

附件 2

内蒙古自治区智能工厂梯度建设

典型场景参考标准

(2025 年版)

为方便企业快速评价智能工厂建设水平，根据《智能制造典型场景参考指引(2024 版)》《内蒙古智能工厂梯度培育要素条件(2025 年版)》等，制定本智能工厂典型场景参考标准。

鼓励企业参照《智能制造典型场景参考指引(2024 年版)》开展智能工厂建设，建成后对照《内蒙古自治区智能工厂梯度建设典型场景对照参考表》(见附表)开展基础级、先进级、卓越级、领航级智能工厂的申报认定工作。

附表

内蒙古自治区智能工厂梯度建设典型场景对照参考表

序号	环节	场景名称	基础级场景描述	先进级场景描述	卓越级场景描述	领航级场景描述
1	工厂建设	工厂数字化设计与交付	/	基于先进物流和动线仿真软件，进行多方案比较和优化，能够提供多种优化方案供选择；使用专业的生产系统建模工具，对生产线进行精细化设计和优化，生产线的设计更加合理。	集成 BIM、物流和动线仿真、生产系统建模等技术，形成完整的数字化设计与交付平台。	引入人工智能、大数据等先进技术，对工厂设计进行全面仿真，实现工厂设计的动态调整。
2		数字孪生工厂运营优化	/	初步构建数字孪生系统的框架，实现设备、产线、车间、工厂等关键元素之一的数字化展示。	实现所有关键工序和风险环节的数字化展示；异构模型融合技术得到广泛应用，实现复杂的系统集成。	实现与物理世界的深度交互，能够进行虚拟模型和物理模型的双向控制和优化，以优化运营效果。能够根据历史数据和实时反馈进行智能调整。
3	产品设计	产品数字化研发设计	基于计算机辅助开展三维产品设计，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。	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；三维模型集成产品设计信息，确保产品研发过程中数据源的唯一性。	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；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。	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；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；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；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。
4		虚拟验证与中试	/	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。实现产品设计与工艺设计间的信息交互、并行协同。	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。	搭建虚实融合的试验验证环境，应用多物理场动态特性仿真、可靠性分析、AR/VR 等技术，降低验证与中试成本，加速产品熟化。
5	工艺设计	工艺数字化设计	基于计算机辅助开展工艺设计和优化；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。	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；基于典型产品或特征建立工艺模型，实现关键工艺设计信息的重用。	在典型产品的工艺设计中采用三维模型，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。	在全部产品的工艺设计中采用三维模型，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；基于工艺知识库的集成应用，辅助工艺优化。
6		可制造性设计	前瞻性开展工艺审查工作。	通过历史数据分析，面向效率提升和成本降低提出改善性方案，优化产品结构，实现工艺不同专业之间的并行设计。	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，实现工艺设计与制造协同。	基于设计、工艺、生产、检验、运维等数据分析，构建实时优化模型，实现工艺设计和产品设计的协同优化。
7	计划调度	生产计划优化	基于信息系统实现生产计划自动编制，可基于规则自动调整，减少人工干预，提高响应速度。	考虑多因子约束条件自动生成生产计划，并实现生产计划动态调整，平衡供需，提升资源利用率和准时交货率。	应用高级优化算法，实现多目标，多方案生产计划，平衡效率与成本，提高资源利用率。	引入 AI 智能预测与决策，持续优化生产计划，自适应复杂环境，实现跨系统、跨工厂的生产计划协同优化，全局视角资源配置。
8		智能排产调度	/	智能排产调度系统引入复杂的算法，能够处理多工序、多资源的排产调度。	基于系统能够进行实时的调整和优化，能够预测潜在的生产瓶颈，自动调整生产计划以避免延迟。	系统具备高度的自适应性和学习能力，能够通过机器学习算法不断优化自身的排产策略和调度能力，以适应不断变化的生产环境

						和需求。
9	生产作业	产线柔性配置	应用自动化产线。	产线自动化程度高，采用模块化、参数化设计理念，关键设备和工作站可以根据需要快速重新配置。	实现全产线数字孪生，模拟验证产线配置，快速精准响应市场变化。	达成高度自适应产线，AI 驱动持续优化，实现零停机换产与最高效率。
10		人机协同制造	实现简单、重复性任务协同，如物料搬运、简单装配等。	实现复杂、个性化任务协同，如物料搬运、简单装配等。	构建协同作业单元和管控系统，应用智能交互、自主规划、风险感知和安全防护等技术，在复杂任务中实现高度协同。	构建高度智能决策算法、自我修复和优化能力、全面安全防护系统等，实现自主完成任务。人的职责主要体现在系统设计、性能维护及技术更新等方面。
11		工艺动态优化	/	多设备联合寻优等算法，找到最优的工艺参数组合，实现生产线的整体性能最优。	应用设备机理与数据混合建模、多设备联合寻优等技术，实现工艺过程和设备参数在线优化，显著提高产品质量一致性。	实现智能产线和工艺在线优化系统的深度融合，具备自主学习和决策能力，实现智能化的参数调整和优化。
12		先进过程控制	引入基本过程控制系统（如 PLC），实现对关键工艺参数的监测和初步控制，能够应对一定程度参数波动，优化能力有限。	实现对复杂工艺过程的动态监控和优化，动态调整工艺参数，实现最优生产。	基于先进过程控制系统，应用模型预测控制、多目标寻优等技术，实现更精准、实时的工艺流程控制优化，有效稳定产品质量，提高产出率。	将先进过程控制、实时优化、智能优化等技术高度集成，形成完整的智能化生产体系，实现精准、实时、闭环工艺流程控制优化。
13		数智精益管理	通过信息系统收集和分析生产数据，以支持决策制定；	建立较为完善的数据采集与管理系统，实时收集、分析和监控生产数据；	进一步引入 AI 技术，以实现对生产过程的智能监控和优化；	对生产数据进行深度挖掘和分析，实现预测性维护和智能化生产；产品质量和交付周期得到显著优化，客户满意度大幅提升；
	将精益管理理念与数智技术结合。		将精益管理理念与信息系统深度融合，生产过程调整减少，产品质量和稳定性得到显著提升。	实现基于数据驱动的管理决策能力增强，运营效率大幅提升。	精益管理方法与数智技术深度融合，形成一套完整的数智精益管理体系。	

14	质量管控	在线智能检测	实现质量数据的在线填报。	应用数字化检验设备，应用物性成分分析、机器视觉检测等技术，实现产品缺陷在线识别和质量自动判别。	构建在线智能检测系统, 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；同时建立产品质量问题知识库，提升质量检测效率和准确性。	应用人工智能、大数据等新一代信息技术不断提升产品质量检测能力，实现产品质量数据采集规模化、完备化。
15		质量追溯与分析改进	通过信息系统采集并关联产品原料、设计、生产等关键环节的质量数据，实现生产过程中原材料、半成品、产成品等质量信息追溯，并提供质量问题初步分析与报告。	建立质量管理体系（QMS），依托该系统，实现产品质量数据的实时采集与存储，并支持质量问题的全面记录与跟踪，确保问题可追溯，有效提升产品质量管理效率与准确性。	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；引入质量机理分析技术，深入探究质量问题的根本原因，形成结构化质量知识库，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。	采集产品原料、设计、生产、使用等全流程质量数据，实现全生命周期质量精准追溯。整合质量数据，构建 AI 模型，支持产品设计、生产工艺和质量控制策略的智能优化。
16	设备管理	设备运行监控	实现关键设备基本数据（如温度、压力、转速等）采集，数据管理和分析主要依靠人工或简单软件工具。	基于信息化系统实时采集设备数据，开展设备运行数据数据分析，如数据可视化、历史数据查询与报表分析等。	通过集成智能传感技术与先进机器学习/深度学习算法、综合性设备监控系统，实现设备数据全面采集与分析，实时监测当前状态及异常报警。	精确预测设备运行状态，前瞻性地识别潜在故障或异常，有效确保设备持续稳定运行，提高设备运行效率。
17		设备智能运维	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。	建立设备运维管理平台，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。	应用故障机理分析技术，对设备数据进行深入分析，识别故障模式，形成建立设备故障知识库并与设备运维管理平台集成。	基于设备运行模型和设备故障知识库，应用知识图谱、机理分析等 AI 技术自动给出预测性维护解决方案。
18	仓储物流	智能仓储	基于条码、二维码、RFID 等，实现出入库、盘点、安全库存等信息管理。	建立仓储管理系统（WMS），实现货物库位分配、出入库、移库等管理。	仓储管理系统与制造执行系统集成，根据实际生产作业计划实现半自动或全自动出入库管理，同时采用射频遥控数据终端、声	建立仓储模型，实现库存的状态监测、在线盘点以及路径的优化。

					控或按灯拣货等先进技术来优化入库和拣货流程。	
19		精准配送	基于生产计划定时配送。	通过配送设备和信息系统集成,实现关键件及时配送。	通过数字化仓储设备、配送设备与信息系统集成,依据实际生产状态实时拉动物料配送。	应用室内高精度定位导航、物流路径动态规划、物流设备集群控制等技术,实现厂内物料配送快速响应和动态调度,提升物流配送效率。
20	安全管控	安全一体化管控	建立安全生产制度,并通过信息化手段进行管理和报警。	建立生产安全管控系统,集成安全培训、风险管理等知识库,实现安全数据统一管理,自动识别潜在安全风险并发出预警,提高安全防护水平。	应用生产运行风险动态监控、非法入侵、安全预警等技术,实现危险源的动态识别、评审和治理。	搭建应急处置系统,实现安全风险的实时监控和预警,自动触发应急响应措施,提高安全防护水平和安全事故快速处置能力,降低事故发生率和损失。
21		危险作业自动化	在现场作业端张贴安全标识,应用安全光栅、安全护栏等方法,强化现场安全管控。	在危险作业区域安装传感器、摄像头等监控设备,建设智能作业单元实时监测作业状态,异常情况或潜在风险时,系统自动触发报警,提醒操作人员及时采取措施。	增加远程监控和辅助作业功能。操作人员可以通过远程监控平台实时查看作业现场的情况,并通过远程控制系统对作业设备进行一定程度的操作或调整。初步实现危险作业环节的少人化。	安全管控系统根据预设规则和算法,自动完成部分危险作业任务,如自动调整作业参数、自动启动或停止设备等。同时,系统具备自我学习和优化能力,根据历史作业数据和实时反馈不断调整和优化作业策略。危险作业环节无人化程度显著提高,操作人员只需在必要时进行干预或监督。
22	能碳管理	能源智能管控	建立能耗管控系统,实现能耗数据统一管理和初步分析。	对能源输送、存储、转化、使用等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。	建立能源管理平台,应用能源平衡调度技术,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供能源数据。	建立节能模型,实现能流的精细化管理和可视化管理。

23		碳资产全生命周期管理	/	通过传感器、物联网技术等手段，实时、准确地收集企业各个生产环节中的碳排放数据；建立数字化碳管理系统，对收集到的数据进行整理、存储和初步分析，形成碳排放初步报告。	将碳排放数据与企业生产流程、供应链管理等信息相结合，形成完整的碳排放链条。系统自动核算各个生产环节的碳排放量，并追踪产品从原材料采购、生产制造、运输销售到废弃处理的全生命周期碳排放情况。	实现智能化碳排放管理与交易，自动完成碳排放的核算和追踪，同时根据企业的减排目标 and 市场需求，智能地制定减排策略和优化方案。
24	环保管理	污染在线管控	通过信息技术手段实现环保管理，对污染重点排放部位进行识别并定期开展监测。	通过信息系统实现环保管理，污染数据可自动采集并记录。	实现从清洁生产到末端治理的全过程污染数据的采集，实时监控及报警，并开展可视化分析。	实现污染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。
25	营销与售后	智慧营销管理	基于市场信息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；对销售订单、销售合同、分销商、客户等信息进行统计和管理。	通过信息系统编制销售计划，实现销售计划、订单、销售历史数据的管理；通过信息技术手段实现分销商、客户静态信息和动态信息的管理。	通过对客户信息的挖掘分析，优化客户需求预测模型，制定精准的销售计划；应用用户画像、需求预测等技术，实现基于客户需求洞察的营销策略优化和供需精准匹配。	采用大数据、云计算和机器学习等技术，通过数据挖掘、建模分析，全方位分析客户特征，实现满足客户需求的精准营销，并挖掘客户新的需求，促进产品创新。
26		产品智能运维	服务人员能够及时提供现场或远程运维操作指导，并通过信息技术手段对产品使用信息进行统计，反馈给相关部门。	构建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的产品远程运维系统，并实现与设计、生产、销售等系统的集成；建立产品故障知识库和维护方法知识库。	产品远程运维系统集成 AR/VR、预测性维护等技术，实现基于运行数据的产品远程监控、故障诊断和增值服务创新，提高产品附加值。	远程运维服务平台能够提供远程监测、故障预警预测性维护等服务；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。

27		智能客户服务	建立包含客户反馈渠道和服务满意度评价制度的规范化服务体系，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，实现客户服务闭环管理。	通过客户服务平台或移动客户端等实时提供在线客服；建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。	通过客户服务平台、客户关系管理系统等实现面向客户的精细化管理，提供主动式客户服务。	应用 AR/VR、自然语言处理、知识图谱、大数据分析等技术，实现主动式客户服务响应，提高客户满意度。
28	供应链管理	供应链计划协同优化	/	/	建立供应链管理系统，在供应链各环节之间建立计划协同机制，确保各环节的生产、采购、库存等计划相互衔接和一致。	建立共享信息平台，实现深度计划协同包括需求预测协同、生产计划协同、采购协同、制造协同、物流协同、库存协同和销售与服务协同等。
29		供应链物流智能配送	/	/	物流系统与仓储管理系统集成，实现关键运输节点的信息跟踪与反馈，通过物流运输系统实现拆单、拼单等功能。	实现生产、仓储配送(管道运输)、运输管理多系统的集成优化；实现运输配送全过；应用多模态感知、实时定位导航、智能驾驶等技术，实现厂外物流全程跟踪、异常预警和高效处理。
30		供应商数智化管理	建立合格供应商管理机制，通过信息技术手段,实现供应商的寻源、评价和确认。	建立供应商管理系统，通过系统开展供应商管理，对供货质量、技术、响应、交付、成本等要素进行量化评价。	应用供应商风险评估、供应链溯源等技术，实现供应商精准画像，开展评价、分级分类、寻源和优选。	建立供应商评价模型，实现供应商评价优化。
31	信息基础设施	先进工业网络应用	实现工业控制网络和生产网络覆盖。	建立具有远程配置功能的网络，具备带宽、规模、关键节点的扩展和升级功能，保障关键业务数据传输的完整性。	部署工业互联网、物联网、千兆光网等新型网络基础设施。	建设工业数据中心、智能计算中心、工业互联网平台以及新型网络、数据等各类基础设施。应用异构网络融合、远距离高带宽实时通信等技术，建设满足智能制

						造需求的低时延、高可靠、大带宽工业网络。
32		工业信息安全管控	定期对关键工业控制系统开展信息安全风险评估；在工业主机上安装正规的工业防病毒软件。	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；保障关键数据的完整性。	建立工业互联网安全和数据分类分级管理机制，部署工业控制系统网络安全防护设备，建设数据安全风险监测和应急处置能力。	应用安全态势感知、多层次纵深防御等技术，实现全方位全流程安全漏洞监测、风险防控、快速处置，提升网络安全和数据安全防护水平。
33		工厂数据资源管理	建立基本的数据管理制度和流程，对基础的企业内数据进行初步的数据管理和质量监控。	制定并执行统一的数据标准和规范，建立专门的数据治理组织或团队优化数据流程，必要时实现数据的跨域控制的标准化和规范化，以及业务活动的数据上云。	应用云计算、大数据、隐私计算、区块链等技术，构建可信数据空间，实现企业内或跨企业数据的安全可信流通、有效治理和分析利用。	构建全面的数据治理体系，建设数据中心，利用数据分析、数据挖掘等技术手段，深入挖掘数据的潜在价值。
34	多环节 模式创新	数据驱动产品研发	/	/	集成市场、设计、生产、使用等多维数据，进行产品竞品分析与客户需求分析，为产品研发提供建议。	探索创成式设计，基于数据驱动的产品形态、功能和性能的研发设计和持续优化，缩短产品研发周期，加速产品创新。
35		大规模个性化定制	/	/	产品设计需模块化并兼顾标准化，企业需具备柔性生产制造能力和数字化管理系统，同时引入AI技术，以快速响应需求并提升客户需求识别、产品设计、生产调度等流程的智能化水平。	提供深度定制与个性化服务，涵盖产品外观与功能的开发，并建立健全客户服务体系。通过智能制造与协同生产提升效率，以数据驱动持续改进生产流程与产品设计。
36		网络协同制造	/	/	建立完善的数字化管理系统，借助工业互联网平台、物联网等技术实现生产设备、传感器与管理系统间数据集成与共享，同时与	建立网络协同制造平台，推动多环节、多工厂或多企业间设计、生产、管理、服务等环节紧密连接，实现跨企业跨地域的业务协

					供应商、合作伙伴建立紧密的协同生产机制。	同和制造资源配置优化。
37		研产供销服 深度集成	/	/	建立有效的市场监测机制；优化资源配置流程，确保资源在研发、生产、销售等关键环节的高效利用。	构建高效协同运营平台，实现产品全生命周期协同优化。
38		弹性供应链	/	/	建立供应链风险预警与弹性管控系统，识别供应链风险及风险跟踪管理。	集成应用供应链风险识别和动态响应模型，实现供应链风险在线监控、精准识别、提前预警和快速处置，提升产业链供应链韧性和安全水平。
39		全员数字化 管理	/	组织全员数字化能力培训，涵盖数字化工具使用、数据分析及健康管理等内容。	构建统一的人员能力数字化管理平台，集成多维度信息，通过数据集成、分析与可视化对人员数字化能力进行提升。	搭建知识管理体系，建立知识管理平台，实现人员知识、技能和经验的数字化与软件化沉淀与传播。
40		可持续制造	/	/	建立节能模型，实现能源数据与其他系统共享，以精细化和可视化管理能流，为业务管理和决策支持提供数据支撑。	实现能源的动态预测与平衡，精准指导生产过程，开展产品全生命周期、生产制造全过程和供应链全环节各业务活动，实现生态效益、资源效率、生产效率和社会责任等多方面综合平衡。