

# 智能制造典型场景参考指引

(2025 年版)

智能制造典型场景是智能工厂建设的基础，是推进智能制造的基本业务单元。面向产品全生命周期、生产制造全过程和供应链全环节开展工厂的业务解耦，通过新一代信息技术与制造技术深度融合，部署智能制造装备、工业软件和智能系统，以数字化、网络化、智能化方式进行业务重构，形成标准化、可推广的智能制造典型场景，进而集成贯通构成智能工厂。根据智能制造多年探索实践，结合技术创新和融合应用发展趋势，凝练出 8 个环节的 40 个智能制造典型场景，作为智能工厂梯度培育、智能制造系统解决方案“揭榜挂帅”、智能制造标准体系建设等工作的参考指引。

## 一、工厂建设环节

### 1. 工厂数字化规划设计

面向工厂规划与空间优化、设备与产线布局、物流路径规划、设计资料交付等业务活动，针对工厂设计建设周期长、布局优化难等问题，搭建工厂数字化设计与交付平台，应用建筑信息模型、设备/产线三维建模、工艺/物流仿真、过程模拟等技术，建立工厂规划决策知识库，开展工厂数字化设计与交付，缩短工厂建设或改造周期。

## **2. 数字基础设施建设**

面向数据中心、工业网络、安全基础设施建设等业务活动，针对工厂算力和网络能力不足、安全防护能力弱等问题，建设数字基础设施，推动 IT 和 OT 深度融合，部署安全防护设备，应用算力资源动态调配、负载均衡、异构网络融合、高带宽实时通信、5G、动态身份验证、安全态势感知、多层次纵深防御等技术，建设高性能的算力和网络基础设施，以及全方位监测防护的安全基础设施，提升工厂算力、网络和安全防护能力。

## **3. 数字孪生工厂构建**

面向厂房、设备、管网等工厂资产的数据采集存储、数字孪生模型构建等业务活动，针对数据格式不统一、集成管控难度大、数据价值释放不充分等问题，应用工业数据集成、数据标识解析、异构模型融合、数字主线、工厂操作系统、行业垂直大模型等技术，开展数据资源管理，构建设备、产线、车间、工厂等不同层级的数字孪生模型，与真实工厂映射交互，提升管控效率，实现工厂运营持续优化。

## **二、产品研发环节**

### **4. 产品数字化设计**

面向需求分析、产品定义、初步设计、详细设计、分析优化、研发管理等业务活动，针对产品研发周期长、成本高等问题，部署 CAD、CAE、PLM 等数字化设计工具，构建

设计知识库，采用基于模型的设计理念，应用多学科联合仿真、物性表征与分析等技术，开展产品结构、性能、配方等设计与优化；集成市场、设计、生产、使用等产品全生命周期数据，应用数据主线、可制造性分析等技术，实现全流程系统优化；应用人工智能大模型技术，开展生成式设计创新，自动生成设计方案，缩短产品上市周期，降低研发成本。

### **5. 产品虚拟验证**

面向产品功能性能测试、可靠性分析、安全性验证等业务活动，针对新产品验证周期长、成本高等问题，搭建虚实融合的试验验证环境，应用高精度建模、多物理场联合仿真、自动化测试等技术，通过全虚拟或半实物的试验验证，降低验证成本，加速产品研发。

## **三、工艺设计环节**

### **6. 工艺数字化设计**

面向工艺流程设计、仿真验证、方案优化等业务活动，针对工艺设计效率低、试错成本高等问题，部署工艺设计仿真工具，构建工艺知识库和行业工艺包等，应用机理建模、过程模拟、知识图谱等技术，实现工艺设计快速迭代优化；应用工艺自动化、人工智能等技术，实现工序排布、工艺指令等自动生成，缩短工艺设计周期，减少设计错误。

### **7. 制造工程优化**

面向生产准备阶段的设备选型、产线调试、参数确认、

资源分配等业务活动，针对产线不平衡、换产时间长、资源利用率低等问题，搭建中试环境或产线模拟仿真系统，应用产能分析、虚拟测试等方法，实现生产节拍优化和资源有效整合，确保制造过程稳定高效。

#### **四、生产管理环节**

##### **8. 生产计划优化**

面向主计划制定、物料需求计划生成等业务活动，针对市场波动频繁、交付周期长等问题，构建生产计划系统，打通采购、生产和仓储物流等管控系统，应用需求预测、多目标多约束求解、产能动态规划等技术，实现生产计划优化和动态调整，缩短订单交付周期。

##### **9. 车间智能排产**

面向作业排程等业务活动，针对资源利用率低、交付不及时等问题，建设智能排产系统，应用复杂约束优化、多目标规划、强化学习等技术，基于安全库存、生产过程数据等要素实现多目标排产优化，缩短交付周期，提升资源利用率。

##### **10. 生产进度跟踪**

面向生产进度可视化、资源消耗统计等业务活动，针对生产指标计算失真、生产异常发现滞后、资源空置浪费等问题，建设数据采集与监控系统，应用实时数据分析引擎、机器学习、物料实时跟踪等技术，实现生产数据实时获取、生产进度实时监控、生产指标自动计算，提高生产透明度和资

源利用率。

### **11. 生产动态调度**

面向紧急插单、设备故障等事件的资源动态调度需求，针对计划刚性、资源错配浪费等问题，建设动态调度系统，应用运筹优化、强化学习、遗传算法、专家系统等技术，实现生产扰动及时响应，人力、设备、物料等制造资源的动态配置，提升生产效率和资源利用率。

### **12. 仓储智能管理**

面向物料和成品出入库、库存管理等业务活动，针对出入库效率低、库存成本高等问题，建设自动化立体仓库和智能仓储管理系统，应用自动化盘点、仓储策略优化、多形态混存拣选、库存实时调整等技术，实现物料和成品出入库、存储、拣选的智能化管理，提高库存周转率和空间利用率。

### **13. 物料精准配送**

面向厂内物流配送等业务活动，针对物料配送不及时、不精准等问题，部署自主移动机器人等智能物流设备和智能运输管理系统，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，提升物流配送效率和准时率。

### **14. 危险作业自动化**

面向高危物料处理、极端环境操作、密闭空间作业等危险业务活动，针对作业安全风险高、自动化水平低等问题，

部署工业机器人、协作机器人等智能作业单元，应用环境感知与识别、远程实时操控、自主决策等技术，实现危险作业环节的少人化、无人化，提高生产作业安全水平。

### **15. 安全一体化管控**

面向安全风险识别、安全应急响应等业务活动，针对安全风险高、实时监控难、处置效率低等问题，搭建生产安全管控和应急处置系统，应用生产运行风险动态监控、危险行为识别等技术，提升安全态势感知能力；基于人工智能等技术实现安全风险预测预警和处置方案自动生成，降低事故发生率和损失。

### **16. 能源智能管控**

面向高能耗设备节能减排、工厂多能源介质综合调度等业务活动，针对能耗大、成本高等问题，部署能耗采集设备和能源管控系统，开展多工序能耗溯源定位、高能耗设备建模仿真和参数优化，实现生产过程的节能减排；应用负荷预测、能源平衡分析、多能互补等技术，实现工厂能源综合管控和整体优化，降低单位产值综合能耗。

### **17. 碳资产全生命周期管理**

面向碳排放数据采集、碳足迹追踪和碳资产核算等业务活动，针对碳排放计量难、碳足迹追踪效率低等问题，建立数字化碳管理系统，应用碳排放精细化检测、碳排放指标自动核算、碳捕获利用与封存等技术，实现碳的追踪、分析、

核算和交易，挖掘碳资产利用价值，降低单位产值碳排放量。

### **18. 污染在线管控**

面向污染排放监测、污染物收集处理等业务活动，针对污染排放计量难、管理粗放等问题，部署污染排放在线采集设备和管控平台，应用污染监测、污染物质分析与治理优化、污染源追溯、危害预测预警等技术，实现污染全过程动态监测、精确追溯、风险预警和高效处理，降低污染排放水平。

### **19. 网络协同制造**

面向大规模协同制造的需求，打造具备开放协同创新、资源自适应调度、产供销自组织管控等特征的网络化协同平台，通过研发、生产、供应、金融等资源跨地域配置优化，实现协同研发创新、订单智能分配、制造能力共享、集采集销等业务高效协同，形成多方共赢的产业生态，加速产业组织形态变革。

## **五、生产作业环节**

### **20. 柔性产线快速换产**

面向多种类产品混线生产中的产线切换、工艺调整等业务活动，针对个性化需求响应慢、产线换线时间长等问题，集成智能机器人、智能机床和智能控制系统，打造工艺可重构的柔性制造单元；应用标准化接口、模块化结构、智能任务编排等技术，实现产线快速切换，缩短停机换产时间；应用网络自组织、工装夹具自匹配、控制自适应等技术，实现

产线不停机切换，满足大规模个性化定制需求。

### **21. 工艺动态优化**

面向生产工艺优化业务活动，针对工艺参数动态调优难等问题，建设工艺在线优化系统，应用机理与数据混合建模、多环节联合寻优、无监督学习、工艺参数自调优等技术，动态生成最优的控制设定值，提高经济效益。

### **22. 先进过程控制**

面向生产过程精准平稳控制的要求，针对复杂工艺过程控制变量多、控制效果差等问题，应用先进过程控制、模型预测控制、多变量协同控制等技术，实现高质量的实时闭环控制，保证工艺过程平稳性，提高产出率。

### **23. 人机协同作业**

面向产品加工、装配、包装及设备巡检、维护等业务活动，针对传统生产方式作业效率低、劳动强度大等问题，部署协作机器人、巡检机器人、智能穿戴设备等智能制造装备，构建人机协同作业单元和管控系统，应用视觉识别、具身智能、自主规划和安全保护等技术，实现加工、装配、包装、巡检等过程人机高效协同。

### **24. 在线智能检测**

面向质量数据采集、分析、判定等业务活动，针对检测效率低、响应慢、一致性差等问题，构建在线智能检测系统，应用智能检测、物性表征分析、机器视觉识别、参数放行等

技术，实现产品质量在线快速识别判定，提升检测效率和及时性。

## **25. 质量精准追溯**

面向质量问题识别、追溯等业务活动，针对产品质量波动追溯困难等问题，构建质量管理体系，应用标识、统计分析、大数据等技术，打通生产全流程质量数据，快速锁定质量问题源头，提升质量稳定性和可追溯性。

## **26. 质量分析与改进**

面向质量问题分析、改进等业务活动，针对产品质量波动等问题，建设质量管理体系，构建质量知识库，应用机理分析、根因分析等技术，开展质量快速诊断和改进提升；应用机理分析、深度学习预测等技术，实现质量问题提前预测预防，提升质量一致性，降低产品不良率。

## **27. 设备运行监控**

面向设备运行数据采集、状态分析、集中管控等业务活动，针对设备数据全面采集难、统一管理难等问题，部署设备运行监控系统，集成智能传感、工业协议转换、多模态数据融合等技术，实现设备数据实时采集、状态分析、异常报警、远程操作，提高设备运行效率。

## **28. 设备故障诊断与预测**

面向设备故障发现、诊断分析等业务活动，针对设备运维成本高、非计划停机频次高等问题，建立故障知识库和设

备健康管理系统，应用知识图谱、机理分析、语言大模型、模式分析等技术，实现设备故障在线报警和智能诊断；应用振动分析、声学分析、特征工程、迁移学习等技术，实现设备故障提前预测、提前介入，保障连续生产。

### **29. 设备维修维护**

面向设备运维计划制定、资源调度等业务活动，针对响应滞后、修复时间长等问题，部署手持扫码、电动扭矩扳手等智能终端与工具，建立维修知识库和设备维修维护管理平台，应用知识图谱、语言大模型、远程指导等技术，实现维修维护方案优化与工单自动化，提升运维效率。

## **六、运营管理环节**

### **30. 智能经营决策**

面向工厂人、财、物等资源的调度和决策优化，针对资源配置效率低、依赖经验决策等问题，构建智慧经营决策系统，应用多因素关联分析、数字沙盘模拟等技术，实时评估风险与收益，提升科学经营决策水平；应用业务流程自动化、智能体等技术，实现关键业务自主决策和流程自动执行，提升运营智能化水平，提高企业效益。

### **31. 数智精益管理**

面向经营过程的人、机、料、法、环一体化管理等业务活动，针对资源利用率不高、生产管理效率低等问题，应用六西格玛、6S等精益方法，将精益管理理念与大数据、云计

算、数字孪生等数智技术深度融合，实现绩效精准核算、资源高效流动、环境全面监控等，提高整体生产经营效率。

### **32. 规模化定制**

面向产品多品种小批量生产、个性化定制等需求，通过网络平台、大数据分析等方式收集客户多样化需求，打通研发设计与生产环节，在个性化、模块化设计基础上，应用柔性制造系统、可重构产线等手段实现低成本、高效率生产，在实现规模经济效益的基础上满足用户个性化需求。

### **33. 产品精准营销**

面向市场营销、销售管理等业务活动，针对客户需求信息获取不及时、营销策略不合理等问题，建立销售管理系统，应用基于深度学习的用户精准画像、市场需求预测、智能快速报价等技术，实现基于客户需求洞察的营销策略优化和供需精准匹配，提升营销精准性。

## **七、产品服务环节**

### **34. 远程运维服务**

面向产品运维等业务活动，针对运维服务难度大等问题，搭建远程运维服务系统，应用远程指导、故障预测等技术，实现产品的远程监控、远程诊断和预测性维护，提高产品运维效率，降低服务成本。

### **35. 产品增值服务**

面向产品增值服务等业务活动，针对价值挖掘不充分、客户粘性不足等问题，推动产品智能化，远程实时采集产品状态数据，叠加软件订阅、按时租赁、产品操作优化等数据驱动的增值服务，拓展产品价值新空间。

### **36. 客户主动服务**

面向客户关系维护、产品服务迭代优化等业务活动，针对响应不及时、使用体验差等问题，建立客户服务管理系统，应用多渠道客户数据整合、知识图谱、语言大模型、智能交互等技术，实现客户参与的产品迭代和服务优化，提高客户粘性和满意度。

## **八、供应链管理环节**

### **37. 供应商数字化管理**

面向供应商入库、评价、筛选等业务活动，针对供应商比选难、管控能力弱等问题，建立供应商库，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和智能筛选，开展基于数据分析的供应商评价、分级分类、寻源和优选推荐。

### **38. 采购计划优化协同**

面向采购计划制定、执行等业务活动，针对市场波动大、交付不及时等问题，建设供应链管理系统，应用集成建模、多目标寻优、数据跨域控制等技术，开展市场、采购、库存、

生产等数据的综合分析，实现采购计划自动生成和动态优化，并实现上下游供应商之间紧密协同。

### **39. 供应链风险预警与调度**

面向供应链状态监测、风险识别、快速调整等业务活动，针对供应链不透明、风险响应滞后等问题，打造供应链协同平台，应用多源信息感知、风险评估预测等技术，实现供应链风险在线监控、精准识别、提前预警；应用资源智能匹配、预案模拟仿真、供应网络自动切换等手段，实现供应链的自主修复，提升韧性和安全水平。

### **40. 供应链物流智能配送**

面向供应链上下游多式联运调度、配送路线规划、运输过程监控等业务活动，针对物料和成品多点仓储、运输过程监控难、配送周期长等问题，建设供应链物流管理系统，应用仓网规划、车货智能匹配、实时定位跟踪、智能路径规划、智能驾驶等技术，实现物流全程跟踪、智能调度、异常预警和高效处理，降低供应链物流成本，提升准时交付率。