力支持^[3]。

4 航天工程的质量管理数字化创新思考

4.1 提高员工岗位数字化工作技能

在实施质量管理数字化的道路上,增强员工在数字化领域的专业能力是核心要素。航天工程企业应聚焦员工教育与培训,旨在塑造他们适应数字化工作环境的能力。首要举措是设计并开展与职位相匹配的数字化培训项目,旨在使员工熟悉并掌握各类数字化工具与技术,特别是质量管理数字化平台的使用及数据分析工具的应用。这些培训可依托内部资深讲师或聘请外部专家,以确保培训内容的深度与广度。

进一步地,企业应积极为员工创造参与数字化实践项目的机会,让他们在实战中磨练和提升数字化技能,积累宝贵的经验。通过这类项目参与,员工能更直观地感受到数字化工作的魅力与挑战,从而加速其成长步伐。此外,构建导师制度,让富有经验的员工担任导师,指导并辅助新员工,不仅能帮助新人快速融入团队、掌握技能,还能在企业内部形成一种积极向上的学习氛围,为企业的长期发展奠定坚实的人才基础。

4.2 推进设备数字化改造升级

设备数字化升级是航天工程质量管理数字化进程中的关键环节。转变传统设备为数字化形态,能够显著提升设备的精确度、信赖度及自动化效能,进而优化质量管理流程。在此过程中,航天工程企业应首先评估现有设备向数字化转型的可行性,规划具体的改造蓝图。针对核心设备,融入传感器与数据捕获系统是关键,这有助于实现对设备状态的实时监控与数据汇聚。同时,自动化控制机制的引入,能够实现设备自主作业与质量控制,增强运作效率^[4]。

4.3 实施全流程物料数字化管理

物料的数字化管理在质量管理数字化领域占据核心地位。航天工程企业应推行覆盖全过程的物料数字化管理模式,确保从物料采购至生产使用的每一个环节都纳入数字化范畴,以此来强化物料质量的可追溯性与管理效率。具体而言,企业首要任务是构建物料信息管理体系,全面、系统地录入并管理物料的相关信息,诸如供应商详情、质量认证文件及检验报告等。此体系不仅提升了信息的集中管理效率,还加快了信息检索速度,极大增强了物料信息的精准度和可信度。

进一步地,企业可借助物联网与条码/二维码技术的融合应用,实现对物料的深度追溯与严密监控。通过为每批物料赋予独一无二的识别码,并在数字化平台中构建追溯链条,实现了对物料流转全周期的精准追溯。这一举措在质量问题浮现时,能够迅速锁定问题批次及其源头,从而加速问题识别与应对措施制定与执行。

4.4 提高工艺工法管理水平

在航天工程领域内,提升工艺管理的数字化水平显得尤为关键。借助数字化工具,能够有效改进工艺方案的设计与选择过程,进而提高生产效率与品质。具体而言,航天工程企业首要任务是构建一套全面的数字化工艺管理平台。此平台集成了设计、优化与评估的各个环节,为工程师们提供了强大的分析工具与决策支持。数字化的方式不仅加速了工艺方案的调整与优化流程,还显著提升了设计结果的精确度和实效性,促进工艺设计协同并行开展。同时,通过建立工艺数据库与经验交流平台,能够系统地收集并整理各类工艺的应用实例与成功模式。

4.5 打造质量共生共赢新生态

航天工程质量管理的数字化路径需兼顾内部深化与外部协同,共同促进质量生态的繁荣共生。从内部管理维度来看,构建完善的数字化质量管理体系至关重要。此体系应能利用数字技术实现质量流程的全方位监控与数据深度分析,从而敏锐捕捉并解决潜藏的质量隐患。

在外部合作层面,数字化成为促进与供应商之间信息无缝对接与高效协同的关键。通过共享信息与协同作业,不仅强化了物料质量的源头把控与追溯能力,还推动了质量管理资源的在线化、模块化与平台化转型,致力于携手生态圈内的合作伙伴,共同构建一个开放、共享的质量管理平台,实现资源的优化配置与高效利用。通过加大对质量生态数据的收集、整合与分析力度,借助数字分析建模、设计仿真、数字孪生等前沿技术,精准洞察客户需求,驱动质量管理体系的持续优化。

4.6 加强检验检测数字化管理

为契合质量管理数字化的趋势,航天工程企业应不断优化其内部构造、检测机制及人力资源配置,以升级检验检测的方法论与流程。同时,利用前沿的测量工具、机器视觉技术、人工智能等科技手段,可以有效增强预测与预警能力,促进生产装备与检验设备的无缝对接,进而达到提升质量检验的精确性与广泛覆盖。首要步骤是,在组织结构层面,构建适应数字化变革的质量管理团队。该团队需集结技术专家、数据分析人才及质量管理领域的资深顾问,协同策划并实践数字化质量管理的蓝图。通过精细化的职责划分与高效的团队协作,确保质量管理活动的顺畅进行与持续优化。再者,在检测体系层面,企业应不断精进并迭代其检验与测试的方法论及流程。借助前沿技术,如机器视觉与人工智能,能够实现航天工程产品与零部件的智能化自动检测与即时分析。这不仅大幅提升了检测的精确性与效率,还显著降低了人为失误的可能性,并确保了大规模数据的即时监测与深度剖析。

为了进一步强化质量验证的精确性与完整性,航天工程企业应当深入运用先进的测量仪器、机器视觉及AI技术。这些高科技工具可支持对航天产品及其零部件实施超精密测量与全方位评估,确保每一项指标均满足严苛的质量标准。此外,通过促进生产机械与检测设备的无缝集成,能够实现数据的即时同步与交互,进而强化质量管理的协同效应,提升整体效能。

5 结语

综上所述,航天工程领域的核心议题之一是质量管理的数字化革新与实践。借助数字化技术的力量,旨在增强质量管理的精确度和即时性,从而推动航天工程质量的整体提升。然而,这一过程中也伴随着诸多挑战,需要积极寻求解决方案。此外,制定并执行恰当的数字化质量管理策略,对于航天工程质量管理向数字化方向转型具有深远的意义。本文的探讨旨在为航天工程质量管理数字化创新与实践的研究与实际操作提供一定的借鉴价值。

参考文献

- [1] 郭百森,聂学峰,刘哲,等.数据要素驱动的全流程数字化质量管理研究[J].军民两用技术与产品,2024(3):58-63.
- [2] 李欢,沈汝洵,赵雄,等.面向航天制造企业的数字化生产线建设管理研究[J].航天工业管理,2024(1):10-13.
- [3] 谷玲敏.智慧工地建筑工程数字化管理的模式创新[J].工程管理,2024,5(7):37-40.
- [4] 翟磊,刘益嘉,邵艳芳.航天型号数字化研制管理模式[J].中国科技信息,2023(19):151-153.