

DB 5101

四川省成都市地方标准

DB5101/T 171—2023

航空零部件制造企业制造运行管理 软件应用成熟度模型

Maturity model of manufacturing operation management software
application of aviation parts manufacturing enterprises

2023 - 12 - 04 发布

2023 - 12 - 04 实施

成都市市场监督管理局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 成熟度模型 2

6 成熟度等级 2

7 能力要素 3

8 成熟度等级条件 3

9 成熟度模型应用 8

参考文献 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由成都市经济和信息化局提出并归口。

本文件起草单位：成都飞机工业（集团）有限责任公司、西华大学、成都国信安信息产业基地有限公司、电子科技大学、工业和信息化部电子第五研究所、四川永峰科技有限公司、成都凯迪飞研科技有限责任公司、成都超算中心运营管理有限公司。

本文件主要起草人：黎小华、邓乾豹、吴光林、许艾明、封志明、王宇、孙华、崔宣、李恺、樊晓凤、周世杰、廖勇、杨春晖、李硕勋、戴时飞、凌虹、鄢强、郑亮。

航空零部件制造企业制造运行管理软件应用成熟度模型

1 范围

本文件规定航空零部件制造企业制造运行管理软件应用成熟度模型、成熟度等级、能力要素、成熟度等级条件及成熟度模型的应用。

本文件适用于成都市航空零部件制造企业开展制造运行管理软件应用的能力识别、方案规划和改进提升，也可作为制造运行管理软件供应商及第三方机构开展软件应用成熟度评估活动提供参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

T/MIITEC 004 工业和信息化人才岗位能力评价通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.13.1

制造运行管理 manufacturing operation management

制造实施的第3层内，协调、指导、管理和跟踪制造中的人员、设备和物料的活动。

[来源：GB/T 20720.1—2019, 3.1.22]

3.23.2

软件应用成熟度 software application maturity

企业对软件应用实施能力的成熟程度。

3.33.3

软件应用成熟度模型 maturity model of software application

用于评估企业对软件应用实施能力成熟程度的模型。

3.43.4

能力要素 capability elements

一组驱动软件应用实施能力的元素集合。

3.53.5

能力域 capability area

一组与软件应用活动、过程等相关能力项的集合。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。
MOM：制造运行管理（Manufacturing Operation Management）

5 成熟度模型

航空零部件制造企业MOM应用成熟度模型由成熟度等级、能力要素、能力域和成熟度等级条件构成，如图1所示。

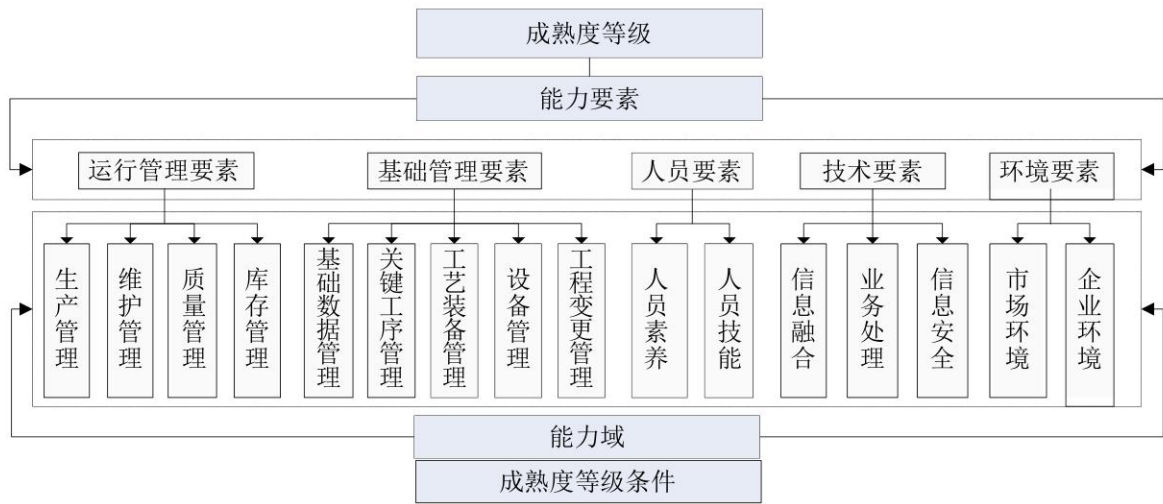


图1 航空零部件制造企业 MOM 软件应用成熟度模型

6 成熟度等级

6.1 等级划分

应用成熟度等级规定了航空零部件制造企业对MOM软件应用实施在不同阶段应达到的水平。成熟度分为五个等级，自低向高分别为一级（规划级）、二级（规范级）、三级（集成级）、四级（优化级）和五级（引领级），如图2所示。较高的成熟度等级条件涵盖了低于其成熟度等级的全部条件。



图2 航空零部件制造企业 MOM 软件应用成熟度等级

6.2 一级（规划级）

企业应开始对 MOM 软件应用的基础和条件进行规划，能够对核心业务活动（生产、维护、质量、库存）进行流程化管理。

6.3 二级（规范级）

企业应采用信息技术手段对核心业务活动进行改造和规范管理，实现单一业务活动的数据共享。

6.4 三级（集成级）

企业应使用 MOM 软件对人员、设备和物料等活动进行管理，采用自动化技术、信息技术对生产车间的生产设备、核心业务活动等进行实时状态管理及数据集成，实现跨业务活动间的数据共享。

6.5 四级（优化级）

企业应基于数字主线对生产设备、核心业务活动等进行全面的数据集成，并将采集到的人员、设备、物料及生产过程中形成的数据进行分析，形成知识库和模型库，实现对核心业务活动的预测与优化。

6.6 五级（引领级）

数据的分析与使用应贯穿制造运行管理的各方面，企业生产资源得以最优化的利用。通过持续驱动制造运行管理业务活动的优化和创新，带动产业模式创新。

7 能力要素

7.1 概述

能力要素规定了航空零部件制造企业MOM软件实施能力的关键要素，包括运行管理要素、基础管理要素、人员要素、技术要素和环境要素；每个要素包含若干能力域。

7.2 运行管理要素

运行管理要素包括生产管理、维护管理、质量管理及库存管理4个能力域。

7.3 基础管理要素

基础管理要素包括基础数据管理、关键工序管理、工艺装备管理、设备管理及工程变更管理5个能力域。

7.4 人员要素

人员要素包括人员素养及人员技能2个能力域。

7.5 技术要素

技术要素包括信息融合、业务处理及信息安全3个能力域。

7.6 环境要素

环境要素包括市场环境及企业环境2个能力域。

8 成熟度等级条件

8.1 概述

成熟度等级条件规定了能力要素在不同成熟度等级下应满足的具体条件。

8.2 运行管理成熟度等级条件

运行管理要素包括生产管理、维护管理、质量管理及库存管理4个能力域，按不同的成熟度等级规定了不同的成熟度等级条件，见表1。

表1 运行管理成熟度等级条件

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
生产管理	应制定生产作业相关规范，并有效执行 应记录关键工序的生产过程信息	应通过信息技术手段将工艺文件下发到生产单元 应基于信息技术手段，实现生产过程关键物料、设备、人员等的数据采集，并上传到信息系统 应通过信息系统记录生产过程产品信息，每个批次实现生产过程追溯	应根据生产作业计划，自动将工艺文件下发到各生产单元 应实现对生产作业计划、生产资源、质量信息、特殊生产过程等关键数据动态监测 应通过数字化检验设备及系统集成，实现关键工序质量在线监测和在线分析，并自动对检验结果判断和报警，实现监测数据共享，并建立产品质量问题数据库 应实现生产过程原材料、半成品、成品等质量信息追溯	应根据生产作业计划，自动将生产程序下发到数字化设备 应构建模型实现生产作业数据的在线分析及特殊过程控制，优化生产工艺参数、设备参数、生产资源配置等 应基于在线监测的质量数据建立质量数据算法模型，预测生产过程异常，并实时预警 应实时采集产品原料、生产过程、客户使用的质量信息，实现产品质量的精准追溯，并通过数据分析和知识库的运用，进行产品缺陷分析，提出改善方案	应实现生产资源自组织、自优化，满足柔性化、个性化生产需求 应基于人工智能、大数据等技术，实现生产过程非预见性异常的自动调整 应基于人工智能技术，对特殊过程的生产规程控制进行优化 应基于模型实现质量知识库自优化
维护管理	应具有以业务价值为核心，业务驱动管理的管理规范 应具有能够进行维护管理的能力	应建立关键业务服务模型 应能够管理“变化”，实现对变化过程的记录、跟踪和分析管理	应实现管理信息共享，自动分析并定位故障点 应能够管理“不同”，通过工具的配置和定义实现对“不同”的支持和管理	应具有快速根源问题分析和定位的能力 应建立数据记录，对业务和环境维护“变化”、“不同”、“状态”、“标准”和“历史”等要素的变更记录和发展痕迹，实现管理信息系统全生命周期、全功能覆盖、全面质量管理的维护管理能力	应具有专业的管理组织、制度和系统，对整个组织业务发展、管理完善、能力拓展等过程和行为进行管控和规范 应具有故障影响范围评估、自我发现和评估的能力
质量管理	应建立质量检验规范，能通过满足要求的监视测量设备进行检验并形成检验数据	应建立质量控制系统，采用信息技术手段辅助质量检验 应通过对检验数据的分析、统计实现质量控制	应实现关键工序质量在线检测 应通过检验规程与数字化检验设备、检验系统的集成，自动对检验结果判断和预警	应建立产品质量问题处置知识库，依据产品质量在线检测结果预测未来产品质量可能异常 应基于知识库自动给出生产过程的纠正措施	应通过在线监测的质量数据分析和基于数据模型的预判，自动修复和调整相关的生产参数，保证产品质量的持续稳定

表 1（续）

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
库存管理	应建立库存管理规范 应理解库存管理的内容、作用 和意义	应具有库存管理的手段和方法，建立合理的需求和供应链管理流程 应具有库存管理的组织结构和考核	应建立库存管理的模型分类 应建立库存管理数据库 应具有持有库存的能力，提供更高水平的客户服务	应具有库存控制和保持合理库存的能力 应具有库存优化的能力 应建立应对库存管理风险的计划	应具有以准时生产制度为代表的“零库存”管理能力 应建立完善的供应商管理库存、客户管理库存和联合库存管理系统

8.3 基础管理成熟度等级条件

基础管理要素包括基础数据管理、关键工序管理、工艺装备管理、设备管理及工程变更管理5个能力域，按不同的成熟度等级规定了不同的成熟度等级条件，见表2。

表2 基础管理成熟度等级条件

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
基础数据管理	应具有基础的基础数据管理系统	应具有较完善的基础数据管理系统 生产车间的各项基础数据都应覆盖信息化管理	应具备完善的基础数据管理功能 应实现集成化的管理	应能够确保存储信息的保密性，实现数据和系统的可用性 应实现基础数据的精细管理	应建立异地灾备中心、专用通信通道确保数据的安全性、完整性与保密性 应能够对系统管理数据、鉴别信息和重要业务提供完整性校验和恢复功能
关键工序管理	应在关键工序使用自动化设备 应对关键工序设备形成技改方案	应在关键工序应用数字化设备 关键工序设备应具有标准通讯接口	关键工序设备应具有数据管理、模拟仿真加工、图形化编程等人机交互功能 应建立关键工序设备的三维模型库 关键工序设备应具有基本故障数据库	关键工序设备应具有预测性维护功能 关键工序设备应具有远程监测和远程诊断功能，可实现故障预警	关键工序设备应连接设备实时运行参数，构建数字孪生体，实现与模型间信息的相互映射 关键工序设备、单元应实现基于工业数据分析的自适应、自控制，并与其它系统进行数据共享
工艺装备管理	应通过人工或手持仪器开展工艺装备巡检，并依据人工经验实现检修维护过程管理	应通过信息技术手段，制定工艺装备维护计划，实现对设备设施维护保养预警 应采用设备管理系统实现工艺装备巡检、维护保养等状态和过程管理	应建立工艺装备监测与管理系统、故障知识库，并与设备管理系统集成 应根据工艺装备状态，自动生成状态工单，实现基于状态的检修维护管理	应基于工艺装备知识库，自动驱动工艺优化和生产作业计划优化	应采用人工智能等实现工艺装备运行模型的自学习、自优化

表2（续）

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
设备管理	应通过人工或手持仪器开展设备巡检，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障处理	应通过信息技术手段，制定设备维护计划，实现对设备设施维护保养的预警 应通过设备检测结果，合理调整设备维护计划 采用设备管理系统实现设备巡检、维护保养状态和过程管理	应实现设备关键运行参数数据的实时采集、故障分析和远程诊断 应建立设备故障知识库，并与设备管理系统集成 应根据设备状态，实现基于设备运行状态的检修维护管理。	应基于设备运行模型和设备故障知识库，自动预测性维护解决方案 应基于设备综合效率的分析，自动驱动工艺优化和生产作业计划优化	应构建设备数字孪生体，实现设备与模型间信息的相互映射 应采用人工智能等实现设备运行模型的自学习、自优化
工程变更管理	应具备基础的工程变更管理	应建立完善的工程变更管理模块 变更的信息能被传达到部分职能领域	应具有产品生命周期管理功能 变更的信息应能被全面、及时传达到其它职能领域	应建立完整产品生命周期管理规范 应能够实现工程变更的全面追溯	应采用人工智能实现工程变更的有效预测及优化

8.4 人员成熟度等级条件

人员要素包括人员素养及人员技能2个能力域，按不同的成熟度等级规定了不同的成熟度等级条件，见表3。

表3 人员成熟度等级条件

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
人员素养	应充分意识到MOM的重要性	应具有MOM相关的教育或工作经历 应具有公正、可靠的判断能力	应具有考虑不同意见或观点的能力 应具有客观灵活的与人讨论交流MOM的能力	应具有了解和理解环境的能力 应具有主动认识MOM周围环境和活动的的能力	应具有应对不同MOM应用情况的能力，适应力强，自我学习能力强
人员技能	应培养或引进MOM发展需要的人员 人员技能应达到T/MIITEC04标准中“工业和信息化人才岗位能力评价”等级的2级	应具有MOM统筹规划能力的个人或团队 人员技能应达到T/MIITEC04标准中“工业和信息化人才岗位能力评价”等级的3级或4级 应制定适宜的MOM人才培养体系、绩效考核机制等，及时有效地使员工获取新的技能和资格，以适应MOM发展需要	人员技能应达到T/MIITEC04标准中“工业和信息化人才岗位能力评价”等级的5级或6级 应具有创新管理机制，持续开展MOM相关技术创新和管理创新 应建立知识管理体系，通过信息技术手段管理人员贡献的知识和经验，并结合MOM需	人员技能应达到T/MIITEC04标准中“工业和信息化人才岗位能力评价”等级的7级 应建立知识管理平台，实现人员知识、技能、经验的沉淀与传播	人员技能应达到T/MIITEC04标准中“工业和信息化人才岗位能力评价”等级的8级 应将人员知识、技能和经验进行数字化、模型化与软件化

			求，开展分析和应用		
--	--	--	-----------	--	--

8.5 技术成熟度等级条件

技术要素包括信息融合、业务处理及信息安全3个能力域，按不同的成熟度等级规定了不同的成熟度等级条件，见表4。

表4 技术成熟度等级条件

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
信息融合	应采集业务活动所需的基本数据 应基于经验开展数据分析	应基于二维码、条形码、射频、可编程逻辑控制器等实现数据采集 应基于信息系统数据和人工经验开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求 应实现数据及分析结果在部门内的共享	应采用传感器技术，实现制造关键环节数据的自动采集 应建立统一的数据编码、数据交换格式和规则等，整合数据资源，支持跨部门的业务协调 应实现数据及分析结果跨部门在线共享	应建立企业级的统一数据中心 应建立常用数据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析 应采用大数据与人工智能技术，预测制造环节状态，为制造活动提供优化建议和决策支持	应建立云计算、高性能计算或智能计算中心 应对数据模型实时优化，实现基于模型的精准执行
业务处理	应建立围绕以生产任务单为核心的信息化管理 管理仅限于物料、设备等关键性资源	生产车间的各项核心资源应覆盖信息化管理 生产人员能够清晰把控车间各项核心资源的使用情况	应实现集成化的管理，以及主要资源的精细化管理 应能根据现有资源情况，初步进行优化	应实现对各项资源的优化利用 系统应能有效指导现场生产作业	应建立覆盖底层设备、过程控制、车间执行、管理控制等无缝一体化的信息系统 应能够利用模型实现业务流程在线优化
信息安全	应制定信息安全管理规范，并有效执行 应成立信息安全协调小组	应定期对关键工业控制系统开展信息安全风险评估 应在工业主机上安装正规的工业防病毒软件，进行安全配置和补丁管理	工业控制网络边界应具有边界防护能力 工业控制设备的远程访问应进行安全管理和加固	工业网络应部署具有深度解析功能的安全设备 应建立离线测试环境，对工业现场使用的设备进行安全性测试	在企业网络中，应采用具备自学习、自优化功能的安全防护措施

8.6 环境成熟度等级条件

环境要素包括市场环境及企业环境2个能力域，按不同的成熟度等级规定了不同的成熟度等级条件，见表5。

表5 环境成熟度等级条件

能力域	一级	二级	三级	四级	五级
市场环境	MOM 理念开始兴起 软件市场还没有一套产品化的解决方案	MOM理念得到较广泛认可，用户应认同MOM管理思路 软件市场停留在定制开发方面，仅能满足单一业务活动数据共享的需求	用户应有明确意愿使用MOM软件 市场应有成型的解决方案，并能指导企业实现跨部门的数据集成及数据共享	用户充分理解MOM软件功能，在选择产品时更加理性 市场应有成熟的解决方案，并能指导企业进行核心业务活动的预测与优化	用户对MOM 软件的理解达到较高层次 MOM 软件的实施应促进企业生产资源的最优化利用，并带动产业模式创新
企业环境	应有发展MOM的愿景 应制定MOM 的发展规划 应对 MOM 所需的资源进行投资，并具有资金投入的承诺	应制定MOM的发展战略，对MOM的组织结构、技术架构、资源投入、人员配备等进行规划，形成具体的实施计划 应明确MOM责任部门和各关键岗位的责任人，并明确各岗位职责	应建立优化岗位结构的机制，并定期对岗位结构和岗位职责的适宜性进行评估 应对MOM战略的执行情况进行监控与评测	应基于岗位结构和岗位职责评估结果，实施结构优化和岗位调整 应对 MOM 战略的执行情况进行持续优化	应持续驱动MOM业务活动的优化和创新

9 成熟度模型应用

航空零部件制造企业MOM软件应用成熟度模型适用于中小型航空零部件制造企业。企业可参照本模型的要求，建立、改进和提升MOM软件应用实施的能力，包括：

- 将本模型作为指南，确定 MOM 应用实施能力建设和提升的目标及途径；
- 以某成熟度等级为目标实施全面改进，提升企业 MOM 应用实施能力；
- 以本模型的具体成熟度条件为参考，对选定能力域的成熟度等级条件进行改进提升。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20720.1—2019 企业控制系统集成 第1部分：模型和术语
- [2] GB/T 20720.3 企业控制系统集成 第3部分：制造运行管理的活动模型
- [3] GB/T 34044.1 自动化系统与集成 制造运行管理的关键性能指标 第1部分：总述、概念和术语
- [4] GB/T 39116 智能制造能力成熟度模型
- [5] 卡内基梅隆大学软件工程研究所（SEI）. CMMI开发模型2.0版, 2018. www.sei.edu/cmmi
-