

团体标准

T/CMES XXXX—2024

汽车零部件行业智能制造成熟度评价规范

Maturity Evaluation Specification for Intelligent
Manufacturing in the Automotive Parts Industry

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX

实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会（英文简称CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的3/4以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路9号主语国际4座11层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目录

前 言.....	III
引 言.....	IV
1 范围.....	5
2 规范性引用文件.....	5
3 术语、定义和缩略语.....	5
3.1 术语和定义.....	5
3.2 缩略语.....	5
4 成熟度模型.....	6
4.1 模型构成.....	6
4.2 成熟度等级.....	6
4.3 能力要素.....	7
4.4 成熟度要求.....	8
5 评估内容.....	38
6 评估过程.....	38
6.1 预评估.....	39
6.2 正式评估.....	40
6.3 发布现场评估结果.....	40
6.4 改进提升.....	41
7 成熟度等级判定.....	41
7.1 评分方法.....	41
7.2 评估域权重.....	41
7.3 计算方法.....	45
7.4 成熟度等级判定方法.....	46
参 考 文 献.....	47

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。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：浙江大学杭州国际科创中心、瑞安市经济和信息化局、浙江胜华波电器股份有限公司、中国联合网络通信有限公司温州市分公司、万向钱潮股份公司、浙江瑞立空压装备有限公司、浙江大学、国家工业信息安全发展研究中心、浙江万里扬股份有限公司、戴睿汽车底盘部件（杭州）有限公司、杭州科强信息技术有限公司、杭州数聚智能科技有限公司。

本文件主要起草人：杨磊、方建岳、倪亮、王增达、魏芳芳、刘华、潘银斌、彭涛、杨先娜、王峰、程森、顾福祥、王浩楠、许文杰、曾国文、王昊、刘蔚翔、宋光敏、陈忠其。

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何该类专利的鉴别。本标准首次制定。

引 言

国标GB/T39116-2020《智能制造能力成熟度模型》和GB/T39117-2020《智能制造能力等级评估方法》形成了制造业通用的智能制造评估模型和评估方法，通用性强，有利于不同行业间的交流，但因为没有考虑到不同行业各自的特点，面向具体行业针对性不强，因此不能完全满足具体行业企业智能制成熟度评估的需求。汽车零部件行业面临多品种、小批量、研发周期短、工艺流程复杂、市场变化快等的挑战，同时其生产过程管控要求高、生产精益化和信息化的程度高。这些都对汽车零部件行业的数字化、智能化、柔性化和协同化提出了更高的要求。GB/T-39116-2020模型在汽车零部件行业应用中遇到了模型指标的行业属性不明显，针对性不强等问题，不能很好指导汽车零部件行业评估实践。

本文件提出的汽车零部件行业智能制成熟度评价规范一方面需要考虑与国家标准模型的对接，另一方面要充分体现汽车零部件行业的特点和业务流程，充分体现行业内涵和特征，确保能够为行业企业提升智能制造能力提供具体指导。

汽车零部件行业智能制造成熟度评价规范

1 范围

本标准规定了汽车零部件行业智能制造能力成熟度模型的构成，包括成熟度等级、成熟度要素和成熟度要求。同时，规范了汽车零部件行业智能制造能力成熟度评价的内容和相关流程。

本标准适用于：

- a) 汽车零部件行业制造企业对其制造能力进行差距识别，并进行提升方案规划；
- b) 智能制造系统解决方案供应商及第三方机构对汽车零部件行业制造企业智能制造能力水平进行评估和方案规划

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的引用是必不可少的。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。

GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型

GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估方法

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

智能制造能力 Capability of intelligent manufacturing

为实现智能制造的目标，企业对人员、技术、资源、制造等进行管理提升和综合应用的程度。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本标准

ERP：企业资源计划（Enterprise Resource Planning）

MES：制造执行系统（Manufacturing Execution System）

QMS：质量管理体系（Quality Management System）

AGV：自动引导运输车（Automated Guided Vehicle）

PLC：可编程控制器（Programmable Logic Controller）

RFID：射频识别（Radio Frequency Identification）

PDCA：计划执行检查改进（Plan Do Check Act）

4 成熟度模型

4.1 模型构成

本模型由成熟度等级、能力要素和成熟度要求构成，其中，能力要素由能力域构成，能力域由能力子域构成，如图 1 所示。

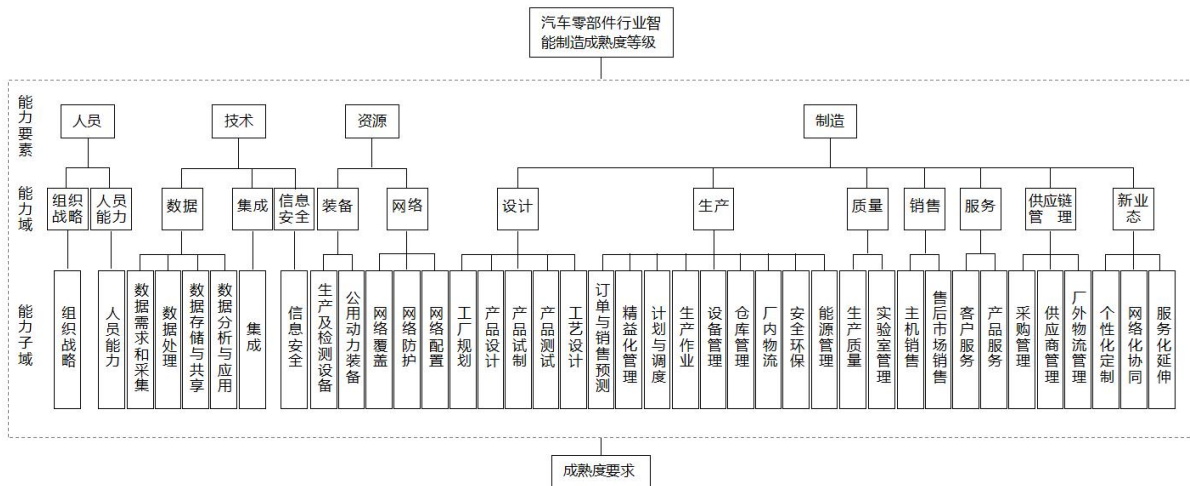


图 1 模型构成

4.2 成熟度等级

成熟度等级规定了智能制造在不同阶段应达到的水平。成熟度等级分为五个等级，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。较高的成熟度等级要求涵盖了低成熟度等级的要求。

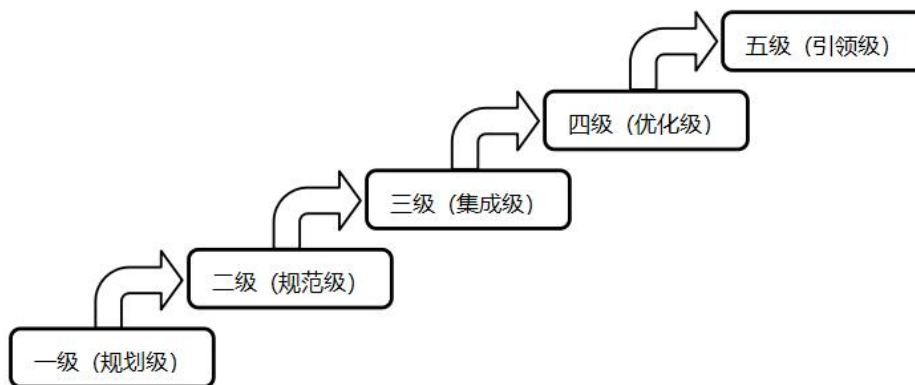


图2 成熟度等级

一级（规划级）：企业应开始对实施智能制造的基础和条件进行规划，能够对核心业务活动（设计、生产、物流、销售、服务）进行流程化管理。

二级（规范级）：企业应采用自动化技术、信息技术手段对核心装备和核心业务活动等进行改造和规范，实现单一业务活动的数据共享。

三级（集成级）：企业应对装备、系统等开展集成，实现跨业务活动间的数据共享。

四级（优化级）：企业应对人员、资源、制造等进行数据挖掘，形成知识、模型等，实现对核心业务活动的精准预测和优化。

五级（引领级）：企业应基于知识、模型等，持续驱动业务活动的优化和创新，实现产业链协同并衍生新业态制造模式和商业模式。

4.3 能力要素

能力要素给出了汽车零部件行业智能制造能力提升的关键方面，包括人员、技术、资源和制造。如表1所示。

表1 能力要素构成表

能力要素	能力域	能力子域
人员	组织战略	组织战略
	人员能力	人员能力
技术	数据	数据需求和采集
		数据处理
		数据存储与共享
		数据分析与应用
	集成	集成
信息安全	信息安全	
资源	装备	生产及检测设备
		公用动力装备
	网络	网络覆盖
		网络防护
		网络配置
制造	设计	工厂规划
		产品设计
		产品试制

能力要素	能力域	能力子域
		产品测试
		工艺设计
	生产	订单与销售预测
		精益化管理
		计划与调度
		生产作业
		设备管理
		仓库管理
		厂内物流
		安全环保
		能源管理
		质量
	实验室管理	
	销售	主机销售
		售后市场销售
	服务	客户服务
		产品服务
	供应链管理	采购管理
		供应商管理
		厂外物流管理
	新业态	个性化定制
		网络化协同
		服务化延伸

企业可根据自身业务活动特点对能力域进行增减。

4.4 成熟度要求

4.4.1 概述

成熟度要求规定了评价指标在不同成熟度等级下应满足的具体条件。

4.4.2 人员

人员能力要素包括组织战略、人员能力2个能力域。人员的成熟度要求见表2。

表2 人员的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
组织战略	组织战略	<p>a) 应制定智能制造的中长期发展规划；</p> <p>b) 应对发展智能制造所需的人员、技术、设备、网络、算力等资源进行规划和投资；</p> <p>c) 应对智能制造责任部门和关键岗位进行了规划</p>	<p>a) 应制定智能制造的年度发展战略，对智能制造的组织结构、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；</p> <p>b) 应明确企业组织架构设置明确，智能制造相关责任部门和各相关关键岗位的责任人，并且明确各岗位职责</p>	<p>a) 应对智能制造相关部门制定各自的发展规划，并与组织的智能制造战略保持一致；</p> <p>b) 应对公司级智能制造战略的执行情况进行监控和评测，寻求改进机会，并建立实施计划；</p> <p>c) 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，实施岗位结构优化和岗位调整</p>	<p>a) 应建立各智能制造相关部门智能制造的动态协同机制，支撑组织级的智能制造战略的落地及动态优化；</p> <p>b) 应对各智能制造相关部门智能制造的战略执行情况进行监控和评测，寻求改进机会，并建立实施计划；</p> <p>c) 应建立岗位职责的数字化评估评价模型，实现组织架构、岗位结构以及岗位人员的定期评估和动态优化</p>	<p>a) 应根据业务活动中积累的数据，结合业务情报、产业链动态数据、新业态的发展情况和信息技术发展趋势，动态调整组织及业务部门的智能制造战略；</p> <p>b) 应建立包含资金投入、人才保障、设备设施、信息资源和信息安全等在内的统筹配置、评估维护以及优化的数据模型库，动态优化资源配置</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
人员能力	人员能力	<p>a) 应充分意识到智能制造的重要性;</p> <p>b) 应培养或引进智能制造发展需要的人员</p>	<p>a) 应具有智能制造统筹规划能力的个人或团队;</p> <p>b) 应具有掌握IT基础、数据分析、信息安全、系统运维、设备维护、编程调试等技术的人员;</p> <p>c) 应制定适宜的智能制造人才培养体系、绩效考核机制等,及时有效地使员工获取新的技能和资格,以适应企业智能制造发展需要;</p> <p>d) 应建立知识管理体系</p>	<p>a) 应具有创新管理机制,持续开展智能制造相关技术创新和管理创新;</p> <p>b) 应建立智能制造相关技能的人才梯队,明确评估和晋升机制,并持续推动相关人员能力的建设和提升;</p> <p>c) 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,并结合智能制造需求,开展分析和应用</p>	<p>a) 应建立覆盖组织内外的专家组织,并建立智能制造相关的人员能力组织模型;</p> <p>b) 应通过数字化手段对人员的各项能力进行定期评估;</p> <p>c) 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;</p> <p>d) 应将人员知识、技能和经验进行数字化与软件化</p>	<p>a) 应联合供应链、培训机构、协会及科研院所等外部机构,组建满足组织可持续竞争力的智能制造组织,并能组织多种形式的培训进行岗位能力的提升;</p> <p>b) 应建立企业智能制造相关人员的能力素质模型,并推动模型的持续优化以及和岗位需求技能的动态匹配;</p> <p>c) 应通过知识管理平台对智能制造相关的工业知识、机理模型、数据模型等进行动态优化;</p> <p>d) 应通过多种创新形式如AR/VR/数字人等对人员进行知识、技能、经验的传播和分享</p>

4.4.3 技术

技术包括数据、集成、信息安全3个能力域。技术的成熟度要求见表3。

表3 技术的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
数据	数据需求和采集	a) 应基于业务的需求，规划数据采集的需求； b) 通过人工方式采集业务活动所需的数据	a) 应基于二维码、条形码、RFID、PLC等，实现数据采集； b) 应建立企业数据填写、录入的规范性要求和模板	a) 应根据不同的业务特点和需求，选择合适的采集点、采集方式、传感器等，确保采集的数据满足后续业务分析要求； b) 应采用传感技术，实现制造关键环节数据的自动采集	a) 应通过有效的数据治理体系建设，实现智能制造相关全流程、全过程数据的自动采集； b) 应建立工业物联网平台，通过企业全生产要素互联互通，实现企业各领域实时交互，如设备与设备之间、设备与系统之间、系统与系统之间的实时交互	a) 应结合工业互联网平台，通过产业链全现产业生产要素互联互通，实现产业链级之间实时协同，如企业与企业、企业与产业之间协同
	数据处理	a) 通过手工方式对采集的数据进行分析和处理	a) 应通过数据清洗、集成、归约、变换等方法对数据进行预处理，便于后续的数据分析和应用	a) 应建立统一的平台对数据进行处理，能够针对不同的数据需求和类型选择合适的数据处理方法	a) 应根据业务需求、数据类型与结构建立数据模型，实现制造过程数据的沉淀、复用、共享	a) 应实现全域的数据集成、建模、治理，形成企业数据资产，实现企业全流程的数据资产管理和运营

	数据存储与共享	a) 应通过文档中心实现对纸质数据的线下归档、共享、回收、报废等处理	a) 应建立企业的数据库体系; b) 应实现数据及分析结果在部门内在线共享	a) 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; b) 应能够根据不同的业务场景的需求,选择合适的数据库进行数据的存储; c) 应实现数据及分析结果的跨部门在线共享	a) 应建立面向企业业务服务的统一的集团级企业数据交互与管理中台(如数据中心或数据湖等),实现数据及分析结果的集团跨企业在线共享共用	a) 应通过容灾建设、区块链技术的应用,确保数据的高可靠性,并能够与产业链形成完善的数据交互体系,实现数据及分析结果的产业链生态链在线共享共用
	数据分析与应用	a) 应基于经验开展数据分析	a) 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	a) 应建立常用的数据分析模型库,支持业务人员快速进行数据分析	a) 应建立企业工业物联网数据标准体系,并在企业内部建立工业数据模型库、业务逻辑算法库、工业APP库等; b) 应采用大数据技术,应用各类型算法模型,预测制造环节状态,为制造活动提供优化建议和决策支持	a) 应对数据分析模型算法及APP实时优化,实现基于模型的精准执行,推动业务模型创新发展; b) 应能够开发解决行业痛点的工业软件和工业APP,对上下游企业进行赋能

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
信息安全	信息安全	<p>a) 应制定信息安全管理规范和风险评估标准，并有效执行；</p> <p>b) 应成立信息安全协调小组；</p> <p>c) 应在办公主机上安装正规的防病毒软件；</p> <p>d) 应建立完整的账号、权限管理体系</p>	<p>a) 应定期对关键工业控制系统开展信息安全风险评估；</p> <p>b) 应在工业主机上安装正规的工业防病毒软件；</p> <p>c) 应在工业主机上进行安全配置和补丁管理，加强主机恶意代码防护，并限制网络端口和USB接口使用</p>	<p>a) 工业控制网络边界应具有边界防护能力，并配置访问控制策略；</p> <p>b) 应在工控网络内做好入侵检测和安全审计，工业控制系统与企业其他系统之间应划分为两个区域，区域间应采用技术隔离手段；</p> <p>c) 工业控制设备的远程访问应进行安全管理和加固</p>	<p>a) 工业网络应部署具有深度包解析功能的安全设备；</p> <p>b) 应自建离线测试环境，对工业现场使用的设备进行安全性测试</p>	<p>a) 应用大数据、人工智能等技术，对安全管控进行分析预测并建立模型；</p> <p>b) 基于数据与模型，实现对安全管控的优化改进</p>

4.4.4 资源

资源包括装备和网络2个能力域。资源的成熟度要求见表4。

表4 资源的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
装备	生产及检测设备	<p>a) 应在关键工序应用自动化设备;</p> <p>b) 应对关键工序设备形成技改方案;</p> <p>c) 应制定设备数字化的实施规划</p>	<p>a) 应在关键工序及检测环节应用数字化设备;</p> <p>b) 关键设备应具有标准通信接口, 包括 RJ45、RS232、RS485等, 并支持主流通信协议, 包括 OPC/OPC UA、MODBUS、PRO-FIBUS等;</p> <p>c) 关键设备应具备数据采集、存储、组网功能, 利用PLC、二维码、RFID技术传递ID和工艺信息, 系统有能够与生产相关系统集成的接口和通讯协议</p>	<p>a) 关键设备应具有数据管理、模拟加工、图形化编程等功能;</p> <p>b) 应建立关键设备的三维模型库;</p> <p>c) 关键设备应与制造执行系统等系统实现数据集成</p>	<p>a) 关键设备应具有预测性维护功能;</p> <p>b) 关键设备应具有远程监测和远程诊断功能, 可实现故障预警;</p> <p>c) 关键设备应能够通过大数据与人工智能技术, 实现工艺参数的优化以及性能的预测</p>	<p>a) 关键工序设备三维模型应集成设备实时运行参数, 实现设备与模型间的信息实时互联;</p> <p>b) 关键工序设备、单元、产线等应实现基于工业数据分析的自适应、自优化、自控制等, 并与其他系统进行数据分享</p>
	公用动力装备	<p>a) 应制定数字化公用动力装备实施规划;</p> <p>b) 公用动力应使用数字化设备</p>	<p>a) 关键公用动力装备具备数据采集功能;</p> <p>b) 公用动力仪器仪表具备联网功能</p>	<p>a) 关键工序设备应具备人机交互功能;</p> <p>b) 关键公用动力设备应与制造执行系统、能源管理系统等实现数据集成</p>	<p>a) 关键工序设备应具有预测性维护功能;</p> <p>b) 关键公用动力设备应具有远程监测和远程诊断功能, 可实现故障预警</p>	<p>a) 关键公用动力设备应与相关系统模型的信息实时互联, 公共动力关键工序设备、单元、产线等应实现基于工业数据分析的自适应、自优化、自控制等, 并与其他系统进行数据分享</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
网络	网络覆盖	a) 应实现办公网络覆盖	a) 应实现工业控制网络和生产网络覆盖	a) 网络应能够保障关键业务数据传输的完整性	a) 应建立分布式工业控制网络	a) 应部署多种形态的网络体系，充分保障网络的可用性
	网络防护	a) 应建立并实施办公网访问控制策略	a) 应实现工业控制网路和生产网络的覆盖	a) 应建立工业控制网络、生产网络和办公网络的防护措施，包括不限于网络安全隔离、授权访问等手段	a) 应通过网络行为分析系统和统一日志管理，实时获取网络的运行与安全状态，并根据安全策略自动化实施安全处置措施	a) 应通过态势感知平台结合内外部安全情报，实时对网路防护进行大数据分析和预测性防护
	网络配置	a) 应建立网络配置和管理的规范、模板	a) 应建立网络配置信息库，管理和优化网络配置	a) 网络应具有远程配置功能，应具备带宽、规模、关键节点的扩展和升级功能	a) 应通过一体化网管平台实施网络监控、网络优化、故障处理等	a) 基于软件定义网络（SDN）的敏捷网络，实现网络资源优化配置

4.4.5 制造

4.4.5.1 设计

设计包括工厂规划、产品设计、产品试制、产品测试和工艺设计5个能力子域。设计的成熟度要求见表5。

表5 设计的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
设计	工厂规划	a) 应对重点车间进行规划，并建立二维布局图	a) 应对整个厂区进行整体布局规划和物流规划，并建立有二维布局图； b) 应对所有车间进行布局规划，且与工艺流程、设备能力、物流配送的逻辑关系清晰，布局合理	a) 应建立车间级的数字化仿真模型，并通过仿真模型进行布局、物流等的优化	a) 应建立全厂区的三维数字仿真模型，并能通过仿真模型进行持续的局部优化	a) 应建立覆盖生产、物流、管理、服务等业务环节的数字模型，并能够充分运用大数据和数字孪生技术，通过优化算法实现全局优化
	产品设计	a) 应基于计算机辅助开展二维产品设计； b) 应根据用户需求，按照设计经验进行产品设计方案策划； c) 应制定产品设计过程相关规范，并有效执行	a) 应基于计算机辅助开展三维产品设计； b) 应通过产品数据管理系统实现产品设计数据或文档的结构化管理及数据共享，实现产品设计的流程、结构的统一管理，以及版本管理、权限控制、电子审批等； c) 应实现产品不同专业或者组件之间的并行设计	a) 应建立典型产品组件的标准库及典型产品设计知识库，在产品设计时进行匹配和引用； b) 三维模型应集成产品设计信息，确保产品研发过程中数据源的唯一性； 示例：如尺寸、公差、工程说明、材料需求等； c) 应基于三维模型实现对外观、结构、性能等关键要素的设计仿真及迭代优化； d) 应实现产品设计与工艺	a) 应基于产品组件的标准库、产品设计知识库的集成和应用，实现产品参数化、模块化设计； b) 应将产品的设计信息、生产信息、检验信息、运维信息等集成于产品的数字化模型中，实现基于模型的产品数据归档和管理； c) 应通过产品设计、生产、物流、销售或服务	a) 应基于参数化、模块化设计，建立产品个性化定制平台，具备个性化定制的接口与能力； b) 应基于统一的三维模型，实现产品全生命周期动态管理，满足设计、生产、物流、销售、服务等应用需求； c) 应建立产品设计云平台，实现用户、供应商等多方信息交互、协同设计和产品创新； d) 应使用AI、MR等新技术

				设计间的信息交互、并行协同	品全生命周期跨业务之间的协同； d) 应基于项目管理平台进行内部技术创新应用支持； e) 应建立产品设计云平台，能够实现跨区域的产品协同设计	术和新材料，持续优化改进产品设计标准库、模型库和知识库，保持产品设计领先优势； e) 实现产品使用、服务、维修、退役等各阶段产品全生命周期的数据集成，并通过大数据算法进行持续迭代和优化
	产品试制	a) 应制定相关试制工艺规范	a) 应建立试制能力，并对试制过程数据进行采集； b) 应通过项目管理平台对试制计划和进度进行管理和优化	a) 应使用仿真技术模拟产品制造过程，验证工艺可实现性； b) 应建立试制过程的数据模型	a) 应基于标准库和知识库的应用，实现工艺方案的仿真分析与优化； b) 应基于试制过程的数据模型，通过大数据算法，进行试制过程的工艺调整及优化	a) 应用产品设计平台实现基于专业协同的试制仿真优化

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	产品测试	a) 应制定相关试验规范	a) 应具备主要性能验证能力；基于计算机对试验数据进行分析	a) 应建立试验验证数据分析模型，对性能验证数据进行挖掘分析	a) 应构建完整的产品设计仿真分析和试验验证平台，并对产品外观、结构、性能、工艺等进行仿真分析、试验验证与迭代优化	a) 应用产品设计平台实现基于专业协同的产品测试仿真优化
	工艺设计	a) 应基于产品设计数据开展工艺设计和优化； b) 应制定工艺设计过程相关规范，并有效执行； c) 应建立工艺文档或数据的管理机制，能够对工艺信息进行记录、查阅和执行	a) 应基于计算机辅助开展工艺设计和优化； b) 应基于典型产品或特征建立工艺模板，实现关键工艺设计信息的重用； c) 应实现不同工艺之间的并行设计	a) 应通过工艺设计管理系统，实现工艺设计文档或数据的结构化管理、数据共享、版本管理、权限控制和电子审批； b) 应建立典型制造工艺流程、参数、资源等关键要素的知识库，并能以结构化的形式展现、查询与更新； c) 应基于数字化模型实现制造工艺关键环节的仿真分析及迭代优化； d) 应实现工艺设计与产品设计之间的信息交互、并行协同	a) 应实现基于模型的三维工艺设计和优化，并将完整的工艺信息集成于三维工艺模型中； b) 应基于工艺知识库的集成应用，实现工艺流程、工序内容、工艺资源等知识的实时调用，为工艺规划与设计提供决策支持； c) 应实现基于三维模型的制造工艺全要素的仿真分析及迭代优化； d) 应基于工艺设计、生产、检验等系统的集成，通过工艺信息下发、执行、反馈、监控的闭环管控，实现工艺设计与制	a) 应基于参数化、模块化设计，建立产品个性化定制平台，具备个性化定制的接口与能力； b) 应基于统一的三维模型，实现产品全生命周期动态管理，满足设计、生产、物流、销售、服务等应用需求； c) 应基于产品标准库和设计知识库的集成和应用，实现产品高效设计； d) 应建立产品设计云平台，实现用户、供应商等多方信息交互、协同设计和产品创新

					造协同； e) 应建立工艺设计云平台，能够实现跨部门、跨区域的工艺协同设计	
--	--	--	--	--	--	--

4.4.5.2 生产

生产包括订单与销售预测、精益化管理、计划与调度、生产作业、设备管理、仓库管理、厂内物流、安全环保和能源管理9个能力子域。生产的成熟度要求见表6。

表6 生产的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
生产	订单与销售预测	a) 手工规划年度、季度销售预测与生产计划； b) 通过人工方式每月报送销售订单需求	a) 应通过市场信息以及历史数据等通过手工的方式进行订单的预测； b) 应通过销售系统建立订单管理流程	a) 应基于市场信息以及历史数据，通过大数据算法自动进行销售的预测； b) 应实现销售系统与生产计划系统集成，实现订单流程自动化	a) 应通过订单的计划排产，反馈订单的交期承诺	a) 应通过大数据、智能算法模型，实现对订单预测以及订单交期动态调整
	精益化管理	a) 应根据企业需求进行了5s、布局优化等精益改善	a) 应建立精益推进的责任部门，并配备有相应人员定期开展精益改善活动； b) 应建立完善的精益年度、月度的推进计划	a) 应按照精益生产的理念，应用数字化精益管理工具，实现精益化管理； b) 定期开展精益管理的培育培训，进行组织内部的人才培养，打造可持续的精益组织	a) 应建立企业级的完整的精益管理体系，通过数字化精益管理工具实现了全流程的闭环管控	a) 应用精益方法和数字化精益管理工具，实现车间、工厂、企业、生态的全链精益管理

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	计划与调度	<p>a) 应基于销售订单和销售预测等信息，手工编制月、周、日的主生产计划以及物料需求计划；</p> <p>b) 通过人工方式发放日生产计划，并做好记录台账；</p> <p>c) 应基于主生产计划以进行排产，形成详细生产作业计划并开展生产调度；</p> <p>d) 能够根据现场的变化，及时做好生产作业计划的调整和优化</p>	<p>a) 应通过信息系统，依据生产数量、交期等约束条件自动生成主生产计划；</p> <p>b) 应基于企业的安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素实现物料需求计划的运算；</p> <p>c) 应基于信息技术手段编制详细生产作业计划，基于人工经验开展生产调度</p>	<p>a) 应基于安全库存、采购提前期、生产提前期、生产过程数据等要素开展生产能力运算，自动生成有限能力主生产计划；</p> <p>b) 应基于约束理论的有限产能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划；</p> <p>c) 应实时监控各生产环节的投入和产出进度，系统实现异常情况自动预警，并支持人工对异常的调整 示例：如生产延时、产能不足等</p>	<p>a) 应基于先进排产调度的算法模型，系统自动给出满足多种约束条件的优化排产方案，形成优化的详细生产作业计划；</p> <p>b) 应实时监控各生产要素，系统实现对异常情况的自动决策和优化调度；</p> <p>c) 应能够根据约束、采集的零件、部件的库存和生产进度、产能情况、供货周期等信息，同步生成采购计划、物流计划和交期计划等</p>	<p>a) 应通过工业大数据分析，构建生产运行实时模型，提前处理生产过程中的波动和风险，实现动态实时的生产排产和调度并动态调整物料需求计划；</p> <p>b) 应通过统一平台，基于产能模型、供应商评价模型等，自动生成产业链上下游企业的生产作业计划，并支持企业间生产作业计划异常情况的统一调度</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	生产作业	<p>a) 应制定生产作业相关规范，并有效执行；</p> <p>b) 应实现关键工位自动化生产；</p> <p>c) 应对生产作业过程制定控制流程和要求；</p> <p>d) 应记录关键工序的生产过程信息</p>	<p>a) 应通过信息技术手段，将工艺文件下发到生产单元；</p> <p>b) 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；</p> <p>c) 应在部分核心工位实现基于数据采集基础上的生产执行/过程控制，并进行可视化管理；</p> <p>d) 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</p>	<p>a) 应根据生产作业计划，自动将工艺文件下发到各生产单元；</p> <p>b) 应对主要生产过程实现基于数字化系统的生产执行/过程控制，并实现了可视化管理</p> <p>c) 应实现对生产作业计划、生产资源、质量信息等关键数据的动态监测；</p> <p>d) 应实现生产过程中原材料、半成品、产成品等质量信息可追溯</p>	<p>a) 应根据生产作业计划，自动将生产程序、运行参数或生产指令下发到数字化设备；</p> <p>b) 应构建模型实现生产作业数据的在线分析，优化生产工艺参数、设备参数、生产资源配置等；</p> <p>c) 应基于大数据以及人工智能算法，实现基于动态变化的生产作业的动态调整，实现柔性化生产</p>	<p>a) 应通过大数据、人工智能对生产作业的标准化与实际作业进行对比统计分析，对出现的不匹配，不断完善生产作业标准；</p> <p>b) 应实现生产资源自组织、自优化，满足柔性化、个性化生产的需求；</p> <p>c) 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；</p> <p>d) 应实现厂内生产执行/过程控制系统与供应链生产执行/过程控制系统的信息数字化互通；</p> <p>e) 应根据供应链数字化程度，实现供应链信息透明和可视化</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	设备管理	a) 应通过人工或手持仪器开展设备点巡检，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障处理	a) 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； b) 应通过设备状态检测结果，合理调整设备维护计划； c) 应采用设备管理系统实现设备点巡检、维护保养等状态和过程管理，并根据采集的数据进行分析和优化； d) 关键工序设备维保所需的备品备件、关键部件等应进行管理，可满足日常维保需求	a) 依据设备运行状态，自动生成检修工单，实现基于设备运行状态的检修维护闭环管理； b) 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； c) 应依据设备关键运行参数等，实现设备综合效率（OEE）统计； d) 应建立设备故障知识库，并与设备管理系统集成； e) 应依据设备运行状态，自动生成检修工单，实现基于设备运行状态的检修维护闭环管理	a) 应基于设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案； b) 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； c) 能够基于工业互联网平台，以及故障知识库，进行远程运维	a) 应采用机器学习、深度学习等，实现设备运行模型的自学习、自优化； b) 应基于数字孪生、人工智能大模型等技术，实现故障知识库的迭代、优化，并能够给现场人员智能化的提供维修/处理建议
	仓库管理	a) 应制定仓储管理规范，对于不同类型的库存，如原材料、中间产品、成品等制定分类的管理要求； b) 应实现原材料、中间	a) 应基于条码、二维码、RFID等，实现出入库管理； b) 应建立仓储管理系统，实现货物库位分配、出入库和移库等管理；	a) 应基于仓储管理系统与制造执行系统集成，依据实际生产作业计划实现半自动或自动出入库管理； b) 应采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手	a) 应通过数字化仓储设备、配送设备与其他信息系统集成，建立智慧仓储模型； b) 应基于智慧仓储模型进行不同场景的动态模	a) 应基于分拣和配送模型，满足个性化、柔性化生产实时配送需求； b) 应通过传感器自动感知环境、生产计划、生产过程异常的变化，并能够

		<p>产品、成品出入库和盘点管理；</p> <p>c) 应基于生产计划制定配送计划，实现原材料、半成品等定时定量配送；</p> <p>d) 应基于原材料、中间产品、成品出入库质检标准实现出入库质量检测</p>	<p>c) 应基于仓储管理系统中采集的数据进行统计分析和优化管理，如先进先出、库龄管理、呆滞品管理等；</p> <p>d) 应基于生产单元物料消耗情况发起配送请求，并提示及时配送；适用时，应建立罐区管理系统，实现储罐中介质相关数据的实时采集和分析</p>	<p>段进行入库和拣货；</p> <p>c) 应通过配送设备和其他信息系统集成，实现关键件及时配送；如AGV、桁车、手持终端等。</p> <p>d) 应基于工业无线网，通过无线传感器，将罐区相关信息自动采集至罐区管理系统，对储罐状态进行实时监测，储罐状态异常时可自动报警，避免冒罐事故发生</p>	<p>拟，并能够根据实时采集的数据进行出入库、配送、路径等的动态优化</p>	<p>基于智能仓储模型进行自动识别与应对，实现自感知、自决策和自执行；</p> <p>c) 通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或即时供货</p>
	<p>厂内物流</p>	<p>a) 应基于生产线计划实现原材料和中间产品定时定量配送要求；</p> <p>b) 应基于配送信息，建立配送台账，并在配送中实现纸质单据的管理</p>	<p>a) 应基于物流执行系统进行及时配送；</p> <p>b) 应通过系统对配送信息进行可视化指示和监控</p>	<p>a) 应采用物流终端先进设备和技术实现采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手段进行摆位和拣货；</p> <p>b) 应用数字化设备（AGV、桁车等）实施关键件定时配送</p>	<p>a) 应以物流执行系统为核心，与制造执行系统、仓储管理系统、供应链管理系统和企业资源管理系统协调整合，信息共享，搭建智慧供应链模型；按照模型可以模拟预测配送指令；</p> <p>b) 应基于生产线实际生产计划实时配送物料，消除线边库</p>	<p>a) 应基于实际生产实现全流程自主实时分拣和配送；运用大数据和云平台技术实现与计划和排产、生产作业、供应链智能集成优化，实现最优库存或即时供货；</p> <p>b) 应基于核心分拣算法和智能物流算法优化满足个性化、柔性化生产实时配送需求</p>

	安全环保	a) 应制定企业安全管理制度和环保管理机制，具备安全和环保操作规程	a) 应通过信息技术手段实现员工职业健康和安全生产管理； b) 应通过信息技术手段实现环保管理，环保数据可采集并记录	a) 应建立安全培训、风险管理等知识库；在现场作业端应用定位跟踪等方法，强化现场安全管控； b) 应实现从清洁生产到末端治理的全过程环保数据的采集，实时监控及报警，并开展可视化分析； c) 应建立应急指挥中心，基于应急预案库自动给出管理建议，缩短突发事件应急响应时间	a) 应基于安全作业、风险管控等数据的分析，实现危险源的动态识别、评审和治理； b) 应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，开展排放分析及预测预警	a) 应综合应用知识库及大数据分析技术，实现生产安全一体化管理； b) 应实现环保、生产、设备等数据的全面实时监控，应用数据分析模型，预测生产排放并自动提供生产优化方案并执行
	能源管理	a) 应建立企业能源管理制度，开展主要能源的数据采集和计量； b) 应对于不同的能源介质能够进行独立的计量和统计	a) 应通过信息技术手段，对主要能源的产生、消耗点开展数据采集和计量； b) 应建立水电气等重点能源消耗的动态监控和计量； c) 应实现重点高能耗设备、系统等的动态运行监控； d) 应对有节能优化需求的设备开展实时计量，	a) 应对高能耗设备能耗数据进行统计与分析，制定合理的能耗评价指标； b) 应建立能源管理信息系统，对能源输送、存储、转化、使用各环节进行全面监控，进行能源使用和生产活动匹配，并实现能源调度； c) 应实现能源数据与其他系统数据共享，为业务管理系统和决策支持系统提	a) 应建立节能模型，实现能流的精细化和可视化； b) 应根据能效评估结果及时对空压机、锅炉、工业窑炉等高耗能设备进行技术改造和更新	a) 应实现能源的动态预测和平衡，并指导生产； b) 应通过人工智能、大数据等技术，建立节能优化控制模型，实现能耗的动态优化

T/CMES XXX—202X

			并基于计量结果进行节能改造	供能源数据； d) 应采用清洁能源、能耗循环利用等技术实现低碳绿色生产		
--	--	--	---------------	--	--	--

中国机械工程学会标准征求意见稿

4.4.5.3 质量

质量包括生产质量和实验室管理2个能力子域。质量的成熟度要求见表7。

表7 质量的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
质量	生产质量	<p>a) 应建立质量管理体系；</p> <p>b) 根据过程控制的要求，手动记录关键工序的质量数据；</p> <p>c) 应对记录的质量数据开展统计分析，并基于PDCA，8D报告等方法进行质量的优化</p>	<p>a) 应建立质量管理体系，通过系统对原材料入库质量、关键工序质量以及成品出库质量进行采集；</p> <p>b) 应能根据客户质量投诉，分析生产过程中的质量问题，进行改进；</p> <p>c) 应对采集的质量数据通过质量管理体系进行统计、分析及共享；</p> <p>d) 应自动采集质量结果相关的工艺参数，并能结合工艺参数的变化以及质量的结果进行相关性分析；</p> <p>e) 应在关键工序采用数字化质量检测设备，实现产品过程质量检测和</p>	<p>a) 应通过数字化检验设备及系统的集成，实现关键工序质量在线检测和在线分析，自动对检验结果判断和报警，实现检测数据共享；</p> <p>b) 应建立产品质量问题知识库，并持续进行迭代</p>	<p>a) 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，进行产品的缺陷分析，提出改善方案；</p> <p>b) 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</p>	<p>a) 应基于大数据、AI等技术，自动进行预测性质量异常判断、预警及自调整；</p> <p>b) 应基于模型实现质量知识库自优化</p>

			分析； f) 应基于信息化系统，基本具备批次管理和追溯能力			
	实验室管理	a) 应建立实验室管理体系； b) 对实验室检测的结果都进行了手工的记录	a) 应建立数字化系统，实现对实验室检测数据的采集和存储； b) 能对实验室的检测结果进行统计、分析和共享	a) 应实现实验室检测数据与生产系统的集成，实现检测结果的实时共享	a) 应建立实验室检测数据的数据集，为后续的实验仿真提供基础	a) 应基于人工智能算法，建立实验室检测模型，实现检测数据异常的判断和预警以及基于人工智能的智能分析

中国机械工程学会标准征求意见稿

4.4.5.4 销售

销售包括主机销售和售后市场销售2个能力子域。销售的成熟度要求见表8。

表8 销售的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
销售	主机销售	<p>a) 应基于不同主机厂收集每一个车型的生产计划和销售历史数据，通过人工方式进行市场预测，制定销售计划；</p> <p>b) 应对销售订单、销售合同、客户等信息进行统计和管理</p>	<p>a) 应通过信息系统编制针对主机厂的销售计划，实现销售计划、订单、销售历史数据的管理；</p> <p>b) 应通过信息技术手段实现客户静态信息和动态信息的管理</p>	<p>a) 应建立针对每一个主机厂的精准车型、产量预测、生产计划、第三方仓库等信息的数据平台，结合销售人员与客户的沟通、以及出库周期跟踪，进行分析，优化客户需求预测，并生成相应的销售计划；</p> <p>b) 应与采购、生产、物流等业务集成，实现客户实际需求拉动采购、生产和物流计划</p>	<p>a) 应通过对客户信息的挖掘、分析，结合第三方仓库的信息，优化客户需求预测模型，制定精准的销售计划；</p> <p>b) 应综合运用各种渠道，实现线上线下协同，统一管理针对主机市场的销售方式；</p> <p>c) 应根据客户需求变化情况，动态调整设计、采购、生产、物流等方案</p>	<p>a) 应采取大数据和人工智能算法对销售管理系统的数据进行分析，以预测客户订单变化趋势和产品销售情况等，从而优化工厂原材料采购、制造排产效率以及协助价格策略制定等；</p> <p>b) 应实现产品从接单、答复交期、生产、发货、第三方仓库存储、主机厂使用消耗到回款全过程自动管理的销售模式</p>

	售后市场销售	<p>a) 应对经销商订单、销售历史数据进行统计，并进行销售预测，制定销售计划</p>	<p>a) 应通过信息系统编制针对经销商的销售计划，实现对销售计划、订单、销售历史数据的管理；</p> <p>b) 应通过信息技术手段对经销商静态、动态信息进行管理</p>	<p>a) 应通过信息系统对经销商的需求进行预测，并生成相应的销售计划；</p> <p>b) 应与采购、生产、物流等业务集成，实现实际需求拉动采购、生产和物流计划</p>	<p>a) 应和经销商的平台对接，实现信息集成；</p> <p>b) 应基于销售数据和历史数据，对经销商的需求进行精准预测，并制定相应的销售计划；</p> <p>c) 应根据客户需求变化情况，动态调整设计、采购、生产、物流等方案</p>	<p>a) 应使用大数据和人工智能算法，根据经销商订单的动态变化，相应的对原材料采购、制造排期进行动态优化；</p> <p>b) 应实现产品从接单、答复交期、生产、发货、到回款全过程自动管理的销售模式</p>
--	--------	---	--	---	--	--

4.4.5.5 服务

服务包括客户服务和产品服务2个能力子域。服务的成熟度要求见表9。

表9 服务的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
服务	客户服务	<p>a) 应制定客户服务规范，并有效执行；</p> <p>b) 应统计客户服务信息，并反馈给设计、生产、销售部门</p>	<p>a) 应建立包含客户反馈渠道和服务满意度评价制度的服务体系，实现客户服务闭环管理；</p> <p>b) 应通过信息系统实现客户服务管理，对客户服务信息进行统计并反馈给相关部门</p>	<p>a) 应通过客户服务平台或移动客户端等实时提供在线客服；</p> <p>b) 应具有客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成</p>	<p>a) 应实现面向客户的精细化管理，提供主动式客户服务；</p> <p>b) 应建立客户服务数据模型，实现满足客户需求的精准服务</p>	<p>a) 应采用服务机器人实现自然语言交互、智能客户管理，并通过多维度的数据挖掘，进行自学习、自优化</p>

	产品服务	<p>a) 应制定产品服务规范，并有效开展现场运维及远程运维指导服务；</p> <p>b) 应对产品故障信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门</p>	<p>a) 应具有产品故障知识库和维护方法知识库，为服务人员提供现场运维和远程运维操作指导；</p> <p>b) 应通过信息技术手段对产品使用信息进行统计，并反馈给相关部门</p>	<p>a) 产品应具有数据采集、存储、网络通信等功能；</p> <p>b) 产品服务系统应具有产品运行信息管理、维修计划和执行管理、维修物料及寿命管理等功能，并实现与设计、生产、销售等系统的集成</p>	<p>a) 产品应具有数据传输、故障预警、预测性维护等功能；</p> <p>b) 应建立远程运维服务平台，提供远程监测、故障预警、预测性维护等服务；</p> <p>c) 远程运维平台应对装备/产品上传的运行参数、维保、用户使用等数据进行挖掘分析，并与产品全生命周期管理系统、产品研发管理系统集成，实现产品性能优化与创新</p>	<p>a) 产品应具有自感知、自适应、自优化等功能；</p> <p>b) 应通过云平台，整合跨区域、跨界服务资源，构建服务生态</p>
--	------	---	--	---	---	---

4.4.5.6 供应链管理

供应链管理包括采购管理、供应商管理和厂外物流管理3个能力子域。供应链管理的成熟度要求见表10。

表10 供应链管理的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
供应链管理	采购管理	<p>a) 应根据产品、物料需求和库存等信息制定采购计划；</p> <p>b) 应实现对采购订单、采购合同和供应商等信息的管理</p>	<p>a) 应通过信息系统制定物料需求计划，生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程</p>	<p>a) 应将采购、生产和仓储等信息系统集成，自动生成采购计划，并实现出入库、库存和单据的同步</p>	<p>a) 应基于采购执行、生产消耗和库存等数据，同时基于供应商的绩效评价以及分类，建立采购模型，实时监控采购风险并及时预警，自动提供优化方案；</p> <p>b) 应基于信息系统的数据，优化供应商评价模型，并进行定期的评价结果更新</p>	<p>a) 应实现企业与供应商在设计、生产、质量、库存、物流的协同，并实时监控采购变化及风险，自动做出反馈和调整；</p> <p>b) 应实现采购模型的自优化</p>

	<p>供应商管理</p>	<p>a) 应制定规范的采购管理办法并得到执行； b) 应制定规范的合格供应商机制，并得到有效执行，具有评估记录</p>	<p>a) 应建立供应商评估以及分类模型； b) 应有信息化系统支撑，对供应商寻源、评估、认可和优化的规范文件，信息系统中有供应商评估记录或者评估结果</p>	<p>a) 应通过信息系统开展供应商管理，与其他信息系统进行集成； b) 应基于供应商评估以及分类模型，通过供应商管理系统里面的数据对供应商进行绩效评估和分类</p>	<p>a) 应实现与供应商的销售系统进行集成，实现协同供应链（生产进度、质量、发运状态）； b) 基于信息系统的数据，优化供应商评估模型 c) 应将供应商管理系统与企业内部生产以及质量管理等系统实现集成，实现多业务协同</p>	<p>a) 应实现供应商评估模型的自优化</p>
	<p>厂外物流管理</p>	<p>a) 应根据运输订单和经验，制定运输计划并配置调度； b) 应建立车辆、驾驶员等信息台账，并进行统一管理； c) 应对物流信息进行简单跟踪</p>	<p>a) 应通过运输管理系统实现订单、运输计划、运力资源、调度等的管理； b) 应通过电话、短信等形式反馈运输配送关键节点信息给管理人员</p>	<p>a) 应通过仓储管理系统和运输管理系统的集成，整合出库和运输过程； b) 应实现运输配送关键节点信息跟踪，并通过信息系统将信息反馈给客户； c) 应通过运输管理系统，实现拼单、拆单等功能</p>	<p>a) 应实现生产、仓储配送(管道运输)、运输管理多系统的集成优化； b) 应实现运输配送全过程信息跟踪，对轨迹异常进行报警； c) 应基于模型，实现装载能力优化以及运输配送线路优化</p>	<p>a) 应通过物联网和数据模型分析，实现物、车、路、用户的最佳方案自主匹配</p>

4.4.5.7 新业态

新业态包括个性化定制、网络化协同、服务化延伸3个能力子域。新业态的成熟度要求见表11。

表11 新业态的成熟度要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
新业态	个性化定制	a) 能够通过手工方式基于客户的定制化需求，进行需求统计、组织个性化设计、生产组织	a) 应通过信息化系统收集客户的个性化定制需求； b) 应开展模块化设计，模块间的关系明确，满足个性化设计的标准化、通用性、可互换的要求	a) 个性化定制平台能与企业研发、生产等系统实现集成； b) 应建立零部件标准库、模型库，能够基于客户的个性化需求，利用系统中现有的模型进行快速设计，设计完成后能生成BOM清单； c) 应建立生产工艺库，能够根据客户个性化的生产需求，快速的进行工艺重构，实现柔性生产	a) 应支持个性化定制产品的虚拟验证； b) 应用智能技术，实现客户个性化产品推荐； c) 应通过个性化定制平台，实现个性化定制产品的预期效果展示，并能够实时跟踪定制产品的进度	a) 应建立有智能产线，能够根据个性化定制产品的工艺需求进行生产装备、工艺流程等智能匹配和重构，并快速实现智能排产和动态优化

	<p>网络化协同</p>	<p>a) 应建立了企业内部跨部门的设计协同的制度，并定义了设计标准；</p> <p>b) 应建立了企业内部各工厂各车间建立了制造协同的制度，并能够手工的进行协同信息的传递</p>	<p>a) 应建立了设计标准库和知识库，能够在企业内部跨部门进行使用和共享；</p> <p>b) 应实现各工厂各车间通过信息系统进行生产计划、配送信息等的传递，实现协同生产</p>	<p>a) 应建立协同设计平台，实现企业内部跨部门设计工具、设计标准、设计知识库等的集成与共享；</p> <p>b) 应开展企业内部跨部门的产品、工艺、设备、工装夹具、模具等多业务并行协同设计；</p> <p>c) 应依托信息系统，实现企业内部各工厂、各车间生产计划、工艺技术、产线(设备)状态、物料供给、运输设备、人员配置等制造资源实时数据的集成和分析，并能够实现基于人工辅助的调度优化</p>	<p>a) 应基于信息化系统实现企业内外部生产计划、库存、质量、交付等信息的集成和共享；</p> <p>b) 应建立协同设计平台，实现跨企业的设计工具、设计标准、设计知识库等的集成与共享</p>	<p>a) 应集成企业内外部制造信息，运用大数据及人工智能算法，开展跨企业的制造资源的动态优化配置，进行统一调度和协同生产；</p> <p>b) 应开展跨企业，跨域的产品、工艺、设备、工装夹具、模具等多业务并行协同设计，并基于内置算法实现产品性能仿真、虚拟验证等</p>
--	--------------	--	--	--	---	---

	<p>服务化延伸</p>	<p>a) 应通过工业互联网对产品进行数据采集</p>	<p>a) 应建有远程诊断模型，能对产品进行健康度、故障诊断、预测预警等健康管理服务；</p> <p>b) 应通过工业互联网平台，收集产业链上下游的服务需求，能够为产业链上下游企业提供检验检测、认证测试、技术咨询、仪器共享等服务</p>	<p>a) 应通过工业互联网平台，对产业链上下游企业提供研发设计、生产制造、检验检测、经营管理、安全生产、运维服务等工业软件或者工业APP；</p> <p>b) 应通过工业互联网平台，对产业链上下游企业提供研发设计、工艺优化、加工制造、检验检测等服务</p>	<p>a) 应通过工业互联网平台，基于平台的数据收集以及分析模型，对平台上的企业进行经营情况以及信用质量的评级和预警，并能提供设备融资租赁、供应链金融等服务；</p> <p>b) 应基于平台的数据，对供应链/产业的趋势进行预测实现供应链应用的趋势预测，推动供应链资源和节点的共享化、透明化和规范化</p>	<p>a) 应通过工业互联网平台实现产业链上下游各个节点资源的整合，推动其共享化、透明化和规范化；</p> <p>b) 应实现产品、销售、服务、趋势等数据的集成和共享，并推动产业链上下游合作伙伴一起开展共享制造、新零售等新商业模式</p>
--	--------------	-----------------------------	--	---	--	---

中国机械工程学

征求意见稿

5 评估内容

应基于汽车零部件行业智能制造能力成熟度模型，根据评估对象业务活动确定评估域。评估域应同时包含人员、技术、资源、制造四个能力要素的内容，其中，人员要素、技术要素和资源要素下的能力域和能力子域为必选内容，不可裁剪。制造要素下生产、质量能力域不可裁剪，其它能力域可裁剪。

本标准给出了建议的汽车零部件行业制造企业的评估域，如表12。

表12 汽车零部件行业制造企业主要评估域

能力要素	人员		技术			资源		制造																															
	能力域	组织战略	人员能力	数据	集成	信息安全	装备	网络	设计	生产			质量	销售	服务	供应链管理	新业态																						
能力子域	组织战略	人员能力	数据需求 和采集	数据处理	数据存储 与共享	数据分析 与应用	集成	信息安全	生产及检测 设备	公用动力 装备	网络覆盖	网络防护	网络配置	工厂规划	产品设计	产品试制	产品测试	工艺设计	订单与 销售预测	精益化 管理	计划与 调度	生产作业	设备管理	仓库管理	厂内物流	安全环保	能源管理	生产质量	实验室 管理	主机销售	售后市场 销售	客户服务	产品服务	采购管理	供应商 管理	厂外物流 管理	个性化 定制	网络化 协同	服务化 延伸

6 评估过程

汽车零部件行业智能制造能力成熟度评估流程包括预评估、正式评估、发布现场评估结果和改进提升，如图3所示。

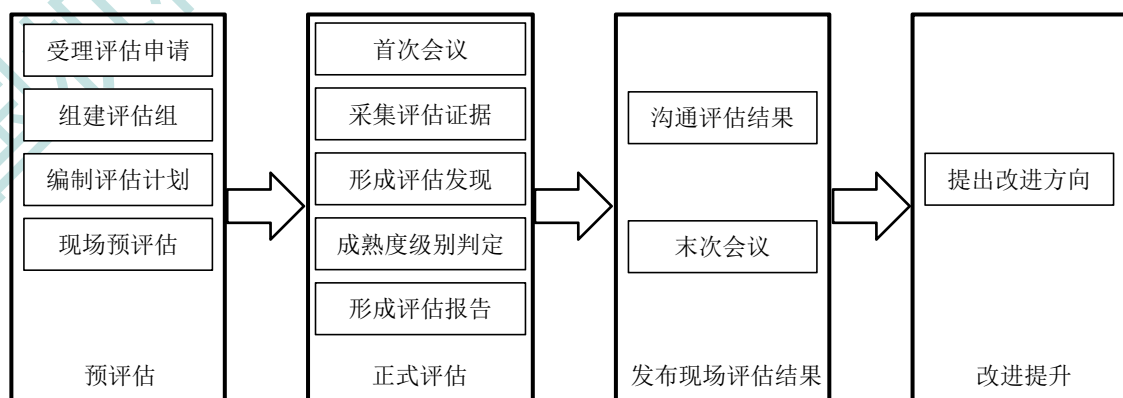


图3 汽车零部件行业制造企业智能制造能力成熟度评估过程

6.1 预评估

6.1.1 受理评估申请

评估方对受评估方所提交的申请材料进行评审，确认受评估方所从事的活动符合相关法律法规规定，实施了智能制造相关活动，并根据受评估方所申请的评估范围、申请评估等级及其他影响评价活动的因素，综合确定是否受理评估申请。

受评估方应选择与自身业务活动和匹配的评估域。

6.1.2 组建评估组

应组建一个有经验、经过培训、具备评估能力的评估组实施现场评估活动，应确认一名评估组长及多名评估组员，评估人员数量应为奇数。

评估组员职责包括：

- a) 应遵守相应的评估要求；
- b) 应掌握运用评估原则、评估程序和方法；
- c) 应按计划的时间进行评估；
- d) 应优先关注重要问题；
- e) 应通过有效的访谈、观察、文件与记录评审、数据采集等获取评估证据；
- f) 应确认评估证据的充分性和适宜性，以支持评估发现和评估结论；
- g) 应将评估发现形成文件，并编制适宜的评估报告；
- h) 应维护信息、数据、文件和记录的保密性和安全性；
- i) 应识别与评估有关的各类风险。

评估组长履行评估组员职责的同时，还应履行以下职责：

- a) 负责编制评估计划；
- b) 负责整个评估活动的实施；
- c) 实施正式评估前对评估组员进行评估方法的培训；
- d) 对评估组员进行客观评价；
- e) 对评估结果做最后决定；
- f) 向受评估方报告评估发现，包括强项、弱项和改进项；
- g) 评估活动结束后发布现场评估结论。

6.1.3 编制评估计划

智能制造能力成熟度评估分为现场预评估和正式评估两个阶段，评估前应编制预评估计划和正式评估计划，并与受评估方确认。评估计划至少包括评估目的、评估范围、评估任务、评估时间、评估人员、评估日程安排等。

6.1.4 现场预评估

评估组应围绕受评估方的需求：

- a) 了解受评估方智能制造基本情况；
- b) 了解受评估方可提供的直接或间接证据；
- c) 确定受评估方的评估域及权重；
- d) 确定正式评估实施的可行性。

6.2 正式评估

6.2.1 首次会议

首次会议的目的：

- a) 确认相关方对评估计划的安排是否达成一致；
- b) 介绍评估人员；
- c) 确保策划的评估活动可执行。

会议内容至少应说明评估目的、介绍评估方法、确定评估日程以及明确其他需要提前沟通的事项。

6.2.2 采集评估证据

在实施评估的过程中，应通过适当的方法收集并验证与评估目标、评估范围、评估准则有关的证据，包括与智能制造相关的职能、活动和过程有关的信息。采集的证据应予以记录，采集方式可包括访谈、观察、现场巡视、文件与记录评审、信息系统演示、数据采集等。

6.2.3 形成评估发现

应对照评估准则，将采集的证据与其满足程度进行对比形成评估发现。具体的评估发现应包括具有证据支持的符合事项和良好实践、改进方向以及弱项。评估组应对评估发现达成一致意见，必要时进行组内评审。

6.2.4 成熟度级别判定

依据每一项打分结果，结合各能力域权重值，计算企业得分，并最终判定成熟度等级。

6.2.5 形成评估报告

评估组应形成评估报告，评估报告至少应包括评估活动总结、评估结论、评估强项、评估弱项及改进方向。

6.3 发布现场评估结果

6.3.1 沟通评估结果

在完成现场评估活动后，评估组应将评估结果与受评估方代表进行通报，给予受评估方再次论证的机会，并由评估组确定最终结果。

6.3.2 末次会议

末次会议的目的：

- a) 总结评估过程；
- b) 发布评估发现和评估结论。

末次会议内容至少应包括评估总结、评估结果、评估强项、评估弱项、改进方向以及后续相关活动介绍等。

6.4 改进提升

受评估方应基于现场评估结果提出智能制造改进方向，并制定相应措施，开展智能制造能力提升活动。

7 成熟度等级判定

7.1 评分方法

评估组应将采集的证据与成熟度要求进行对照，按照满足程度对评估域的每一条要求进行打分。成熟度要求满足程度与得分对应如表 13 所示。

表13 汽车零部件行业制造企业成熟度要求满足程度与得分对应表

成熟度满足程度	得分
全部满足	1
大部分满足	0.8
部分满足	0.5
不满足	0

7.2 评估域权重

根据汽车零部件行业制造企业的业务特点，给出了主要评估域及推荐权重如表 14 所示。

表14 汽车零部件行业制造企业主要评估域及权重

能力要素	能力要素权重	能力域	能力域权重	能力子域	能力子域权重
人员	5%	组织战略	50%	组织战略	100%
		人员能力	50%	人员能力	100%
技术	10%	数据	60%	数据需求和采集	25%
				数据处理	25%
				数据存储与共享	25%
				数据分析与应用	25%
		集成	20%	集成	100%
信息安全	20%	信息安全	100%		
资源	5%	装备	50%	生产及检测设备	80%
				公用动力装备	20%
		网络安全	50%	网络覆盖	40%
				网络防护	30%
				网络配置	30%

能力要素	能力要素权重	能力域	能力域权重	能力子域	能力子域权重
制造	80%	设计	15%	工厂规划	20%
				产品设计	20%
				产品试制	20%
				产品测试	20%
				工艺设计	20%
		生产	35%	订单与销售预测	15%
				精益化管理	15%
				计划与调度	15%
				生产作业	15%
				设备管理	10%
				仓库管理	10%
				厂内物流	10%
				安全环保	5%
				能源管理	5%
		质量	15%	生产质量	80%
				实验室管理	20%

能力要素	能力要素权重	能力域	能力域权重	能力子域	能力子域权重
		销售	8%	主机销售	70%
				售后市场销售	30%
		服务	8%	客户服务	50%
				产品服务	50%
		供应链管理	10%	采购管理	30%
				供应商管理	30%
				厂外物流管理	40%
		新业态	9%	个性化定制	40%
				网络化协同	40%
				服务化延伸	20%

7.3 计算方法

能力子域得分是该子域每条要求得分的算术平均值，能力子域得分按式（1）计算：

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X \quad \text{..... (1)}$$

式中：

D——能力子域得分；

X——能力子域要求得分；

n——能力子域的要求个数。

能力域的得分是该域下能力域得分的加权求和，能力域得分按式（2）计算：

$$C = \sum (D \times \gamma) \quad \text{..... (2)}$$

式中：

C——能力域得分；

D——能力子域得分；

γ ——能力子域权重。

能力要素的得分是该要素下能力域的加权求和，能力要素的得分按式（3）计算：

$$B = \sum (C \times \beta) \quad \text{..... (3)}$$

式中：

B——能力要素得分；

C——能力域得分；

β ——能力域权重。

成熟度等级的得分是该等级下能力要素的加权求和，等级的得分按式（4）计算：

$$A = \sum (B \times \alpha) \quad \text{..... (4)}$$

式中：

A——成熟度等级得分；

B——能力要素得分；

α ——能力要素权重。

7.4 成熟度等级判定方法

当企业在某一等级下的成熟度得分超过评分区间的最低分视为满足该等级要求，反之，则视为不满足。在计算总体分数时，已满足的等级的成熟度得分为1，不满足的级别的成熟度得分取值为该等级的实际得分。智能制造能力成熟度总分，应是各等级评分结果的累计求和。评分结果与能力成熟度对应关系如表 15 所示。

根据表 15 给出的分数与等级的对应关系表，结合企业的实际得分 A ，可以直接判断出企业当前所处的成熟度等级。

表15 分数与等级的对应关

成熟度等级	对应评分区间
5 级（引领级）	$4.8 \leq A \leq 5$
4 级（优化级）	$3.8 \leq A < 4.8$
3 级（集成级）	$2.8 \leq A < 3.8$
2 级（规范级）	$1.8 \leq A < 2.8$
1 级（规划级）	$0.8 \leq A < 1.8$

参 考 文 献

- [1] GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型
- [2] GB/T 39117-2020 智能制造能力等级评估方法
- [3] T/CAS681-2023 汽车智能制造能力成熟度评估要求

中国机械工程学会标准征求意见稿