

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB37

山东省地方标准

DB 37/T XXXXX—XXXX

工业互联网应用成熟度评估模型

Industrial Internet Application Maturity Assessment Model

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工业互联网应用成熟度评估模型	1
4.1 评估框架	1
4.2 评估等级	2
5 评估内容	2
5.1 基础设施层	2
5.1.1 网络互联能力	2
5.1.2 设备数字化与智能化	2
5.1.3 工业互联网软件	2
5.1.4 集成分析平台	3
5.1.5 安全保障体系	5
5.2 数据管理层	6
5.3 应用服务层	7
5.3.1 生产运营优化	7
5.3.2 供应链协同	8
5.4 业务创新层	10
5.4.1 产品创新	10
5.4.2 生产模式创新	11
5.4.3 供应链创新	11
5.4.4 营销创新	12
5.4.5 服务创新	13
参 考 文 献	1
附 录 A	2
附 录 B （资料性附录）	2
附 录 C 工业互联网应用成熟度评估模型指标体系	2

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。

本文件由山东省工业和信息化厅提出并归口。

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。

工业互联网应用成熟度评估模型

1 范围

本文件提供了工业互联网应用成熟度评估标准，包括工业互联网应用的术语和定义、评估框架和评估内容等方面的详细内容。

本文件适用于山东省企业工业互联网应用成熟度的诊断与评估。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业互联网应用成熟度 industrial internet application maturity
制造企业工业互联网应用水平与成效达到期望目标及相应的应用标准的程度。

3.2

工业互联网应用成熟度评估 industrial internet application maturity assessment
对企业工业互联网应用水平与成效进行评估并确定其所在等级的过程。

4 工业互联网应用成熟度评估模型

4.1 评估框架

工业互联网应用成熟度评估模型围绕企业工业互联网应用的四个核心领域展开：基础设施层、数据管理层、应用服务层以及业务创新层，如图1所示。这四个层次从底层技术支撑到上层业务变革，全面覆盖了工业互联网应用的各个方面。

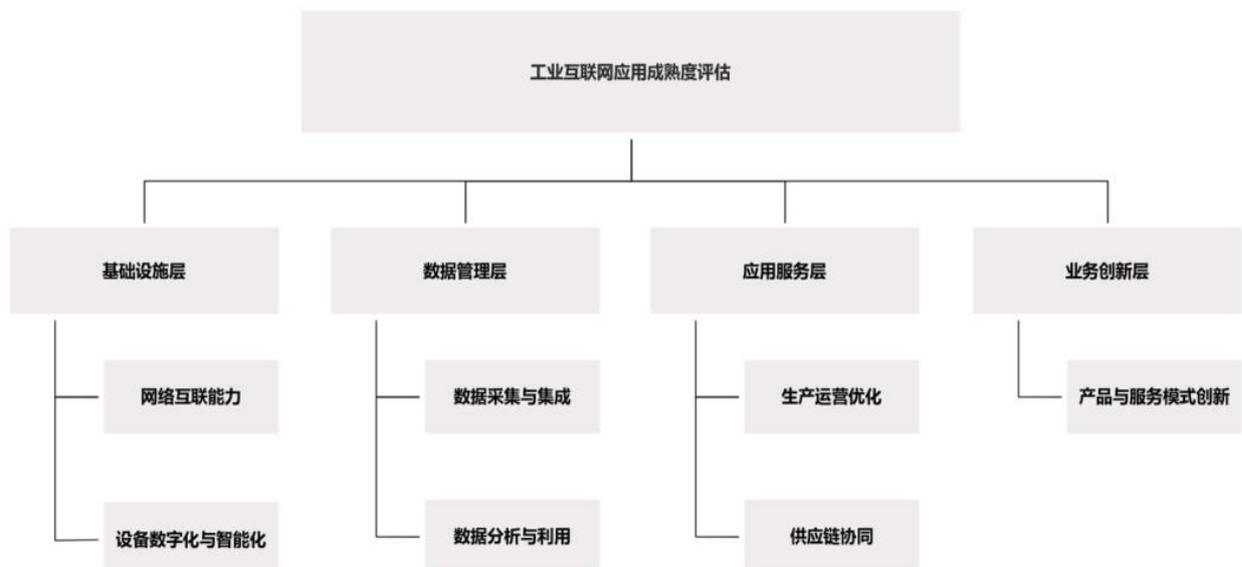


图1 工业互联网应用成熟度评估模型构成

4.2 评估等级

工业互联网应用成熟度评估等级规定了企业制造能力在不同阶段应达到的水平。成熟度等级分为三个等级，自低向高分别是L1级（0-20分）、L2级（20-40分）、L3级（40-60分）、L4级（60-80分）、L5级（80-100分），其中较高的成熟度等级涵盖了低成熟度等级的要求。

初始级：企业对于工业互联网有所认识，并进行了规划和实践，但仅限于部分环节；组织和人员尚无法满足工业互联网制造的相关需求；信息系统处于零散应用状态；对数据进行管理，但尚未充分认知其价值。

发展级：企业已制定工业互联网战略规划，结合自身特征学习工业互联网相关技术，并推动了较多关键场景的业务实践；组织和人员的能力在不断提升；初步构建了信息系统整体框架，可支撑较全面的数据管理，提升管理效率。

集成级：企业已制定工业互联网战略规划，结合自身特征学习工业互联网相关技术，并推动了较多关键场景的业务实践；组织和人员的能力在不断提升；初步构建了信息系统整体框架，可支撑较全面的数据管理，提升管理效率。

优化级：企业建立了全面的工业互联网战略规划，通过全面推动业务实践产生了较大效益；新技术和新应用全面展开，并在部分环节形成了具有行业影响力的实践经验；信息系统全面无缝集成，支撑各个环节信息的高效传递；数据应用已脱离简单的指标模式，能根据自身形成的业务规则，指导并优化相关业务。

引领级：企业已成为工业互联网领域的典范和标杆，不仅对已有各类技术和模式进行应用实践，并不断进行领先性的有益探索；基于已有系统实现了组织和流程的优化运行模式；各类设备和系统以智能化的模式实现最优运行，并通过工业互联网数据应用不断提出有效改善建议；工业互联网体系各要素有效协同，实现了企业整体利益的最大化。

5 评估内容

5.1 基础设施层

5.1.1 网络互联能力

网络互联互通能力包括：设备联网情况、网络覆盖范围、数据传输能力、协议兼容性，网络互联互通成熟度要求见表1：

表1 网络互联互通的成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
设备联网情况	仅有少量孤立的关键设备实现简单联网,设备联网率低于20%	部分重要设备实现联网,设备联网率达到20%-40%。除了关键设备外,一些辅助生产设备也开始接入网络	大部分设备实现联网,设备联网率达到40%-60%。包括生产设备、运输设备、仓储设备等都接入到网络中。	几乎所有设备实现联网,设备联网率超过60%-80%。并且开始将产业链上下游企业的相关设备纳入网络范围,实现产业链的初步协同	实现所有设备的深度联网,设备联网率达到80%以上。并且与全球产业链上的相关企业实现设备互联和数据共享,形成全球化的工业互联网网络
网络覆盖范围	网络覆盖范围非常有限,仅在局部的生产区域或特定部门有网络连接,如一个小型车间或设备集中区域	网络覆盖范围有所扩大,涵盖主要生产车间和部分相关辅助区域,如仓库、质检区域等	网络覆盖整个工厂区域,包括生产车间、仓库、办公区域等,实现了厂内的全面网络覆盖	网络覆盖范围从厂内延伸到厂外,与供应商、客户等外部企业建立网络连接,形成了一个以企业为核心的工业互联网生态网络	构建了全球范围内的网络覆盖,通过卫星通信、5G等先进技术,将分布在世界各地的工厂、研发中心、销售网点等连接在一起
数据传输能力	数据传输速度慢且不稳定,传输的数据量小,主要是一些设备的基本参数,如温度、压力等简单数值,数据传输的频率低,可能是小时级甚至更长时间间隔	数据传输速度有所提升,能够稳定传输中等规模的数据,除了设备基本参数外,还能传输一些简单的设备运行状态信息,如设备的运行模式、故障代码等。数据传输频率提高到分钟级	数据传输速度快且稳定,能够传输大量的复杂数据,如设备的实时运行曲线、高清图像数据等。数据传输频率达到秒级甚至更高	具备高效的数据传输能力,能够实时传输海量数据,如大规模生产数据、高清视频流等。同时能够根据不同的应用场景和需求,自动调整数据传输的优先级和带宽分配	具备超高速、超低延迟的数据传输能力,能够满足如远程实时操控、大规模分布式协同制造等高端应用场景的需求。数据传输速度达到毫秒级甚至更低延迟
协议兼容性	仅能支持一种或两种简单、通用的通信协议,如常见的Modbus协议,且对协议的应用也只是停留在基本的数据读取层面	能够兼容多种常见的通信协议,如除了Modbus外,还能支持OPC等协议,并且可以在不同协议之间进行简单的数据转换	不仅兼容多种常见协议,还能对一些专用设备的特殊协议进行适配,实现不同类型设备之间的数据无缝传输。建立了协议转换的中间件,提高协议兼容性	实现了协议的智能化管理,能够自动识别和适配新接入设备的协议。通过建立协议智能分析引擎,对协议进行优化和改进,提高整个网络的协议兼容性和数据传输效率	制定行业标准级的通信协议,引领整个工业互联网领域的协议发展方向。其他企业和设备都以该企业的协议为标杆进行适配和兼容

5.1.2 设备数字化与智能化

设备数字化与智能化包括：设备数字化方面与设备智能化方面，成熟度要求见表2：

表2 网络互联互通的成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
设备数字化方面	<p>a) 仅有少量关键设备具备简单的数字化功能,如可以显示设备运行的基本参数(如温度、压力的数字读数),但数据采集点单一</p> <p>b) 数字化设备占比低于20%,且这些设备的数据通常无法自动传输,需要人工记录和分析</p>	<p>a) 部分重要设备实现数字化,数字化设备占比达到20%-40%。这些设备能够采集多种运行参数,并能将数据传输到本地的管理系统</p> <p>b) 数据采集的频率有所提高,可以达到分钟级,为后续的分析提供了更多的数据基础</p>	<p>a) 大部分设备实现数字化,数字化设备占比达到40%-60%。设备之间的数据可以实现共享和交互,形成局部的数字化设备网络</p> <p>b) 数据采集更加全面和精确,不仅包括设备的运行参数,还包括设备的内部状态数据(如零部件的磨损情况等),数据传输实现实时化</p>	<p>a) 几乎所有设备都实现了数字化,数字化设备占比超过60%-80%。设备数据与企业的工业互联网平台深度融合,实现数据的高效利用和分析</p> <p>b) 数据采集涵盖设备全生命周期的数据,包括设计、制造、运行、维护等各个环节的数据,为设备的优化提供全面的数据支持</p>	<p>a) 数字化设备占比达到80%以上,并且数字化设备的数据格式和接口完全标准化,实现了设备在全球范围内的互联互通</p> <p>b) 设备数据不仅用于企业内部的生产管理,还可以与产业链上下游企业共享,推动整个产业链的数字化升级</p>
设备智能化方面	<p>a) 设备没有智能控制功能,完全依赖人工操作和经验进行设备的启停、参数调整等操作</p> <p>b) 不具备设备故障自诊断能力,设备出现故障后需要人工排查和维修</p>	<p>a) 设备具备简单的智能控制功能,如可以根据预设的程序自动调整设备的运行参数,以适应不同的生产工况</p> <p>b) 开始具备初步的故障自诊断功能,能够识别一些常见的设备故障类型,并发出警报,但仍需要人工进行确认和维修</p>	<p>a) 设备具备较为复杂的智能控制功能,可以根据实时生产数据和工艺要求进行自适应调整,实现优化生产</p> <p>b) 故障自诊断能力进一步提升,能够准确判断故障位置和原因,并提供相应的维修建议。部分设备可以实现远程诊断和维护</p>	<p>a) 设备具备高度智能化的控制功能,能够通过人工智能算法对生产过程进行预测和优化,如提前预测设备故障并进行预防性维护</p> <p>b) 设备可以与其他设备以及整个生产系统进行智能协同,实现全局最优的生产效率和质量</p>	<p>a) 设备具备自我学习和自我进化的能力,能够根据不断变化的生产环境和市场需求自动调整和优化自身的性能和功能</p> <p>b) 设备智能化水平处于行业领先地位,其智能化模式和经验可以为其他企业提供借鉴和引领作用</p>

5.1.3 工业互联网软件

工业互联网软件包括：软件范围、软件功能丰富程度、软件集成能力，工业互联网软件的成熟度要求见表3：

表3 工业互联网软件的成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成年级	优化级	引领级
软件与范围	仅使用了极少量简单的工业软件，如基本的设备监控软件，但只覆盖了关键设备中的一小部分，软件应用率低于20%	开始使用多种类型的工业软件，包括设备监控软件、简单的生产计划软件等，软件应用率达到 20%-40%	大部分生产环节都有相应的工业软件覆盖，软件应用率达到 40%-60%。包括生产管理、质量控制、设备维护等多个方面的软件	几乎所有生产环节都配备了完善的工业软件，软件应用率达到 60%-80%。并且开始将软件应用拓展到企业的非生产领域，如供应链管理、客户关系管理等	工业互联网软件应用率达到80%以上，包括企业生产、运营、管理的各个环节以及产业链上下游企业的相关环节
软件功能丰富程度	软件功能单一，仅能实现简单的数据展示，如设备的实时运行状态（如开机/关机、简单的温度、压力数值），缺乏数据分析和处理能力	除了数据展示外，软件具备一些简单的数据分析功能，如统计设备故障次数、计算设备运行时长等；可以生成简单的报表，但报表格式较为固定，缺乏定制化能力	软件具备较为复杂的数据分析和处理能力，能够根据历史数据进行趋势分析、建立简单的数据模型（如线性回归模型预测设备故障概率）。报表生成更加灵活，可以根据用户需求定制报表内容和格式	软件具备强大的数据分析和挖掘能力，能够利用人工智能、大数据等技术进行深度分析，如通过深度学习算法对产品质量缺陷进行智能识别和分类。可以根据分析结果自动生成优化方案，为企业的决策提供有力支持	软件功能处于行业领先地位，具备高度智能化的数据分析和决策能力，如能够根据全球市场动态和企业内部数据实时优化生产布局和资源配置
软件集成能力	各软件之间完全孤立，无法进行数据交互与集成，与其他生产管理系统也没有关联	部分软件之间可以进行简单的数据交换，例如设备监控软件的数据可以传输到生产计划软件中，但集成程度较低，需要人工干预	多种工业软件实现了集成，数据可以在不同软件之间自动传输和共享，形成了一个初步的软件生态系统。与企业的其他管理系统（如ERP系统）开始进行数据对接和集成	工业软件与企业内外部系统实现了深度集成，不仅企业内部的软件之间数据流通顺畅，还能与产业链上下游企业的相关软件进行数据交换和协同工作	构建了一个开放、包容的工业互联网软件生态系统，不仅实现了软件之间的无缝集成，还能吸引第三方开发者在平台上开发新的应用和服务，引领行业软件发展方向

5.1.4 集成分析平台

集成分析平台包括：数据集成度、泛在连接、分析功能、决策支持、协同能力、应用开发，集成分析平台成熟度要求见表4：

表4 工业互联网软件的成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成年级	优化级	引领级
数据集成度	仅能集成少量关键设备的数据，数据来源单一，可能只涵盖部分生产设备的基本运行参数，数据集成比例低于20%	能够集成部分重要设备和生产环节的数据，数据来源有所增加，包括设备运行状态、生产进度等数据，数据集成比例达到 20%-40%	大部分设备和主要生产环节的数据能够集成到平台，数据来源较为广泛，包括设备、人员、物料等多方面数据，数据集成比例达到40%-60%	几乎所有设备和生产环节的数据都能集成到平台，同时还能集成企业外部相关数据（如市场需求、行业动态等），数据集成比例达到 60%-80%	实现全产业链的数据集成，不仅包括企业自身的数据，还能整合上下游企业的数据，形成一个庞大的数据网络，数据集成比例达到80%以上
泛在连接	企业的信息化系统能够连接的各类生产要素（人员、机器设备、物料等）比例不足20%	企业的信息化系统能够连接的各类生产要素（人员、机器设备、物料等）占比20%-40%	企业的信息化系统能够连接的各类生产要素（人员、机器设备、物料等）占比40%-60%	企业的信息化系统能够连接的各类生产要素（人员、机器设备、物料等）占比60%-80%	企业的信息化系统能够连接的各类生产要素（人员、机器设备、物料等）占比80%以上
分析功能	具备非常基础的数据分析能力，如简单的数据统计（如计算平均值、最大值、最小值等）和可视化展示（如基本的柱状图、折线图）	具备一定的数据分析能力，可以进行简单的相关性分析和趋势预测，可视化展示更加丰富多样（如饼图、散点图等）	具有较为强大的数据分析能力，可以进行多变量分析、回归分析等，能够建立简单的数据模型预测生产趋势和设备故障。可视化展示更加直观、动态	具备先进的数据分析能力，如运用机器学习、深度学习等算法进行复杂的数据分析和预测，能够精准预测设备故障时间、市场需求变化等。可视化展示高度智能化、个性化	拥有行业领先的数据分析技术，能够进行前瞻性的分析和创新应用开发，如基于大数据分析进行新产品研发、商业模式创新等。可视化展示具有开创性和引领性
决策支持	几乎不能为决策提供有效支持，分析结果主要用于事后查看，对生产过程中的问题难以提前预警和及时调整	能为决策提供一定的参考，但支持力度有限，分析结果可以帮助企业发现一些明显的问题并进行初步调整	为企业决策提供较为有力的支持，分析结果可以指导生产计划调整、设备维护安排等，提高企业运营效率	为企业提供全面、精准的决策支持，分析结果可以直接驱动企业的战略规划和业务创新，实现智能化决策	成为行业决策的标杆，分析结果能够引领行业发展方向，推动整个产业的智能化升级和创新发展
协同能力	与其他系统的协同性很差，基本处于孤立状态，无法实现数据共享	开始与部分相关系统进行有限的数据交互，如与生产管理系统进	与多个相关系统实现较好的数据交互和业务协同，如与供应链管	与企业内外部众多系统实现深度协同，形成一个高效的生态系统，	构建了一个开放、共享的集成分析平台生态系统，吸引众多合作伙

	和业务协同	行简单的数据对接，但协同程度不高	理系统、质量管理体系等进行集成，实现信息共享和流程优化	能够快速响应市场变化和客户需求，实现产业链协同优化	伴共同参与，推动产业协同创新，引领行业发展潮流
应用开发	基本上不具备构建应用开发环境的能力，或者能力很弱	仅能为企业内部的研发设计、生产运营等环节提供开放的应用开发环境	可以集成供应链上各企业的业务环节，为多个企业提供应用开发框架和开发工具	能够将相关的知识、经验等固化为可移植、可复用的工业微服务组件库，供开发者调用	企业的信息化系统在构建应用开发环境方面的能力水平高，开发环境完备

5.1.5 安全保障体系

安全保障体系包括：网络信息安全、设备设施安全，安全管理机制，安全保障体系成熟度要求见表5：

表5 安全保障体系成熟度要求

能力子项	初始级	基础级	规范级	优秀级	卓越级
网络信息安全	企业意识到网络信息安全防护的重要性，有采取相应的安全技术措施进行防护的强烈意愿，但尚未开展具体行动	企业通过信息化手段（如防火墙、安全防护软件等）对网络信息进行安全监控，可以实时了解网络信息的运行状态	企业针对网络信息安全采取分区保护、加密、备份等技术措施，能够抵御相关的恶意攻击	企业通过网络信息安全认证，通过构建相关模型和数据分析，实现对潜在的不安全因素的自动识别和预警	能够基于大数据和人工智能等技术，实现网络信息安全防护的自适应和自优化，对潜在安全隐患自动解决
设备设施安全	企业意识到设备设施安全防护的重要性，有采取相应的安全技术措施进行防护的强烈意愿，但尚未开展具体行动	企业针对部分设备设施制定了安全措施，实施了电源保护、关键数据备份等安全技术手段	企业针对绝大部分设备设施的使用过程，由相关技术部门协同生产部门制定安全操作流程，配套安全防护措施，采取防泄漏、电源保护以及冗余备份等安全技术手段	可以与设备设施运维管理等系统集成，通过设备设施运行数据的分析，监控运行状态，判断当前是否存在安全问题	基于工业互联网大数据和人工智能等技术，实现对潜在安全隐患的识别和预警，保障安全生产的进行
安全管理机制	企业意识到数字化转型安全保障体系的重要性，着手制定相应的规划方案，但尚未形成	企业开展了网络、信息、设备等方面的安全教育活动，增强员工的安全意识	企业设立了网络、设备、控制、数据等相关的安全管理岗位，定期开展安全检查	企业成立了负责安全管理工作的专职部门，建设安全管理制度，构建安全策略	企业建设了完善的网络、数据、控制、设备、应用等方面的安全应急响应机制，并应用于所

	成果				有业务流程，通过预演练等方式验证安全机制可靠性
--	----	--	--	--	-------------------------

5.2 数据管理层

数据管理层包括：数据采集、数据存储、数据处理、数据安全、数据治理，数据管理层成熟度要求见表6：

表6 数据管理层的成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
数据采集	主要依靠人工录入或少量自动化设备采集数据，数据类型单一，采集频率低	开始使用部分传感器和自动化设备采集数据，数据类型有所增加，采集频率有所提高	广泛使用传感器和自动化设备采集数据，数据类型丰富，采集频率高，数据准确性和完整性得到较好保障	实现了全流程、全要素的数据采集，数据采集自动化程度高，能够实时获取数据，并进行数据校验和异常处理	具备智能化的数据采集能力，能够自动感知和适应环境变化，实现数据的自适应采集和动态调整
数据存储	采用简单的文件存储或传统数据库，数据存储容量有限，缺乏备份和恢复机制	采用较为先进的数据库管理系统，具备一定的数据存储容量和备份机制	采用分布式存储系统，具备大容量、高可靠性的数据存储能力，能够满足企业长期的数据存储需求	采用云存储和大数据平台，具备海量数据存储和处理能力，能够支持企业的大数据分析和应用	采用先进的分布式存储和计算技术，实现数据的高效存储和快速处理，能够满足企业实时性和高并发的业务需求
数据处理	仅进行基本的数据整理和统计，分析方法简单，无法深入挖掘数据价值	能够进行简单的数据清洗和分析，使用一些基本的数据分析工具和方法	能够进行较为复杂的数据清洗、转换和分析，使用多种数据分析工具和方法，挖掘数据中的潜在价值	能够运用先进的数据分析技术和算法，如机器学习、深度学习等，进行深度数据挖掘和预测分析，为企业决策提供精准支持	能够运用人工智能和大数据技术，实现数据的智能分析和决策支持，为企业提供前瞻性的战略规划和创新思路
数据安全	缺乏数据安全意识，没有采取有效的安全措施，数据容易泄露或被篡改	有一定的数据安全意识，采取了一些基本的措施，如设置用户权限等	建立了较为完善的数据安全体系，采取了加密、访问控制、备份恢复等多种安全措施，确保数据的安全性	建立了全方位的数据安全防护体系，包括网络安全、物理安全、应用安全等，确保数据的保密性、完整性和可用性	建立了世界级的数据安全管理体系，具备强大的安全防护能力和应急响应能力，能够有效应对各种安全威胁

					和风险
数据治理	没有明确的数据治理策略，数据质量难以保证，数据使用混乱	制定了初步的数据治理策略，开始关注数据质量问题，但执行力度较弱	制定了较为完善的数据治理制度和流程，明确了数据管理的职责和权限，加强了数据质量的管控	建立了持续优化的数据治理机制，不断完善数据标准和规范，提高数据质量，实现数据的全生命周期管理	成为行业数据治理的标杆，建立了开放、共享的数据治理生态，推动行业数据标准的制定和推广，为行业发展做出卓越贡献

5.3 应用服务层

5.3.1 生产运营优化

生产运营优化主要包括：生产计划制定、资源分配、质量控制、成本管理，生产运营优化成熟度要求见表7：

表7 生产运营优化成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成年	优化级	引领级
生产计划制定	a) 主要依靠人工经验和简单的统计数据制定生产计划，计划准确性较低，缺乏对市场需求变化的快速响应能力 b) 计划调整不灵活，通常只能在出现较大问题时进行被动调整	a) 开始使用一些简单的生产管理软件辅助制定生产计划，计划准确性有所提高 b) 能够根据市场需求的短期变化进行一定程度的计划调整，但调整速度较慢	a) 采用先进的生产计划与调度软件，能够综合考虑市场需求、设备状态、原材料供应等多方面因素制定生产计划 b) 计划调整更加灵活，能够快速响应市场需求的变化和生产过程中的突发情况	a) 运用大数据分析和人工智能技术，实现生产计划的精准预测和动态调整 b) 能够根据市场变化和客户需求的实时反馈，快速调整生产计划，提高企业的市场响应能力和竞争力	a) 生产计划制定达到全球领先水平，能够实现全球供应链的协同优化 b) 通过与全球合作伙伴的信息共享和协同决策，实现生产资源的最优配置，提高企业的全球竞争力
资源分配	a) 资源分配较为粗放，对设备、人力、原材料等资源的利用效率不高	a) 建立了初步的资源管理系统，能够对设备、人力等主要资源进行基本的监控和调度	a) 建立了完善的资源管理平台，实现对设备、人力、原材料等资源的实时监控和优化	a) 资源管理实现智能化，通过设备物联网和大数据分析，实现设备的预测性维护和资源	a) 资源管理达到极致水平，实现资源的零浪费和零闲置 b) 企业的资源利用效率

	b) 缺乏有效的资源监控和调度机制，容易出现资源浪费或短缺的情况	b) 资源利用效率有所提高，但仍有较大的提升空间	调度 b) 资源利用效率显著提高，能够最大限度地减少资源浪费和闲置	的最优配置 b) 资源利用效率达到行业领先水平，能够为企业创造更大的价值	成为行业标杆，引领行业发展方向
质量控制	a) 质量检测主要依靠人工抽检，检测覆盖率低，容易出现质量问题漏检。 b) 对质量问题的处理主要是事后补救，缺乏有效的预防措施	a) 增加了质量检测的频率和范围，采用一些自动化检测设备提高检测效率。 b) 开始对质量问题进行统计分析，寻找一些常见问题的原因，并采取相应的改进措施	a) 建立了全面的质量管理体系，采用自动化检测设备和在线检测技术，实现全流程质量控制 b) 对质量问题进行深入分析，找出根本原因，并采取有效的预防措施，降低质量问题的发生率	a) 质量控制实现智能化，采用人工智能算法对质量数据进行实时分析和预测，提前发现质量问题隐患，实现质量问题的零缺陷管理 b) 建立了质量追溯体系，能够快速定位质量问题的源头，提高质量问题的处理效率	a) 质量控制达到卓越水平，实现质量的全生命周期管理和持续改进 b) 产品质量达到国际领先水平，成为行业质量标杆
成本管理	a) 成本核算较为简单，主要关注直接生产成本，对间接成本和隐性成本关注不足 b) 缺乏有效的成本控制手段，难以实现成本的持续降低	a) 成本核算更加精细，开始关注间接成本和隐性成本 b) 采取了一些简单的成本控制措施，如降低原材料消耗、提高设备利用率等	a) 成本管理实现精细化，能够准确核算每一个生产环节的成本 b) 采用多种成本控制手段，如优化生产工艺、降低能源消耗、提高生产效率等，实现成本的持续降低	a) 成本管理实现智能化，通过大数据分析和成本优化模型，实现成本的精准控制和持续优化 b) 企业的成本优势明显，在市场竞争中处于有利地位	a) 成本管理达到顶尖水平，实现成本的极致优化和价值最大化 b) 企业的成本控制能力成为核心竞争力，为企业的可持续发展提供坚实保障

5.3.2 供应链协同

供应链协同包括：信息共享程度、协同决策能力、物流协同水平、风险管理能力，供应链协同成熟度要求见表 8：

表8 供应链协同成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
------	-----	-----	-----	-----	-----

信息共享程度	<p>a) 企业与供应链上下游企业之间的信息共享非常有限，主要通过电话、邮件等传统方式进行少量的订单状态、交货日期等基本信息交流</p> <p>b) 数据准确性和及时性难以保证，容易出现信息不一致的情况</p>	<p>a) 开始采用电子数据交换（EDI）等简单的信息技术手段进行信息共享，能够传递订单、发货通知等较为规范的信息</p> <p>b) 信息的准确性和及时性有所提高，但数据的深度和广度仍有限</p>	<p>a) 建立了较为完善的供应链信息共享平台，能够实时共享订单、库存、生产进度、物流状态等多方面的信息</p> <p>b) 数据的准确性和及时性得到有效保障，信息透明度大大提高</p>	<p>a) 利用先进的工业互联网技术，实现供应链信息的深度融合和智能分析。能够实时获取市场动态、客户需求变化等外部信息，并与供应链内部数据进行整合分析</p> <p>b) 信息共享达到智能化水平，为供应链协同提供强大的数据支持</p>	<p>a) 打造全球领先的供应链信息共享生态系统，实现供应链全链条的信息无缝对接和实时交互。与全球供应商、客户、合作伙伴等实现深度融合，共同创造价值</p> <p>b) 信息共享达到极致水平，成为行业标杆，引领供应链发展方向</p>
协同决策能力	<p>a) 几乎没有协同决策机制，企业主要根据自身需求进行采购、生产和销售决策，很少考虑供应链伙伴的情况</p> <p>b) 对市场变化的响应速度慢，容易导致库存积压或缺货</p>	<p>a) 建立了一些基本的协同决策机制，如与主要供应商共同制定采购计划、与客户协商交货日期等</p> <p>b) 能够在一定程度上考虑供应链伙伴的需求，但决策过程仍以企业自身利益为主导</p>	<p>a) 形成了较为成熟的协同决策机制，企业与供应链伙伴能够共同参与需求预测、库存管理、生产计划等关键决策过程</p> <p>b) 决策过程更加注重供应链整体效益的最大化，实现共赢</p>	<p>a) 基于大数据分析和人工智能技术，实现供应链协同决策的智能变化。能够快速准确地预测市场需求、优化库存水平、调整生产计划等，提高供应链的敏捷性和适应性</p> <p>b) 协同决策过程高度自动化，决策效率和准确性大幅提升</p>	<p>a) 构建智能化的全球供应链协同决策中心，能够实时响应全球市场变化和客户需求。通过跨企业、跨行业的协同创新，推动供应链的持续优化和升级</p> <p>b) 协同决策能力达到世界一流水平，为企业的全球化发展提供强大动力</p>
物流协同水平	<p>a) 物流过程缺乏有效的协同，运输、仓储等环节各自为政，物流效率低下</p> <p>b) 难以实时跟踪物流状态，货物丢失、损坏等情况时有发生</p>	<p>a) 物流环节之间开始进行初步的协同，如运输公司与仓库之间能够进行简单的信息沟通和协调</p> <p>b) 可以实现部分物流状态的跟踪，但实时性和准确性有待提高</p>	<p>a) 物流环节实现高度协同，运输、仓储、配送等环节紧密配合，物流效率显著提高</p> <p>b) 能够实时跟踪物流全过程，对货物的位置、状态等信息了如指掌</p>	<p>a) 物流协同实现智能化，通过物联网、机器人等技术实现物流过程的自动化、智能化管理。能够优化运输路线、提高仓储利用率、实现精准配送等，降低物流成本，提高服务质量</p>	<p>a) 建立全球智能物流网络，实现物流资源的高效配置和优化利用。通过无人化、智能化的物流技术，实现物流服务的高效、精准、绿色发展</p> <p>b) 物流协同成为企业的核心竞争力之一，为全</p>

				b) 物流服务水平达到行业领先，为客户提供极致的物流体验。	球客户提供卓越的物流解决方案
风险管理能力	a) 对供应链风险的认识不足，缺乏有效的风险预警和应对机制 b) 一旦出现供应中断、需求波动等风险，企业往往陷入被动应对的局面	a) 开始关注供应链风险，建立了一些简单的风险指标和预警机制 b) 能够对常见的风险进行初步的识别和应对，但应对措施的有效性有限	a) 建立了较为完善的供应链风险管理体系，能够对各类风险进行全面的识别、评估和监控 b) 制定了有效的风险应对策略，能够在风险发生时迅速采取措施，降低损失	a) 建立了智能化的供应链风险管理平台，能够实时监测和预警各类风险。通过模拟分析和风险预案库，提前制定应对措施，确保供应链的稳定运行 b) 风险管理能力成为企业的核心竞争力之一，为企业的可持续发展提供坚实保障	a) 建立世界级的供应链风险管理体系，能够应对各种复杂的风险挑战。通过与全球合作伙伴共同构建风险共担机制，实现供应链的稳定、可靠运行 b) 风险管理能力成为企业的核心价值之一，为企业的可持续发展保驾护航

5.4 业务创新层

5.4.1 产品创新

产品创新成熟度要求见表9:

表9 产品创新成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
产品创新	a) 产品设计基本沿用传统方式，对工业互联网技术缺乏认知和应用 b) 产品功能较为单一，主要满足基本的使用需求，没有智能化元素 c) 很少考虑产品在	a) 开始了解工业互联网技术，在产品中尝试引入一些简单的数据采集功能，如传感器等 b) 产品功能有一定拓展，能够提供一些基本的远程监控或状态反馈	a) 较为深入地应用工业互联网技术，产品具备一定的智能化水平，如自动调整参数、故障预警等功能 b) 产品设计考虑多种使用场景，具备一定的灵活性和适应性	a) 产品高度融合工业互联网技术，实现智能化、网络化和协同化 b) 能够根据客户个性化需求进行定制化生产，产品功能丰富且具有独特性 c) 建立完善的产品创	a) 产品处于行业领先地位，引领工业互联网应用下的产品创新趋势 b) 产品创新不仅满足客户当前需求，还能预测未来需求，创造新的市场机会 c) 形成开放的产品创新

	同场景下的适应性，缺乏灵活性	c) 对市场需求有初步的调研，但产品创新主要基于模仿，缺乏独特性	c) 积极开展市场调研，根据客户反馈进行产品改进，创新意识逐渐增强	新体系，包括研发、测试、反馈等环节，持续推动产品升级	生态，与合作伙伴共同推进产品技术的不断进步
--	----------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	-----------------------

5.4.2 生产模式创新

生产模式创新成熟度要求见表10:

表10 生产模式创新成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
生产模式创新	a) 生产主要依靠传统方式，对工业互联网概念了解有限 b) 部分环节可能有简单的自动化设备，但整体生产流程缺乏系统性整合 c) 生产计划制定较为粗放，对市场变化的响应速度较慢	a) 开始尝试引入一些工业互联网技术，如数据采集设备用于监测生产过程中的部分参数 b) 有初步的生产流程优化意识，但优化幅度较小 c) 能够根据短期市场需求调整生产计划，但灵活性仍有待提高	a) 较为广泛地应用工业互联网技术，实现生产过程的部分数字化和可视化 b) 对生产流程进行系统优化，提高生产效率和产品质量 c) 建立相对灵活的生产计划体系，能够较好地应对市场波动	a) 深度融合工业互联网，实现智能化生产。生产设备具备自诊断、自调整功能，生产过程高度自动化 b) 基于大数据分析持续优化生产流程，实现精准生产和精益管理 c) 能够快速响应市场变化，动态调整生产计划，实现个性化定制生产	a) 成为工业互联网应用在生产模式创新方面的标杆企业 b) 构建智能工厂，实现生产全流程的智能化、协同化和绿色化 c) 以客户需求为导向，通过工业互联网平台实现产业链上下游的高效协同，创新生产模式不断引领行业发展

5.4.3 供应链创新

供应链创新成熟度要求见表11:

表11 供应链创新成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
------	-----	-----	-----	-----	-----

供应链创新	<p>a)供应链管理主要依靠传统方式，如纸质文档、电话沟通等</p> <p>b)对供应商和客户信息掌握有限，缺乏有效的数据共享机制</p> <p>c)供应链响应速度较慢，难以应对突发情况</p>	<p>a)开始采用一些信息化手段管理供应链，如使用电子邮件、电子表格等</p> <p>b)能够收集部分供应商和客户的基本信息，但数据分析和利用能力较弱</p> <p>c)有一定的供应链风险意识，但应对措施较为单一</p>	<p>a)引入供应链管理系统，实现部分流程的信息化和自动化</p> <p>b)建立了初步的数据共享平台，与主要供应商和客户进行信息交换</p> <p>c)能够进行简单的供应链数据分析，如库存周转率分析等，以优化供应链决策</p> <p>d)具备一定的供应链风险应对能力，如建立安全库存等</p>	<p>a)深度应用工业互联网技术，实现供应链的智能化</p> <p>b)建立完善的数据共享和协同平台，与供应链上下游企业实现实时信息交互和协同决策</p> <p>c)利用大数据分析和人工智能技术，对供应链进行精准预测和优化，如需求预测、库存优化等</p> <p>d)具备较强的供应链风险管控能力，能够快速响应和应对各种风险事件</p>	<p>a)成为供应链创新的引领者，推动整个行业的供应链升级</p> <p>b)构建开放、共享、协同的供应链生态系统，整合全球资源，实现供应链的高效运作</p> <p>c)持续创新供应链管理模式和技术，为客户提供卓越的供应链服务</p> <p>d)具备强大的供应链可持续发展能力，在环保、社会责任等方面发挥积极作用</p>
-------	---	--	---	---	--

5.4.4 营销创新

营销创新成熟度要求见表12:

表12 营销创新成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
营销创新	<p>a)营销主要依靠传统渠道，如线下展会、传单等，对工业互联网在营销中的作用认识不足</p> <p>b)缺乏对客户数据的收集和分析，营销决策主要基于经验和直觉</p> <p>c)品牌推广力度较弱，</p>	<p>a)开始尝试利用互联网进行营销，如建立企业官网、发布产品信息等</p> <p>b)初步收集客户信息，但分析深度不够，难以精准定位目标客户</p> <p>c)有一定的品牌意识，但品牌形象不够鲜明</p>	<p>a)较为系统地运用互联网营销手段，如搜索引擎优化、社交媒体营销等</p> <p>b)建立客户数据库，能够进行简单的数据分析，以指导营销活动</p> <p>c)品牌形象逐渐清晰，</p>	<p>a)深度融合工业互联网技术，实现精准营销。利用大数据分析客户需求 and 行为，定制个性化营销方案</p> <p>b)建立全渠道营销体系，线上线下融合，提高营销效率和客户体</p>	<p>a)成为工业互联网营销创新的标杆企业，引领行业营销模式变革</p> <p>b)利用人工智能、虚拟现实等前沿技术，打造沉浸式营销体验，开拓新的营销领域</p> <p>c)品牌具有强大的号召</p>

	市场知名度低		有一定的市场认可度	验 c) 品牌影响力不断扩大, 在行业内有一定的知名度和美誉度	力和忠诚度, 成为客户首选品牌 d) 建立开放的营销生态系统, 与合作伙伴共同创新, 实现共赢
--	--------	--	-----------	------------------------------------	--

5.4.5 服务创新

服务创新成熟度要求见表13:

表13 服务创新成熟度要求

能力子项	初始级	发展级	集成级	优化级	引领级
服务创新	<p>a) 服务主要以传统的售后维修和技术支持为主, 响应速度较慢</p> <p>b) 对客户需求的了解较为有限, 服务方式较为单一</p> <p>c) 缺乏服务创新的意识和规划, 没有利用工业互联网技术提升服务水平的举措</p>	<p>a) 开始关注客户需求, 提供一些基本的在线服务渠道, 如电子邮件咨询、电话客服等</p> <p>b) 能够收集部分客户反馈信息, 但分析和应用能力不足</p> <p>c) 尝试引入一些简单的工业互联网技术, 如远程诊断设备故障, 但应用范围较窄</p>	<p>a) 建立较为完善的客户服务体系, 包括多种在线服务渠道和快速响应机制</p> <p>b) 能够通过数据分析客户需求 and 行为, 为服务改进提供依据</p> <p>c) 广泛应用工业互联网技术, 实现远程监控、预测性维护等服务, 提高服务效率和质量</p>	<p>a) 打造以客户为中心的服务模式, 根据客户个性化需求提供定制化服务</p> <p>b) 利用大数据、人工智能等技术深度挖掘客户潜在需求, 主动提供增值服务</p> <p>c) 建立服务创新平台, 与合作伙伴共同开展服务创新, 拓展服务领域</p>	<p>a) 成为服务创新的引领者, 树立行业服务标杆</p> <p>b) 持续推出具有颠覆性的服务创新举措, 重塑行业服务格局</p> <p>c) 构建开放、共享、协同的服务生态系统, 整合全球服务资源, 为客户提供全方位、一站式服务</p> <p>d) 服务创新成果得到广泛认可和推广, 对行业发展产生重大影响</p>

参 考 文 献

- [1] 《工业互联网应用成熟度评估白皮书（讨论稿）》，工业互联网产业联盟（AII），2019
- [2] 《工业互联网成熟度评估白皮书（1.0版）》，工业互联网产业联盟（AII），2017
- [3] T/SDSEC 0001-2022 工业互联网应用成熟度评估办法

附 录 A

附 录 B（资料性附录）

附 录 C 工业互联网应用成熟度评估模型指标体系

能力域	能力项	能力子项	初始级 (0-20)	发展级 (20-40)	集成级 (40-60)	优化级 (60-80)	引领级 (80-100)
一、基础设施层	网络互联能力	设备联网情况					
		网络覆盖范围					
		数据传输能力					
		协议兼容性					
	设备数字化与智能化	设备数字化方面					
		设备智能化方面					
	工业互联网软件	软件范围					
		软件功能丰富程度					
		软件集成功能					
	集成分析平台	数据集成度					
		泛在连接					
		分析功能					

		决策支持	
		协同能力	
		应用开发	
	安全保障体系	网络信息安全	
		设备设施安全	
		安全管理机制	
二、数据管理层	数据采集	数据采集	
	数据存储	数据存储	
	数据处理	数据处理	
	数据安全	数据安全	
	数据治理	数据治理	
三、应用服务层	生产运营优化	生产计划制定	
		资源分配	
		质量控制	
		成本优化	
	供应链协同	信息共享程度	
		协同决策能力	
		物流协同水平	
		风险管理能力	
四、业务创新层	产品创新	生产系统设计与仿真	
	生产模式创新	生产模式创新	
	供应链创新	供应链创新	
	营销创新	营销创新	
	服务创新	服务创新	