

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB33

浙江省地方标准

DB/T XXXX—XXXX

未来工厂建设导则

Guidelines for the construction for future factory

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	I
引 言	2
未来工厂建设导则	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 总则	5
5.1 目标导向	5
5.2 总体框架	6
6 基础设施	7
6.1 基建设施类	7
6.2 装备设施类	8
6.3 信息基础设施类	8
7 数据资源	8
7.1 数据资源要求	9
7.2 数据资源资源	9
8 关键支撑	10
8.1 关键要素	10
8.2 基本要求	10
9 能力建设	11
9.1 智能工厂	11
9.2 智慧供应链	14
9.3 高端化产品	15
9.4 新模式新业态	16

前 言

本标准按照 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。

请注意本标准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。

本标准由浙江省经济和信息化厅提出、归口并组织实施。

本标准参与起草单位：

本标准主要起草人

未来工厂建设导则

1 范围

本标准规定了范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、总则、基础设施、关键支撑、业务转型、战略目标等内容。

本标准适用于未来工厂建设、根据不同层级，也可作为智能工厂、数字化车间的建设。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 28612-2012 机械产品绿色制造 术语

GB/T 36132-2018 绿色工厂评价通则

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

DB33/T 2350-2021 数字化改革术语定义。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 未来工厂 future factory

是指工业企业以价值链和核心竞争力提升为目标，深度融合新一代信息技术与先进制造技术，集成应用软件定义的知识模型和能力组件，以数据驱动生产方式和企业形态变革，持续推动生产运营智能化、绿色化、精益化、人本化和高端化升级，通过构建数字化生态组织，引领模式创新和新兴业态发展的现代化新型产业组织单元。未来工厂是数字化车间和智能工厂的标杆，是全面推进制造业智能化升级的发展方向。

3.2 企业大脑 enterprise brain

是企业基于人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术的融合而构建的智能化开放创新平台，通过对企业内外部海量异构数据的处理与分析，科学辅助智能决策和业务自动化，实现企业的智能化、精益化、个性化的生产、管理和服务。

3.3 数字化设计 digital design

是指企业在产品设计、工艺设计和试验设计等环节中应用数字化技术，建设协同、虚拟、绿色、并行和动态等数字化设计平台，采用自上而下、模块化、标准化、虚拟仿真、面向全生命周期的并行/协同，基于大数据分析/知识工程等设计方法，实现设计的数字化、网络化和智能化，降低开发成本，加快开发流程，缩短上市周期，实现最佳设计目标和企业间协作的设计。

3.4 智能化生产 intelligent production

是指企业应用新一代信息技术，围绕计划调度、生产执行、质量管控、物流配送和设备运维等生产制造过程的自感知、自优化、自决策和自执行的目标，实现生产设备、产线、车间及工厂的智能化、柔性化和敏捷化的生产。

3.5 安全化管控 safety & security control

是指企业围绕人员、设备、物料、过程、环境和数据等风险要素，应用安全可控的新一代信息技术，构建功能安全与信息安全的一体化管控体系，实现安全管理的规范化、制度化和标准化，持续提升本质安全水平的管控。

3.6 数字化管理 digital management

是指企业围绕制造资源控制、现场运行监管、物流过程管控、生产执行跟踪和质量管理监督等构建数据中心，采集产品生产全生命周期的数据，应用深度学习等新一代信息技术，挖掘数据价值，优化管理模式，驱动企业实现智能决策、精益制造和精准服务。加强产品生命周期管理（PLM）、供应链管理系统（SCM）和客户关系管理系统（CRM）等系统集成应用，实现数据共享共用和业务协同管理。

3.7 绿色化制造 greenized manufacturing

是指企业围绕用地集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化和能源低碳化等目标，兼顾环境、资源和经济效益等因素，采用绿色原材料、使用清洁能源、优化生产方式，实现产品设计、制造、包装、运输、使用、维修到回收及再制造的整个生命周期中，资源利用率的提高、碳排放的降低和生态环境负面影响的减少，达成可持续协调优化的制造模式。

[改至：GB/T 28612-2012, 2.1]

3.8 个性化定制 personalized customization

是指企业围绕产品设计、计划排产、柔性制造、物流配送和售后服务等业务环节，采用平台化服务、模块化设计和模块化生产的方式，实现用户个性化需求与批量生产能力有机结合的规模化定制。

3.9 网络化协同 networked collaboration

是指企业基于工业互联网平台，开放产品研发、制造和物流配送等能力资源，提供研发设计、优化控制、设备管理和质量监控等业务资源，实现企业内部、企业间的设计、供应链、生产、设备和服务等在线协同、动态优化和资源的高效利用。

3.10 服务化延伸 serviced extension

是指企业基于数据集成共享和数据资源化运营，提供产品延伸服务、供应链/产业链服务、数字化延伸服务，实现从单一产品制造向制造与服务集成的转变，构建“生产服务+商业模式+金融服务”跨界融合

的数字化生态。

3.11 模型化发展 Modelized development

是指企业利用基于模型的系统工程（MBSE）理论和方法，通过创建贯穿企业设计、生产、管理、服务全过程的产品模型、过程管理模型和业务流程模型，来定义、执行、控制和管理企业的全部过程，以适应多元化产品柔性生产，实现行业复制推广和数字能力市场化。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AMS: 仪表设备管理系统 (Asset Management System)

APC: 先进过程控制 (Advanced Process Control)

APS: 高级计划与排程 (Advanced Planning and Scheduling)

AGV: 自动导引运输车 (Automated Guided Vehicle)

AR: 增强现实 (Augmented Reality)

BIM: 建筑信息化模型 (Building Information Modeling)

BOM: 物料清单 (Bill of Material)

CAD: 计算机辅助设计 (Computer Aided Design)

CAE: 计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering)

CAM: 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing)

CAPP: 计算机辅助工艺过程设计 (Computer Aided Process Planning)

CPS: 信息物理系统 (Cyber-Physical Systems)

CRM: 客户关系管理 (Customer Relationship Management)

DCS: 分散型控制系统 (Distributed Control System)

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

ESD: 紧急停车系统 (Emergency Shutdown Device)

IIT: 工业互联网 (Industrial Internet)

IGV: 智慧型引导运输车 (Intelligent Guided Vehicle)

LIMS: 实验室信息管理系统 (Laboratory Information Management System)

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

MR: 混合现实 (Mixed Reality)

PDCA: 戴明环 (Plan-Do-Check-Action)

PDM: 产品数据管理 (Product Data Management)

PLM: 生命周期管理 (Product Lifecycle Management)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

RGV: 有轨制导车辆 (Rail Guided Vehicle)

SCM: 供应链管理 (Supply Chain Management)

SIS: 安全仪表系统 (Safety Instrumentation System)

SOP: 标准作业程序 (Standard Operating Procedure)

SPC: 统计过程控制 (Statistical Process Control)

SRM: 供应商关系管理 (Supplier Relationship Management)

VR: 虚拟现实 (Virtual Reality)

WMS: 仓库管理系统 (Warehouse Management System)

MBSE: 基于模型的系统工程 (Model-based system engineering)

5 总则

5.1 目标导向

5.1.1 总体目标

未来工厂应围绕企业综合效益与核心竞争力提升的高质量发展目标开展建设。

- a) 应通过建设获得生产效率、订单交付率、能源利用率、生产运营成本、产品不良品率、研发周期、碳排放、安全事故等经济效益指标同步提升。
- b) 核心竞争力是指组织具备的应对变革和激烈竞争的能力，具有能够创造顾客价值，能够创造竞争优势从而影响顾客购买决策，难以被模仿或难以被替代，能够应用于某些新的产品或市场领域四个特性。
- c) 企业核心竞争力表现为企业市场定位和能力优势，以及持续创新产品的能力，由行业新进入者的威胁、更好替代产品或服务的威胁、买方的议价能力、供应商的议价能力以及现有竞争者之间的竞争的五大竞争力表现出来。总成本领先、差异化和集中等提升企业核心竞争力的三大通用战略。竞争优势由最根本的创新、改善和改变而来；与整个价值体系密不可分；延续需要多元化，需要不停的创新；需要感知行业变化，不断地发展；需要有全球视角。

5.1.2 发展导向

未来工厂建设应遵循智能化、绿色化、精益化、人本化和高端化的价值导向。

- a) 智能化：应融合人工智能、大数据等新一代信息技术，开展数字化设计、智能化生产和智能决策，建设智慧供应链，推动产品智能化发展，实现设计、生产、管理和服务的智能化。
- b) 绿色化：应考虑节能减排、环境影响、资源和经济效益，在整个产品生命周期中，实现研发设计、生产制造、供应链、产品的绿色化。
- c) 精益化：可应用精益管理理念、工具和方法，通过新一代信息技术将精益管理嵌入产品设计、研发、生产、营销、服务等全价值链中，实现数字化、智能化与精益化的融合。
- d) 人本化：应构建以人为本的数字化生态组织，加强企业文化和数字化人才培养，坚持以用户为中心，将以人为本的理念贯穿于智能制造系统的全生命周期，通过人机协作和发挥人的主观能动性，实现质量效益和员工获得感双提升。
- e) 高端化：应推动企业生产方式和组织形态变革，打造高端化产品，塑造高端品质和高端品牌，成为产业链关键节点和现代产业体系的核心单元，促进产业结构迈向高端化，实现向全球价值链中高端攀升。

5.1.3 价值导向

未来工厂顶层设计价值导向包括如下基本要素：

a) 生态链：包括社会新基建、伙伴赋能、模型化发展、产业大脑、生态组织建设等。以互联网为基础和纽带，实现跨产业垂直整合下的价值链重构，形成全球化的开放式闭环共享生态系统，通过跨界创新、破界化反，创造全新用户价值和经济价值的下一代经济形态。

b) 价值链：包括业务全生命周期、供应链等。企业是其产品在设计、生产、销售、交货和售后服务方面所进行的各种活动的聚合体。每一项经营管理活动就是这一价值链条上的一个环节。企业的价值链及其进行单个活动的方式，反映了该企业的历史、战略、实施战略的方式以及活动自身的主要经济状况。

c) 质量全生命周期管理：包括质量策划、质量计划、质量控制、质量优化等。

5.1.4 发展模式（四型）

企业应根据自身基础条件、特色优势和发展战略，选择适合企业自身发展的路径和模式开展未来工厂建设。发展模式主要包括行业示范头雁型、创新突破领航型、协同共生链主型和服务发展平台型等。

a) 行业示范头雁型工厂：以产业集群、细分行业的头部企业为主建设，具备模型化凝练和行业示范带动的特征。应围绕生产制造关键环节和运营管理难点，通过技术创新解决行业共性问题，输出新技术新装备新应用，形成易复制可推广的数字化产品和服务，为产业集群和细分行业提供经验模式和成功路径。

b) 创新突破领航型工厂：以行业龙头骨干企业为主建设，具备自主创新引领的特征。应在工艺装备、工业软件等关键共性技术方面有重大突破，在智能服务模式创新方面打造标志性场景，成为新一代信息技术与先进制造业深度融合的创新典范，形成核心竞争力提升和引领行业创新发展的新范式。

c) 协同共生链主型工厂：以产业链链主企业和关键环节企业为主建设，具备产业链协同共生的特征。应建有产业链供应链协同平台，立足企业所在产业链条，推进全产业链要素资源集聚和动态优化配置，面向产业链上中下游企业提供专业化服务，实现强链补链。

d) 服务发展平台型工厂：以服务型制造企业为主建设，具备服务延伸和新兴业态特征。应构建安全可控的制造业数字化平台，深化制造业与互联网融合发展，打通生产端与服务端、消费端，通过资源整合、产品服务融合和客户全程参与，为产业主体、协同企业等提供持续升级迭代的专业服务，或为客户提供定制化、平台化等产品延伸服务。

5.2 总体框架

未来工厂总体框架应包括基础设施、数据资源、关键支撑和能力建设（创新引领）四个层级，工厂内部拥有技术标准、质量管理、安全防护、文化与组织管理等体系，工厂可以按照行业示范头雁型、创新突破领航型、协同共生链主型和服务发展平台型四种发展模式进行建设，如图1所示。

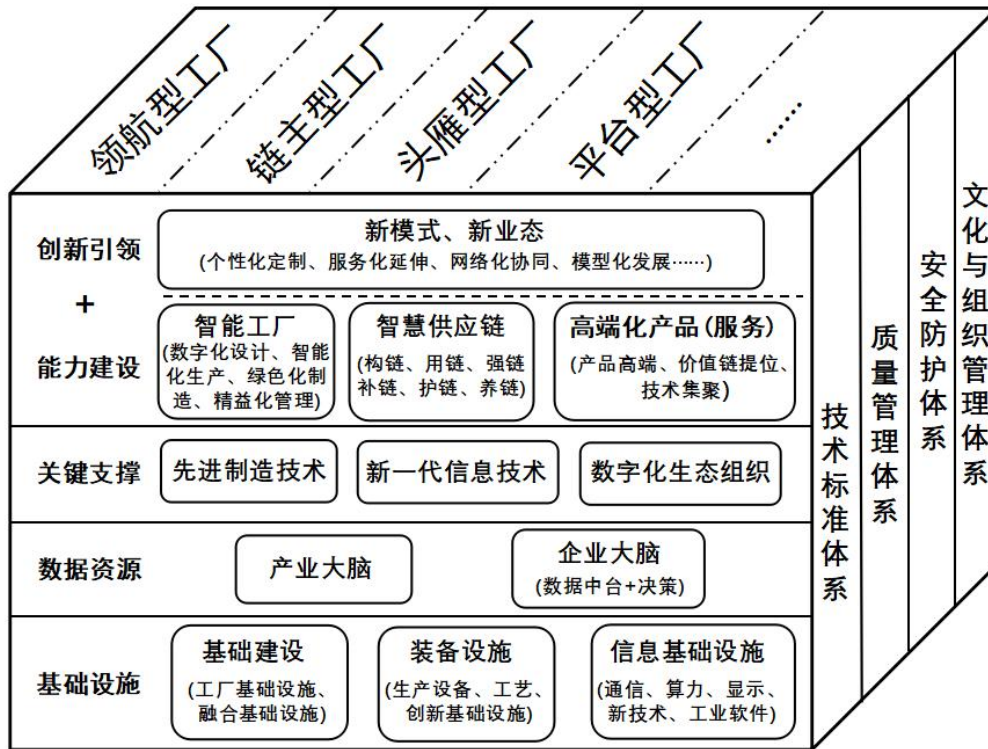


图1 未来工厂总体框架图

- a) 基础设施层由基础设施、装备设施、信息基础设施三类构成。
- b) 数据资源层由产业大脑和企业大脑构成。
- c) 关键支撑层由先进制造技术、新一代信息技术、数字化生态组织组成。
- d) 能力建设+创新引领层涵盖未来工厂主要建设内容，包括智能工厂、智慧供应链、高端化产品（服务）、新模式新业态，并可细分为若干基础场景。
- e) 技术标准体系：建立完善工厂相关技术标准，规范工厂设计、生产、管理、物流及其系统集成等业务活动，针对流程、工具、系统、接口等应用要求，使用统一的技术标准。
- f) 质量管理体系：强化生产全过程质量管理，实施从原材料采购、生产过程控制与检验、产品出厂检验到售后服务全过程的质量管理。
- g) 安全防护体系：围绕生产安全、信息安全、功能安全等建立完善安全防护体系，提升安全生产的主动防御能力、监测预警能力、应急处置能力、协同治理能力。
- h) 文化与组织管理体系：强化企业文化和人才支撑体系建设，优化企业组织管理架构，建立适应数字化变革和未来发展战略的运营管理机制，实现敏捷、高效的运营管理。

6 基础设施

6.1 基础设施类

基础设施包括用于组织生产活动的工厂车间，以及利用新一代信息技术，支撑传统基础设施转型升级形成的融合基础设施，其中，

- a) 工厂车间包括依据建筑设计纲领，由厂房、工艺布局、水电气供应系统和道路、园绿等市政公用工程和公共生活服务等设施。
- b) 融合基础设施深度应用互联网、大数据、人工智能等技术，支撑传统基础设施转型升级，进而形成的融合基础设施，譬如，智能交通基础设施、智慧能源基础设施等。

6.2 装备设施类

装备设施包括用于产品生产所需的生产设备和工艺，以及伴随技术革命和产业变革，不断拓展内涵、外延，持续跟踪研究的创新基础设施，其中，

- a) 生产设备和工艺包括依据工厂产品的制造流程和技术定义的装备，依据工艺布局摆放和连接，可部分或全部完成产品的制造；
- b) 创新基础设施为支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的基础设施，比如，重大科技、科教和产业技术创新等基础设施。

6.3 信息基础设施类

信息基础设施包括 5G 基站建设、新能源充电桩、大数据中心、人工智能和工业互联网等领域，涉及诸多产业链，是以新发展理念为前提，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。其中，

- a) 通信网络基础设施以 5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表；
- b) 新技术基础设施以人工智能、云计算、区块链等为代表，还包括基于新一代信息技术演化生成的基础设施；
- c) 算力基础设施以数据中心、智能计算中心为代表的彰显计算能力的基础设施；
- d) 显示基础设施以各种屏为基础，呈现依托数据库、数据中台、端边云协同存储分发处理结果的基础设施；
- e) 工业软件基础设施包括设计软件、仿真软件、EDA 工具和操作系统等的 License 及载体。

7 数据资源

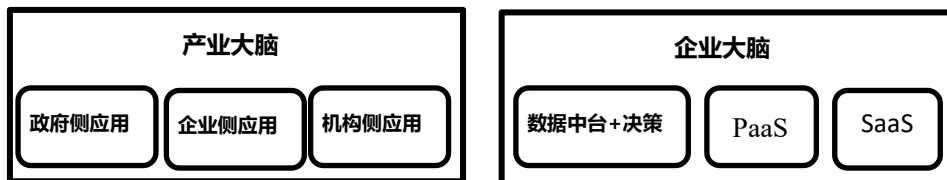


图 2 数据资源

数据资源包括产业大脑、企业大脑。具体参见图 2。其中，产业大脑包括政府侧应用、企业侧应用和机构侧应用；企业大脑包括数据中台+决策、PaaS 和 SaaS 层应用。

7.1 数据资源要求

- a) 企业大脑应结合业务发展需要，可由展示、交互和指挥控制等功能组成；
- b) 企业大脑在建设展示中心时，应结合公司战略、工作重点和业务目标汇聚指标和数据，沉浸式展示业务场景和主题；
- c) 通过对物理实体与虚拟实体的建模仿真、虚实映射、分析决策，构建企业级生产制造、供应链管理和企业经营等数字孪生系统；
- d) 应集成产业大脑、企业内外部的实时/历史、同构/异构等数据，利用算力算法，开展场景驱动和角色驱动的多维交互；
- e) 应根据业务场景需要和管理决策模型灵活配置大屏、PC端、移动端等终端设备数字操控台，辅助经营管理决策；
- f) 应根据监管要求和经营管理需要，构建指挥控制中心，开展生产调度、经营管理、异常事件等实时指挥管理；
- g) 宜贯穿决策层、执行层、操作层的数据穿透，支持应用一证登录、数据一键可查、业务一链到底、运营一屏掌控。

7.2 数据资源资源

7.2.1 关键要素

数据资源主要包括公共数据资源和私有数据资源两部分，具体如图3所示。其中，公共数据资源包括公共资源交易数据、技术市场交易数据、行业数据、数字贸易服务数据、金融综合服务数据等；私有数据资源包括设计数据、采购数据、销售数据、生产数据、服务数据、质量数据等。



图3 数据资源关键要素

7.2.2 基本要求

- a) 应基于企业发展战略，以企业业务为主线，以企业价值为导向，制定数据资源管理机制，包括但不限于数据资源的目标管理、数据资源的识别与目录管理、数据资源的获取与储存管理、数据资源的追溯管理、数据资源的价值挖掘与应用管理、数据资源的安全与灭失管理等覆盖数字资源全生命周期的管理；
- b) 应通过软件化工具实施数据资源的全生命周期管理，确保数据资源在管理实施环节中的规范性、有效性、完整性和一致性；
- c) 应依据相关法律法规要求，开展数据安全合规管理，对数据资源进行分级分类管理，采取有效措施保护数据资源的安全性。
- d) 应明确数据资源权属和权限，做到职责划分清晰，行为可追溯；

8 关键支撑

8.1 关键要素

关键支撑主要包括先进制造技术、新一代信息技术和新型生态组织，具体参见图4。其中，先进制造技术主要包括设计技术、工艺技术和装备技术；新一代信息技术主要包括数字孪生、人工智能、云计算和工业互联网平台等；新型生态组织包括数字化理念、组织机制、生态合作、人才培养、激励机制等。



图 4 关键支撑关键要素

8.2 基本要求

8.2.1 新一代信息技术

- a) 应采用工业以太网、5G 等工业网络组网技术，建设实时、可靠、安全的工厂通信网络；
- b) 应运用物联网、大数据、区块链、边缘计算等技术，建设全面互联、数据驱动、企业协同、用户交互的工业互联网平台，研发应用工业软件和工业 APP；
- c) 应在生产运营全过程创新应用机器视觉、机器学习、深度学习、自然语言处理、语音识别、知识图谱等人工智能技术；
- d) 应基于精准控制、快速迭代、实时优化等需求，在设计、制造、工艺、物流、供应链、设备、经营等环节采用数字孪生、元宇宙等新一代信息技术。

8.2.2 先进制造技术

- a) 应基于设计、工艺、实验和制造协同需求，采用 CAD/CAE/CAM/CAX 等先进设计工具和技术。
- b) 应基于产品高品质、节能环保等要求，采用超精密、高速加工、增材制造、微纳制造、连续制造、再制造等工艺（加工）技术。

- c) 应基于产品轻量化、极端使用等要求，采用超导材料、新能源材料、智能材料、磁性材料、纳米材料等新材料。
- d) 应采用数控装备、工业控制系统、柔性制造装备、工业机器人等智能装备，提高人机协同效率。应适应特殊环境作业要求，采用仿生机器人、纳米机器人等新装备。
- e) 虚拟制造技术：可应用建模技术、信息处理技术、仿真技术对现实制造活动中的人、物、信息及制造过程进行全面的仿真模拟，优化资源配置与产能平衡，实现生产运营活动的仿真与验证。

8.2.3 新型生态组织

- a) 应建立适应未来、可持续发展的企业战略，具有清晰路径和目标，得到企业员工的普遍认同，形成统一的价值观、使命和愿景；
- b) 应适应企业生产方式变革、市场环境变化和创新需求，持续优化企业组织形态，建立敏捷型组织，增强企业活力和韧性；
- c) 应建立企业研发机构，引培智能制造相关人才，建立多通道的人才成长路径和激励机制；应与外部专家团队、解决方案供应商等建立合作机制，开展协同创新；
- d) 应贯彻以人为本的发展理念，建设和谐、共生、共赢的企业文化，形成与之相协调的管理制度体系，持续提高员工福利待遇，改善工作环境，提升员工的获得感和幸福感。

9 能力建设

9.1 智能工厂

9.1.1 数字化设计

9.1.1.1 工厂规划设计

- a) 应基于高端数控装备、柔性制造单元、智能化产线、智能物流装备和智能检测装备等智能装备的广泛应用，进行工厂的整体规划。
- b) 应基于产品生产纲领，通过三维建模、系统仿真、虚拟现实等技术实现工艺路线、产线设备布局、厂区物流、厂区建筑、公用设施等的优化设计与规划。
- c) 应基于工厂规划方案，通过数字化建模、仿真分析、数字孪生等技术（如 CAD、BIM 等）实现工厂全流程设计、仿真和优化，并实现物理工厂和虚拟工厂模型的同步交付。

9.1.1.2 产品设计

- a) 应基于研发管理体系（如产品标准化大纲、CMMI、IPD 等）指导产品研发，通过 CAX、PDM/PLM 等研发工具的集成应用，开展多角色、跨部门及产业链上下游的协同设计。
- b) 应基于数字化产品结构、性能分析、设计过程管理、产品数据管理和支持数据库的数字化平台，开展产品全生命周期的设计。

- c) 应基于新材料、新技术以及产品设计标准库、MBD 模型库和设计知识库的集成和应用，开展产品的高效设计与仿真测试，满足设计、工艺、生产、物流、销售、服务等应用需求，开展产品全生命周期的动态管理。

9.1.1.3 工艺设计

- a) 应基于产品个性化定制、质量全过程管理、全流程高水平自动化、全域数字化等制造精益体系要求，开展“岛式”总装、“不落地”物流、零碳低碳等形式的制造工艺设计创新。
- b) 建立工艺研发组织和工艺创新体系，进行材料、装备、加工技术和方法等的创新，提高生产技术水平、产品质量和生产效率。
- c) 应基于工艺知识库、建立典型工艺模板，与 CAPP、PLM 等系统集成，辅助工艺优化。
- d) 应基于设计、工艺、装备（工具）、生产、检验、运维等数据进行工艺仿真和验证，通过模型和数据分析，实现工艺动态优化。
- e) 应建立工艺设计云平台，实现产业链跨区域、跨平台的协同工艺设计。

9.1.2 智能化生产

9.1.2.1 计划调度

- a) 应基于产供销协同平台，协同销售计划、生产计划、采购计划、物流计划等，滚动进行计划排程和计划优化。
- b) 应采用 APS 等生产计划排产系统或平台，进行基于市场需求、安全库存、生产能力等因素的科学排产，生成优化的生产作业计划和物料计划。
- c) 在离散制造企业，应建立单元制造任务的动态调度模型，实时获取生产信息，以应对生产过程中发生的非计划任务、设备故障、交货期更改等不确定性事件，达到制造任务的效益均衡和灵活高效。
- d) 在流程制造企业，应建立生产管控一体化平台，实时智能感知物流、能源流和信息流的状况，通过主动响应、自动决策等方式满足安稳长满优节减等生产调度目标。

9.1.2.2 生产执行

- a) 应通过制造执行系统等信息系统集成，将工艺指导文件、生产配方、运行参数或生产指令等下发到制造单元。
- b) 应基于数学模型或数字孪生技术，通过对制造过程关键因素的动态监控与仿真，持续优化生产过程。
- c) 在离散制造行业，应基于物料与工艺流转需求等信息搭建数据模型，对库区设置、物流装备、物料配送等进行动态调度。
- d) 在流程制造行业，应基于工艺模型、工艺知识库，开展数据分析，持续优化生产过程。
- e) 基于生产管理需要，利用 VR/AR/MR 技术，开展沉浸式辅助操作和技能提升。

9.1.2.3 质量管控

- a) 应采用智能传感、图像识别等技术，进行产品质量（如结构、尺寸、外观、性能等）实时在线检测。
- b) 应采用质量管理体系或 LIMS 等，对过程质量、检验检测和试验数据进行分析，通过与制造系统集成，进行闭环管控和质量优化，并形成质量偏差、质量预测等质量控制模型。
- c) 应采用 SPC 等质量分析工具，建立质量分析模型和算法，开展质量分析、质量风险预测、质量提升等质量预防式管理。
- d) 应建立产品质量数据库，实现产品全生命周期质量追溯。

9.1.2.4 仓储物流

- a) 应集成仓储空间、物流设备、仓储管理系统与调度系统，根据生产过程或调度计划，对物料出入库进行调度、拉动物料配送，并进行配送全过程信息跟踪与异常报警。
- b) 应将 WMS 与 ERP/MES/SCM/TMS 等系统集成，通过数据互联对物料跟踪、监控和预警。
- c) 应建立最优路径模型以及最小批量、JIT 准时配送等模式，优化物流配置。
- d) 应通过与供应链上下游的信息共享，根据市场需求、供应信息和仓储状态，动态优化企业仓储物流。

9.1.2.5 设备运维

- a) 应基于设备制造数据、设备运行数据和设备检/维修数据，建立设备信息数据库，开展设备全生命周期管理。
- b) 应建立设备信息管理系统，对设备的保养、维修、备品备件等进行数字化管理，支撑设备全寿命周期的低成本、高可靠运行。
- c) 应基于设备运行数据和设备故障模型，应用大数据、数字孪生、人工智能等技术，开展设备运行优化分析、设备状态异常预警与预测性维护。
- d) 应基于设备运维平台，协同社会资源和制造商，开展设备远程诊断和故障预警。

9.1.3 绿色化制造

9.1.3.1 能源管控

- a) 应建立综合能源管理平台，实现对企业的能耗全面监测。
- b) 应基于制造全过程的精细化能源管理，实现能效分析优化和能源平衡调度。
- c) 宜建立或连接碳资产管理平台，实现全流程碳排放追踪、分析、核算、交易等数字化管理。

9.1.3.2 环境监测

- a) 应实现对三废、噪声、温室气体等污染源的数据采集、监控和分析。
- b) 宜建立污染源排放数据模型，实现动态预警、精细管控，降低污染物排放，消除环境污染风险。

- c) 应开展有效的三废处置与再利用，实现三废管控的数字化和精细化。

9.1.3.3 资源循环利用

- a) 应在设计过程中充分考虑材料的绿色化与利用率，以及产品和材料的可回收利用。
- b) 应通过生产过程的优化，提高主材、包材、辅材等生产资源的利用率。
- c) 应开展废品、生产废料等的回收再利用。

9.1.3.4 清洁能源利用

- a) 应采用太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、生物质能等可再生能源替代不可再生能源。
- b) 应开展生产过程的余热、余压等的再利用，有效提高能源利用率。

9.1.4 精益化管理

9.1.4.1 集成优化

- a) 应基于系统科学、管理科学和信息技术的融合应用，开展计划调度、生产作业、仓储物流等业务流程与系统的综合集成，提高生产运营管理效益。
- b) 应通过采集生产全流程的数据，实现生产过程的操作与控制优化、数据驱动的生产调度与智能决策。
- c) 应实现多工厂（车间）的数据、业务互联互通和集成管理，进行生产过程的精益协同。

9.1.4.2 运营管理

运营管理具体要求包括：

- a) 应用精益管理理念和方法，开展基于数据驱动的人、机、料、法、环、测等要素的持续改进，提高质量、降低成本、缩短交期等。
- b) 应基于流程建模、数据分析、大数据等新技术，实现对市场、销售、采购、资产等经营管理环节的优化分析与智能决策。

9.1.4.3 安全管理

- a) 生产安全：应建立危险源识别、安全生产和应急调度管理体系，进行生产安全管控。
- b) 信息安全：提倡采用自主安全可控的软件、系统和设备，建立信息安全管理平台和平台，保障业务数据和业务运行的安全。
- c) 作业安全：应基于作业许可管理系统，通过视频、人员定位、电子围栏等方式，进行作业安全管理。
- d) 消防安全：应建立可视化消防安全监控平台，评估消防安全风险，提高预测、预警能力，分级分类实施差异化消防安全线上监管。

9.2 智慧供应链

9.2.1 供应链协同平台

- a) 应建立供应链管理平台，与上下游企业相关系统实现互联互通，共享交期、库存、质量、制造进度、材料溯源等资源要素。
- b) 应通过供应链管理平台开展客户需求、生产计划、产品设计和工艺文件等变更信息在企业间的同步更新、敏捷响应、闭环管理。
- c) 应基于供应链协同平台，开展上下游企业研发、设计、生产、物流、采购、售后等业务协同。

9.2.2 供应链管理

- a) 应基于质量、准时性、价格、付款方式和服务等数据模型，开展供应商分级评价、分析和预警。
- b) 应集成制造商、供应商、分销商以及仓库、配送、渠道商之间的全域数据，建立订单配额、差异化采购等模型，提升资源优化配置与调度能力。
- c) 应基于供应链风险评估体系建立评估模型，开展常态化风险识别、评估与预警，形成处置预案，化解供应链风险。

9.2.3 厂外物流运输

- a) 应建立厂外物流运输管理系统，或集成第三方物流公司管理系统，开展物流全过程数字化管理。
- b) 应根据产品特点、运输计划与要求等信息，建立装载方案、物流路线等数据模型，开展运输过程的数字化管控与优化调度，提高物流全周期管理效率。
- c) 宜联合上下游企业共享仓储、物流配送等资源和需求信息，开展仓储资源、物流运力等交易共享和业务协同，提高仓储物流资源利用效率。
- d) 应能够协同供应商等开展仓储物流服务，实现产品的整合性仓储与物流配送，保障最小交付周期。

9.3 高端化产品

9.3.1 产品高价值化

- a) 应通过核心技术创新，使产品具有高市场定位、高技术含量和高产品附加值等属性。
- b) 产品应体现新材料、新技术、新工艺、新装备等核心竞争力，在产业链中起到主导作用，对产业链强链补链具有重要作用。

9.3.2 产品数智化

- a) 应用人工智能、高端通讯、先进传感等技术，提升产品智能化水平。
- b) 基于智能化产品，提供产品全生命周期服务和全场景延伸服务，推进从单一产品向集成化系统转变，发展成套产品系统。
- c) 应基于物联网、互联网等网络技术，实现产品的入网联接，通过平台实现多智能产品的通信、交互，能够协同完成复杂工作和作业任务，实现系统智能。

9.3.3 产品高质量标准

- a) 产品应具备行业领先的可靠性水平,即在同等条件下,具备行业领先的耐久性和领先的功能特性;
- b) 应具有行业或者省级区域领先的检验与检测技术和系统;
- c) 应在产品研发、制造、检验检测、交付实施、售后运维等环节具有自主知识产权,并已主导或者参与促进行业高质量发展的标准制定。

9.4 新模式新业态

9.4.1 个性化定制

9.4.1.1 平台化服务

- a) 定制服务平台应通过建立客户需求信息模型、产品模块与部件库、产品配置知识库与配置系统等,满足客户产品模块化或个性化定制需求。
- b) 应能快速、准确地获取客户个性化需求,通过推荐和诊断推理等技术与系统,实现客户个性化产品的推荐,确定交货日期、产品类型和材料类型等,并提供产品预期效果展示和交付流程的实时展示。

9.4.1.2 模块化设计

- a) 应基于产品整体规划和设计标准库,开展产品平台化、系列化设计。
- b) 应基于客户需求和产品标准化大纲,开展模块化设计,满足模块或部件的标准化、通用性和互换性要求。
- c) 应基于模块化生产的需求,通过对产品模块的分析分类与持续优化,促进产品组成/产品结构、装配工艺、模块接口的标准化。

9.4.1.3 模块化生产

- a) 应基于工厂的整体规划,通过信息系统与装备的集成,开展自适应的模块化生产。
- b) 应基于模块化设计和生产线产能平衡,通过智能排产,实现生产订单与装备或工艺流程的智能匹配,支持产品的混线生产。

9.4.2 网络化协同

9.4.2.1 研发设计协同

- a) 应建立协同设计平台,进行企业内外部各研发设计主体研发项目和任务的协同设计、交叉验证和过程管理等活动。
- b) 应基于协同设计平台,进行标准、模型、工具、算力等计算资源、软件资源和数据资源的共享或服务,开展协同设计、并行设计与创新设计。

9.4.2.2 生产制造协同

- a) 应通过协同平台,深度集成生产计划、执行作业、物料供给、产线(设备)状态、人力配置、工艺技术制造资源,实现高效协同生产。
- b) 应通过协同平台,快速响应客户需求变更、产品工艺和生产计划变更,实现制造资源动态优化配

置。

9.4.2.3 服务运维协同

- a) 应建立运维服务协同平台，协同制定服务计划，响应产品运维服务需求，调度分配服务资源，协同开展运维服务。
- b) 应基于运维服务协同平台，集成产品健康状况监测数据，开放监测信息，用于产品在线监控、故障分析诊断和预测性维护等。

9.4.3 服务化延伸

9.4.3.1 产品延伸服务

- a) 应基于工业互联网平台建立产品工艺、运行工况、状态参数等数据库，提供设备故障诊断、预测预警等模型，向客户提供设备健康管理增值服务。
- b) 应基于工业互联网平台采集与融合产品设计、运行、环境等数据，应用工业元宇宙、人工智能等技术，提供产品的远程运维服务和设备运行优化。
- c) 依托工业互联网平台采集设备运行情况、实时工况等数据，融合客户生产经营等数据，建立客户经营、信用等大数据分析模型，开展信用与质量评级，提供设备融资租赁服务。
- d) 以客户体验为中心，注重产品与销售渠道的数字化、平台化、智能化，发展用户直连制造、网络电商、新零售等商业模式。

9.4.3.2 供应链/产业链延伸服务

- a) 应依托工业互联网平台，开发集中采购、供应商管理、柔性供应链、智能仓储、智慧物流等云化应用服务，推动供应链的共享化、透明化和规范化。
- b) 应基于工业互联网平台为其他企业提供在线设计与制造服务，或直接对外提供设计与制造服务。
- c) 应依托工业互联网平台，开展供应链企业信用评级等，提供供应链金融服务或与金融机构开展业务合作。
- d) 应基于实验室检测能力和资质，对外提供检验检测、认证测试、计量校准、技术咨询、仪器共享等服务。

9.4.3.3 数字化延伸服务

- a) 通过企业工业互联网平台或第三方服务平台，对外提供智能装备、智能产线、智能车间、智能工厂系统解决方案，或研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等工业软件或工业 APP。
- b) 整合企业内部及产业链上下游研发、制造、管理、物流、销售等资源，赋能带动中小企业融通发展。

9.4.4 模型化发展

9.4.4.1 业务流程模型化

- a) 应梳理分析研发、设计、生产、管理、服务等核心业务流程，开展模块定义、优化组合和流程重塑。
- b) 应建立业务流程模型，通过实时数据集成，实现数据驱动的业务流程迭代优化。
- c) 深度集成人工智能、大数据等技术应用，实现对业务流程的自学习和自适应管理，建立完善企业辅助决策模型。

9.4.4.2 制造过程模型化

- a) 应用建模仿真、数字孪生、多模型融合等技术，围绕核心工艺、装备、产线、车间/工厂等不同层级的制造单元与系统，构建相应的模型。
- b) 应将模型转变为软件或工业APP，开展制造单元与系统的协同设计、制造和管理。

9.4.4.3 模型能力服务化

- a) 应基于业务流程模型化的工业软件和工业APP，对外提供解决方案、能力组件等产品服务。
- b) 应基于制造过程模型化形成的新技术、新装备等，赋能其他企业转型升级。