

## 附件

# 制造业企业数字化转型典型场景参考

聚焦产业链上下游企业研发设计、生产制造、运维服务、经营管理、供应链管理场景，以场景为切入点梳理数字化转型痛点需求，绘制重点行业、重点产业链数字化转型场景图谱（简称“一图谱”），明确企业数字化转型路径，促进产业链上下游企业协同开展转型升级。分场景梳理数据要素、知识模型、工具软件、人才技能等数字化转型要素清单（简称“四清单”，合称“一图四清单”），助力政产学研各界联合攻坚场景数字化转型关键难点。

## 一、场景参考架构

场景是制造业全生命周期的基本单元，也是供需双方协同推进数字化转型的纽带。制造业数字化转型可以转化为多个更具操作性的场景转型，通过打造标准化的数字场景解决方案，实现以场景转型之“和”形成行业整体转型之“解”。

### （一）场景分类

基于企业或产业链创造价值的过程，将场景划分为研发设计、生产制造、运维服务、经营管理、供应链管理等，同时区分跨环节协同类（如图 1 所示）。具体如下：

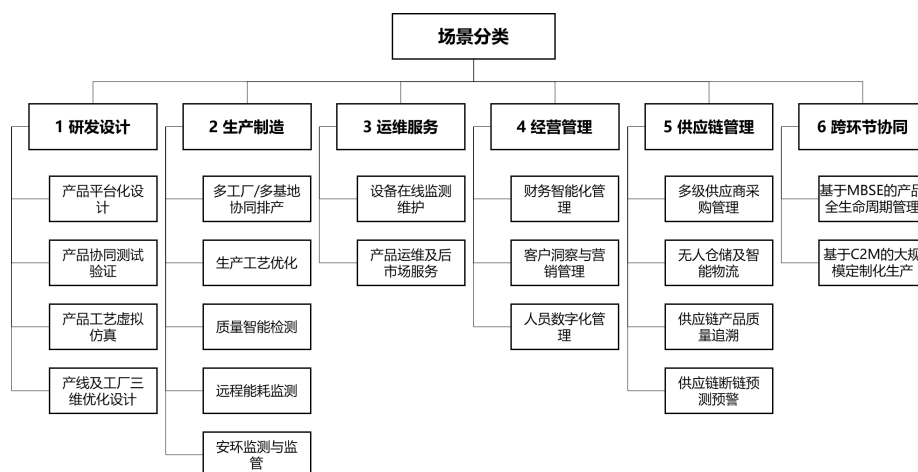


图 1 场景分类

**1. 研发设计：**利用计算机辅助设计、数字化仿真、数字样机、模型驱动设计等数字技术和工具，开展产品样品或服务样例设计和仿真，包含产品平台化设计、产品协同测试验证、产品工艺虚拟仿真、产线及工厂三维优化设计等细分场景。

**2. 生产制造：**利用物联网、计算机辅助生产、数字化制造执行系统等数字技术和工具，将原材料、零部件、能源、信息等批量转化为产品或服务，包含多工厂/多基地协同排产、生产工艺优化、质量智能检测、远程能耗监测、安环监测与监管等细分场景。

**3. 运维服务：**利用互联网连接、数字化售后服务等，开展企业设备健康管理，并为客户提供产品售后跟踪和技术支持，包括设备在线监测维护、产品运维及后市场服务等细分场景。

**4. 经营管理：**利用数字化技术手段和信息管理系统，对企业经营过程进行计划、组织、指挥、协调和控制，包

括财务智能化管理、客户洞察与营销管理、人员数字化管理等细分场景。

**5. 供应链管理：**利用物联网、大数据、人工智能等数字技术和企业资源计划（ERP）、供应链管理（SCM）、客户关系管理（CRM）等数字化工具，对产品从原材料采购到产品质量追溯全流程的计划、过程进行管理，包括多级供应商管理、无人仓储及智能物流、供应链产品质量追溯、供应链断链预测预警等细分场景。

**6. 跨环节协同：**应用数据集成、模型打通等方式，联通企业不同业务管理环节，实现跨环节整体协同优化，包括基于系统工程（MBSE）的产品全生命周期管理、基于从消费者到生产者（C2M）的大规模定制化生产等细分场景。

## （二）场景数字化要素

场景的数字化转型需要相配套的数字化要素支撑。围绕场景转型所需的“人、机、料、法、环”等资源，将场景数字化要素划分为数据要素、知识模型、工具软件、人才技能等4类要素以及数字基础设施保障（如图2所示）。

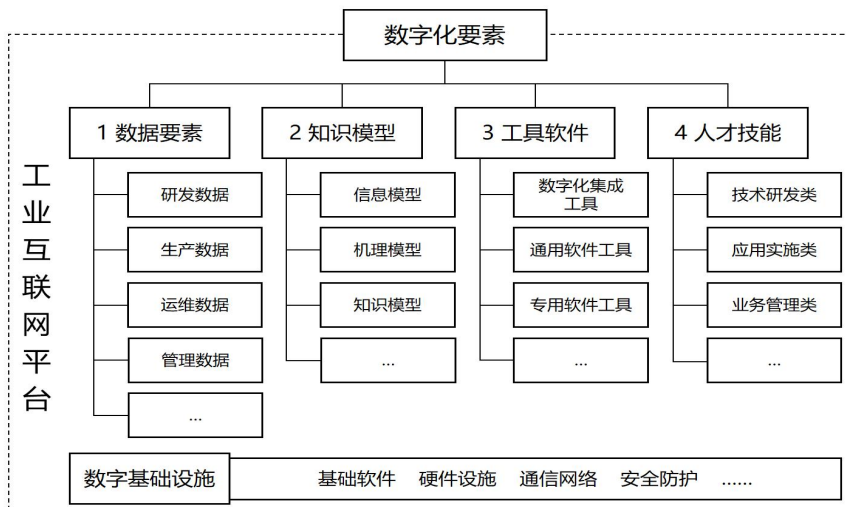


图2 场景的数字化要素

**1. 数据要素：**以电子形式存在，利用运算、挖掘、建模等方式，支撑实际生产经营业务活动并发挥重要价值，是场景数字化转型的关键驱动要素。

**2. 知识模型：**利用数据挖掘、机器学习、人工智能等技术，对场景中对象、现象和原理进行数字化、结构化处理，形成反映工业机理、业务逻辑等现实场景的算法、数据结构或数字模块等，是场景数字化转型的重要载体。

**3. 工具软件：**场景数字化转型所需的各类数字化工具，包括数字化集成工具、通用软件工具、专用软件工具等，是场景数字化转型的关键支撑要素。

**4. 人才技能：**场景数字化转型过程中相关决策者、管理者、执行者等应当具备的关键能力要求，包含技术研发类、应用实施类、业务管理类等所需相关技能，是场景数字化转型的关键保障要素。

### **（三）场景数字化协同**

依据数字化转型场景图谱（如图3所示），通过工具打通、数据互连、模型互认等要素连接，畅通场景间工具链、数据链、模型链等数字主线，实现产业链上下游各环节以及企业内研、产、管、服等各类业务活动的数字化贯通和网络化协同。通过提质、降本、节能等价值标签明确场景转型成效，将数字化语言转化为企业管理语言，更高效助力企业实现精益化管理。

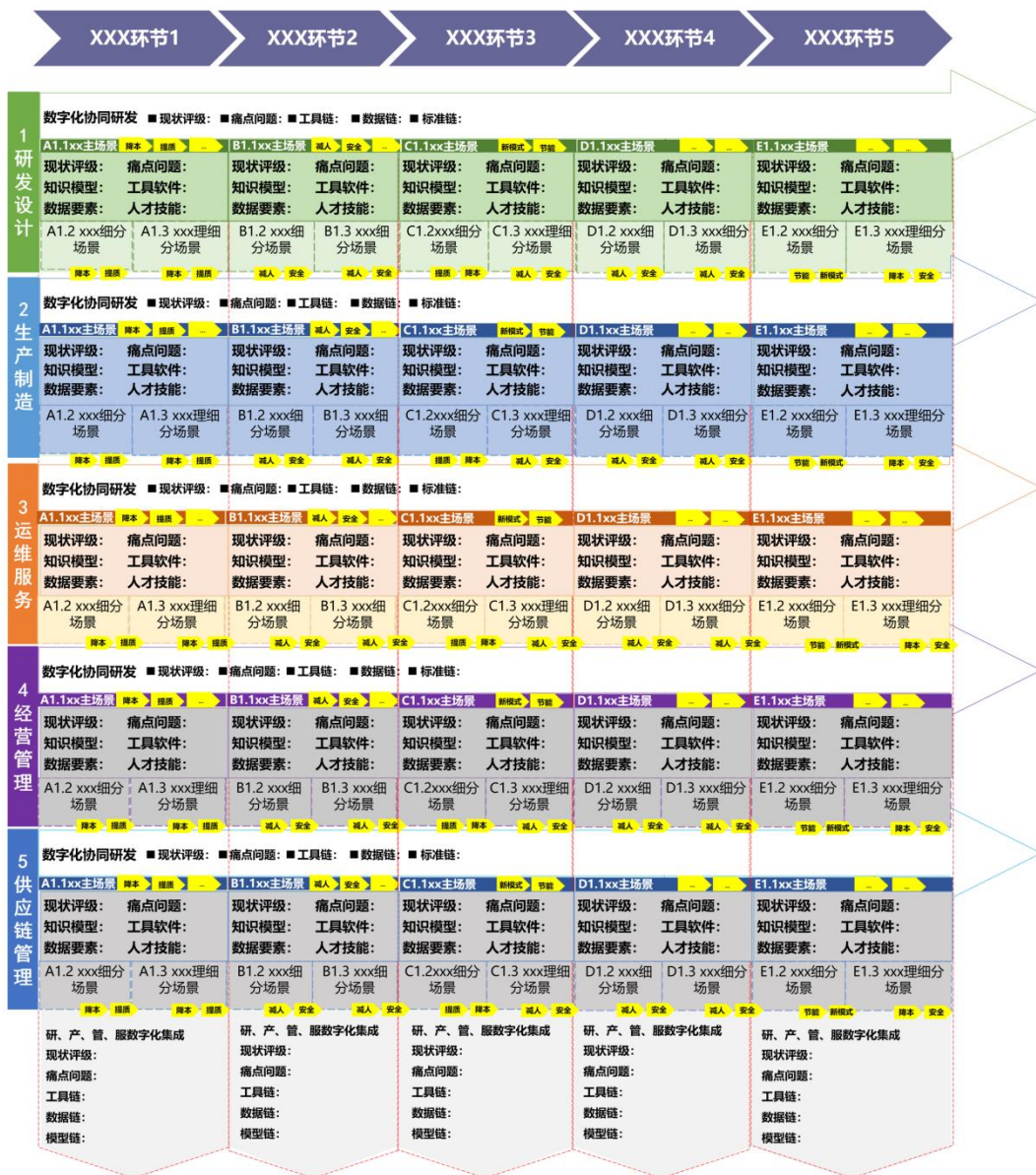


图3 数字化转型场景图谱

## 二、典型场景示例

### (一) 研发设计

#### 1. 产品平台化设计

引导企业应用云化软件工具，按需订阅产品设计、仿真模拟等软件服务，提升产品设计和仿真效率，降低软件运维成本。鼓励企业应用基于AI的创成式设计软件工具，

构建设计模型、仿真模型等数据集，开展模型训练，快速生成固定参数和约束条件下的产品结构性能设计方案，实现产品敏捷研发。

## **2. 产品协同测试验证**

鼓励制造业企业开展协同设计，支持企业建设协同设计平台，集成常用研发设计软件和产品模型库，打造统一在线协同研发环境，整合需求开发、产品结构设计、功能性能仿真等环节，联合配套零部件企业基于平台开展协同测试验证，缩短产品设计和求解时间。鼓励企业应用数字孪生技术构建产品数字样机，利用云平台存储和共享数字样机数据，支撑跨部门、跨区域实时访问和性能评估，通过机器学习快速定位数字样机潜在问题，降低中试成本。

## **3. 产品工艺虚拟仿真**

引导企业利用虚拟现实、增强现实技术，在数字化环境中创建产品加工过程的仿真模型，结合人工智能算法和大数据分析，根据产品特征和生产要求，模拟产品实际生产过程的工艺参数，自动生成工艺加工路线，实现工艺过程快速设计优化。

## **4. 产线及工厂三维优化设计**

鼓励企业基于数字孪生建立工厂、产线、物流系统的数字化模型，开展虚拟环境下的仿真分析，灵活调整设备位置、产线走向等，对工厂生产运作进行可视化设计、验证，实现产线性能、生产流程和资源配置的优化。

## **(二) 生产制造**

## **1.多工厂/多基地协同排产**

支持企业应用基于工业互联网平台的订单管理工业APP，集成集团采购、生产、仓储等多环节数据，建立统一的生产计划管理体系，结合各工厂产能情况，综合制定跨工厂/跨基地生产订单执行计划，实现集团效益的最大化。

## **2.生产工艺优化**

支持企业部署分布式控制系统（DCS）、先进控制系统（APC）、实时优化控制系统（RTO），构建推广基于数字孪生、大模型的产线智能控制应用，以大模型方式比较不同生产条件下产品收率变化情况，形成最佳工艺参数控制策略，叠加数字孪生技术，支撑制造过程传感、监测与自适应控制等，实现生产工艺、装备调参、物料平衡等生产作业的智能化提升。

## **3.生产流程优化**

支持企业开发部署高级计划排产系统（APS），基于云平台打通设计、计划、加工、检测等数据并实时分析。鼓励企业按需打造柔性生产应用，根据生产执行情况，实时监控计划异常，提供可视化的插单、异常处理机制，支持基于约束规则的最优生产能力配置，并在业务持续运行中智能优化排程与调度模型，实现模型在车间智能排产与调度系统中固化及复用。

## **4.质量智能检测**

鼓励企业应用基于工业互联网平台的质量管理工业APP，建立贯穿产品全生命周期的质量管控体系，融合机器

视觉、缺陷机理分析、工业大模型、标识解析等，开展产品质量在线检测与分析，快速识别缺陷种类与影响因素，推动产品全生命周期质量精准追溯，实现产品迭代优化。

### **5.远程能耗监测**

鼓励企业部署基于工业互联网平台的能耗管理工业APP，应用智能传感、大数据等技术，开展全环节能耗数据可视化监测，建立能效平衡与优化模型，进行能源平衡智能优化分析，结合大模型、寻优算法等技术，实现工厂能源综合平衡与优化调度，提高企业绿色化水平。

### **6.安环监测与监管**

鼓励企业部署基于工业互联网平台的安环管理工业APP，采用智能传感、机器视觉、大数据分析等技术，动态感知危化品、危险环节、污染源等各类安环风险，开发安全生产风险监测与污染物管理模型，实现智能预测、预警及全过程检测，提高企业安全生产水平。

## **（三）运维服务**

### **1.设备在线监测维护**

鼓励企业部署基于工业互联网平台的设备管理工业APP，运用机器学习、人工智能等技术进行在线诊断，智能分析设备状态并进行预测性维护，提升设备可靠性和运营效率，实现长期的成本节约。

### **2.产品运维及后市场服务**

鼓励企业搭建工业互联网平台，结合人工智能等技术，实现对产品配件采购、库存和物流的可视化管理与分析，

并通过平台管理产品信息，探索提供设备租赁与产能共享等一站式配套服务，促进资源共享，优化资源配置，提高设备利用效率。鼓励企业开展平台化设计、定制化服务、供应链管理和产品全生命周期管理等服务，探索产品服务化、工程服务化和知识服务化等创新服务模式，加快企业沿产业链向高附加值环节跃升。

#### **（四）经营管理**

##### **1.财务智能化管理**

面对企业财务管理流程长、重复工作多、人为失误不可避免等问题，鼓励企业针对财务管理，应用机器人流程自动化（RPA）技术改进流程，推动重复性工作的自动化处理，减少人工操作和失误。引导集团型企业部署统一的财务管理平台，推动财务管理系统与业务系统集成，支持基于平台的线上实时协作管理，实现业务活动全流程资金及时响应。

##### **2.客户洞察与营销管理**

引导企业基于人工智能、大数据等技术构建商业智能（BI），通过集成客户关系管理（CRM）、办公自动化（OA）、企业资源计划（ERP）等不同业务信息系统，开展经营数据汇聚和经营分析模型应用，快速分析客户需求，识别高价值客户群体，实现基于模型的客户洞察与营销智能决策。

##### **3.人员数字化管理**

支持企业部署云化人员绩效管理系统，实时记录绩效

表现，并分析绩效趋势和问题。部署在线学习平台和数字化培训工具，依托虚拟现实、增强现实等技术，实现虚拟化环境下的知识和操作技能学习，并在线追踪学习进展，提高人员培训效率。

## **（五）供应链管理**

### **1.多级供应商采购管理**

支持企业构建基于工业互联网平台的多级供应商采购管理系统，基于模型优化供应资源结构，将一级供应商管理延伸至二级供应商或多级供应商，引导一级、二级供应商上链用链，开展多级供应商台账管理，应用大数据分析技术开展供应商寻优，及时备份关键供应节点，开展供应商提前接入，保障零部件的质量稳定、交付及时，提升最终成品综合性能。

### **2.无人仓储及智能物流**

支持企业基于数字化平台开展订单全流程跟踪，建设自动化立体仓库和无人搬运车（AGV），重点部署和打通生产计划、仓储管理等环节，应用大数据分析技术优化仓储布局和出入库管理，基于模型算法开展货物装载、卸载、搬运的路径优化，提高仓储物流效率，实现订单精准配送和准时交付。

### **3.供应链产品质量追溯**

支持企业利用数字化供应链开展售后质量追溯，打通出厂产品和供应链系统数据，实时响应用户产品维保需求，针对反馈的产品数据开展大数据分析，为产品研发设计阶

段的参数优化提供依据，提升产品售后服务满意度和交付质量，增强用户粘性。

#### **4.供应链断链预测预警**

鼓励企业建立供应链数据监测系统，整合企业资源计划、生产执行、仓储管理、客户管理等系统数据，利用大数据建模构建供应链风险评估模型，针对供应商交货延迟、物流运输堵塞等关键指标设定报警阈值，实现供应链断链的提前报警以及应急调度。

### **（六）跨环节协同**

#### **1.基于 MBSE 的产品全生命周期管理**

支持企业开展产品全生命周期管理，构建基于模型的系统工程（MBSE）平台工具，支持各类产品模型在需求、设计、分析、验证等全生命周期贯通，并进一步与产品实时运维数据相结合，实现基于全生命周期数据和模型集成融合的智能决策，进而达到产品最优设计、最优制造和最优运维。

#### **2.基于 C2M 的大规模定制化生产**

鼓励企业搭建工业互联网平台，构建用户参与设计的功能模块，打造可以模块化编排的数字工艺和柔性产线，建设按需生产的弹性供应链系统，打通用户订单、生产计划、采购管理、加工生产、物流管理等数字化系统，实现用户可自行搭建产品、工厂可按需柔性生产、配送可按时指定送达。