

航空制造企业质量管理系统信息化研究

袁飞 王超 蒲煌 陈佳豪 胡逸超

中航成飞民用飞机有限责任公司, 成都, 610091;

摘要: 在全球制造业智能化转型的背景下, 航空制造企业面临复杂工艺、严苛安全标准与降本增效的多重挑战。本文以航空制造企业为研究对象, 聚焦质量管理系统 (QMS) 的信息化构建与实施路径, 提出一套覆盖需求分析、功能设计、数据交互及智能化延伸的集成化解决方案, 构建了包含质量体系管理、过程控制、全寿命周期追溯等核心模块的 QMS 框架, 并基于 ISA-95 分层模型实现与 MES、ERP、PLM 系统的多维度数据交互。最后, 介绍了该系统在航空制造企业的应用情况, 并提出了对未来向智能化演进的展望。

关键词: 航空制造企业; 质量管理系统; 质量管理; 信息化

DOI:10.69979/3041-0673.25.02.031

引言

国际产业格局正面临重大调整, 围绕制造业制高点的争夺愈演愈烈, 各国不断加强战略总体布局和理论方法创新, 如美国的工业互联网计划, 德国的工业 4.0 计划, 我国则提出“中国制造 2025”, 以信息化带动工业化、以工业化促进信息化, 使传统企业向智能化、自动化、信息化方向转型升级。

在航空制造企业的竞争日益激烈和全球化的发展背景下, 质量管理系统 (QMS) 显得尤为重要。近年来, 航空制造业面临多重挑战, 包括但不限于日益复杂的生产工艺、严格的安全标准、以及市场对高效率和低成本的迫切需求。对于质量管理的有效性而言, 信息化的引入不仅是技术进步的体现, 更可能是实现战略目标和提升竞争优势的必要举措。企业质量管理体系是一个系统工程, 为了更好地使质量管理工作能高效、高质服务于企业的生产经营, 必须要建立一套基于信息化的质量管理系统。

1 质量管理系统的构建

1.1 需求分析

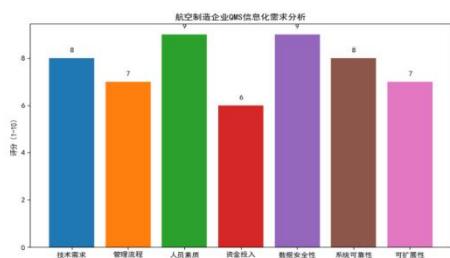


图 1: 航空制造企业质量管理系统信息化需求分析框架

构建一个高效的 QMS 信息化系统, 首先需要进行全面而深入的需求分析, 这一过程不仅涵盖了技术需求, 还涉及管理流程、人员素质、资金投入等多个方面。需求分析的目标在于明确信息系统的功能以及其在质量管理中的具体应用场景, 以确保所构建的系统能够完美契合企业的实际需求。

需求分析应从宏观层面考虑, 分析航空制造行业的特定要求和政策法规, 例如《民用航空器适航规定》以及《ISO 9001 质量管理体系标准》。这些法规和标准提供了一系列质量控制和管理的指引, 确保企业在信息化过程中能够满足合规性需求。

在微观层面, 需求分析应着重考察企业的质量管理体系与具体质量管理流程和活动, 包括检验、测试、追踪、纠正措施等环节。在这些环节中, 信息化系统的设计与功能应与现行业务流程相匹配, 以支持过程数据的实时采集、分析与呈现。例如, 在产品检验过程中, 信息系统应允许即时记录检验结果, 并通过数据分析技术对产品质量进行动态监测。通过建立自动化的反馈机制, 及时发现和纠正潜在问题, 从而实现持续改进, 就是信息化应用的核心之一。

数据安全性和系统可靠性作为质量管理系统的重要性能指标, 亦应在需求分析阶段予以重点考虑。航空制造企业在日常运营中需处理大量敏感信息, 因此, 信息化系统须具备强有力的安全防护措施和数据加密技术, 以防止信息泄露以及确保业务连续性。

系统的易用性也是设计时必须考虑的因素。系统设计要以用户为中心, 通过友好的 UI 界面、优秀的人机工程、人性化的交互式设计, 使各种功能操作简便, 使

用户能较快上手掌握，确保数据录入的准确性，最大限度提高工作效率。

同时，还应提前考虑系统的可扩展性与兼容性，须在系统预留能与其它软件对接的接口，以适应未来可能的技术更新和业务拓展需求。

1.2 管理模块

质量管理系统的系统管理人员需通过系统管理功能对系统的数据库、用户、角色、权限和系统日志进行管理，同时该系统需要有自动备份模块，以便在系统出现断电、故障或数据意外丢失时，能进行恢复操作，减少损失。系统管理模块的简要功能结构如下：

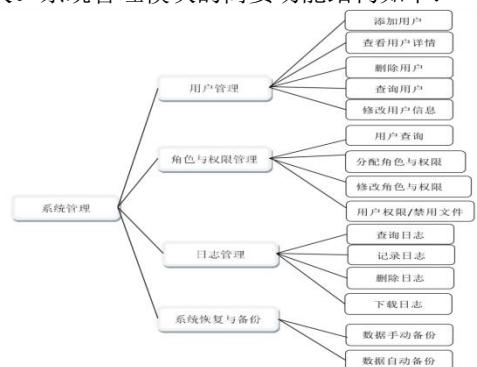


图 2：系统管理模块功能结构图

1.3 功能模块

从功能定义的角度来看，质量管理系统的核核心在于能够清晰地定位其各个组成部分及其相互关系，若这些功能之间的界限不够清晰，或是缺少明确的流程规范，便会导致数据流转不畅，限制了整体系统的运作效率。

结合航空产品制造流程及企业质量管理体系要求，将质量管理系统分为五大模块，即质量体系管理、质量基础管理、持续改进管理、过程质量控制与全寿命周期质量信息追溯模块，并进一步细分，见图 3：



图 3：质量管理系统功能模块

1.4 数据交互

质量管理系统需与制造执行系统（MES）、企业资源计划系统（ERP）及产品生命周期管理系统（PLM）实

现多维度的数据集成，以支撑端到端的质量闭环管理。遵循 ISA-95 分层模型的理论框架，通过标准化接口与协议（RESTful API）的技术解决了异构系统间的语义异构性与时效性矛盾，构建跨系统的数据交互机制，实现数据实时更新与动态同步。

2 质量管理系统主要功能

2.1 数据看板

与制造执行系统、企业资源计划系统及产品生命周期管理系统进行数据实时更新与动态同步，内置 Echarts 及 Ant-V 图表库，用户可按需选择各型号产品的质量指标、质量数据以及质量趋势等绘制图表，进行实时监控与展示。通过设置数据阈值，还可以颜色变化等形式实现预警功能。

通过数据看板，实时获取和分析生产过程中的质量数据，在生产流程中及时发现并纠正潜在的质量问题，实现数据驱动的决策制定。这种敏捷反应能力是在传统方法下所无法实现的，充分说明了信息化手段的优势。

2.2 持续改进管理

检验人员在制造执行系统中开出故障单后，故障将同步至质量管理系统中，由质量工程人员判断是否发送质量信息，是否触发纠正措施/双五归零/8D 改进等归零流程，是否纳入经验库进行学习宣贯。若触发归零流程，该故障将分发至责任人员，完成原因分析、制定纠正及改进措施、上传整改证据后，经质量工程人员审核通过方可归零。

通过持续改进管理模块的运行，故障流转过程记录清晰明了，故障归零周期明显缩短，形成闭环管理模式。

2.3 全寿命周期质量信息追溯

通过多维度的数据集成，实现产品采购-零件-装配-交付全寿命周期质量信息的一键追溯。用户通过物料编码/零件图号/质量编号/批架次号/AO 编号等，即可匹配查询各环节检验记录、故障信息与实物配套情况等，有效提升供应链管理中的质量控制及质量信息追溯效率。

3 应用效果及展望

航空制造企业质量管理系统已在中航成飞民用飞机有限责任公司全面应用，覆盖了所有型号产品，实现对产品过程质量的实时监控，有效提升质量信息追溯和决策支持能力。

质量数据分析效率，在风险管控、质量问题归零及举一反三，对航空产品装配过程质量保证工作提供了强有力的支撑。

后续，在航空制造企业质量管理体系的持续改进工作中，在功能模块、流程优化持续完善的基础上，还将继续从以下2个方面开展先进技术方法的研究及应用：

(1)引入智能化检测设备，如“机器视觉”与“工业物联网”。这些技术不仅能够高效扫描和识别生产中的缺陷，同时还能通过“数据分析”技术实现无缝集成反馈。将智能化检测设备与质量管理系统相结合，通过实时数据采集与分析，可以更早地发现潜在问题，从而避免资源的浪费和质量的下降。

(2)深度融合新兴技术，逐步从“信息化”向“智能化”演进。研究整合大数据、云计算、人工智能与机器学习等先进技术，实现从数据采集到决策的闭环自动化，例如根据实时生产数据，使用AI模型动态调整检验标准等。

- [1] 龚佑军. 企业 ERP 系统质量管理模块设计研究 [J]. 大众标准化, 2022, (17) : 15-17。
- [2] 周景蓬, 黄鹏, 王美霞, 韩建芹, 张凤山, 魏文光. 信息化质量管理业务系统的应用实践 [J]. 中华纸业, 2023, 44(10) : 26-28。
- [3] 弘娅晖, 杨雅棋. 基于流程驱动的航空制造业信息化建设方法研究 [J]. 装备制造技术, 2021, (10) : 208-210。
- [4] 何雨桁. 制造业企业质量管理体系的建设 [D]. 导师: 张建勋. 重庆理工大学, 2021。
- [5] 朱海青, 张贺佳. 汽车制造企业管理信息化实施研究 [J]. 汽车测试报告, 2023, (17) : 10-12。

作者简介：袁飞(1988.08.06)，性别：男，民族：汉，籍贯：四川广安，学位：本科，职位：质量技术主任，职称：中级工程师，研究方向：航空制造企业产品实现过程质量管控，单位：中航成飞民用飞机有限责任公司

参考文献