

# 团体标准

T/ZAITS 10601—2021

---

## “未来工厂”建设导则

Construction guidelines for future factory

2021 - 07 - 22 发布

2021 - 07 - 22 实施

---

浙江省智能技术标准创新促进会 发布



## 目 次

前言 .....	II
引言 .....	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 建设架构 .....	3
6 关键支撑 .....	4
6.1 数字化生态组织 .....	4
6.2 新一代信息技术 .....	4
6.3 先进制造技术 .....	5
7 模式创新 .....	5
7.1 个性化定制 .....	5
7.2 网络化协同 .....	6
7.3 服务化延伸 .....	7
8 能力建设 .....	8
8.1 数字化设计 .....	8
8.2 智能化生产 .....	9
8.3 安全化管控 .....	10
8.4 数字化管理 .....	11
8.5 绿色化制造 .....	12
9 发展目标 .....	12
9.1 综合效益提升 .....	12
9.2 竞争力提升 .....	12
10 方法与措施 .....	12
附录 A（规范性） “未来工厂”建设范例（化工） .....	14
附录 B（规范性） “未来工厂”建设范例（汽车制造） .....	18
附录 C（规范性） “未来工厂”建设范例（数字安防） .....	23
附录 D（规范性） “未来工厂”建设范例（服装） .....	28
参考文献 .....	32

## 前 言

本文件按照 GB/T1.1—2020《标准化导则 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。

本文件由浙江省经济和信息化厅提出。

本文件由浙江省智能技术标准创新促进会归口。

本文件起草单位：之江实验室、浙江省技术创新服务中心、浙江中控技术股份有限公司、吉利汽车集团有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、雅戈尔服装制造有限公司、中国电信股份有限公司浙江分公司、中国移动通信集团浙江有限公司、中国联合网络通信有限公司浙江省分公司、浙江省工业和信息化研究院、浙江省物联网产业协会、浙江大学、浙江理工大学、杭州电子科技大学、宁波吉利汽车研究开发有限公司、浙江正泰电器股份有限公司、杭州老板电器股份有限公司、浙江春风动力股份有限公司、新凤鸣集团股份有限公司、横店集团东磁股份有限公司、浙江中坚智能制造服务有限公司。

本文件主要起草人：俞文光、乔波、徐羽贞、汤耀文、丰斌、顾跃君、杨贵林、周延锁、纪卫平、葛翼、沈秋泉、樊伟、卢建刚、黄静、徐伟强、严义、高俊、葛皓、高青、庄耀中、李明、潘洋、钱丽丽、方茜、周军、刘向军、叶冬、杨晨、郭庆、张豪、龚竞、刘冬梅、王应军、卜天娇、金兴宜、王会成、马晓阳、鲁竞、姚帅、黄文君、张洋、陈龙、何洪岩、于光夫、李振、俞佳良、苗延哲、沈梦娇。

## 引 言

浙江省数字化改革围绕建设数字浙江目标，重点构建“1+5+2”工作体系。“1”即一体化智能化公共数据平台；“5”即五个综合应用，指党政机关整体智治综合应用、数字政府综合应用、数字经济综合应用、数字社会综合应用和数字法治综合应用；“2”即构建理论和制度两套体系。其中，数字经济综合应用以工业领域为突破口，以产业大脑为支撑，以数据供应链为纽带，以“未来工厂”、数字贸易中心及未来产业先导区等建设为引领，推动产业链、创新链、供应链融合应用，实现资源要素的高效配置和经济社会的高效协同，赋能高质量发展、竞争力提升、现代化先行，努力打造全球数字变革高地。

产业大脑是以工业互联网为支撑，以数据资源为核心，运用新一代信息技术，综合集成产业链、供应链、资金链、创新链，融合企业侧和政府侧，贯通生产端与消费端，为企业生产经营提供数字化赋能，为产业生态建设提供数字化服务，为经济治理提供数字化手段，着力推动相关产业质量变革、效率变革、动力变革的集成开放赋能平台。

“未来工厂”是广泛应用数字孪生、人工智能、大数据等新一代信息技术革新生产方式，以数据驱动生产流程再造，以数字化设计、智能化生产、绿色化制造、数字化管理、安全化管控为基础，以网络化协同、个性化定制、服务化延伸等新模式为特征，以企业价值链和核心竞争力提升为目标，引领新智造发展的现代化工厂。

新智造是智能制造不断演化升级的新阶段，是基于新一代信息技术与先进制造业深度融合，以数据驱动生产流程和组织方式再造，打通需求与供给，贯通消费与制造，构建形成虚实融合、知识驱动、动态优化、安全高效的系统和生态，旨在提高制造业质量、效益和核心竞争力的先进生产方式。

为深入贯彻落实浙江省委关于数字化改革的决策部署，以新智造为主攻方向，加快数字经济系统“未来工厂”子系统建设，打造“未来工厂”引领，智能工厂（数字化车间）为主体的新智造体系，促进企业生产方式转型，推动制造业要素资源重组、生产流程再造和企业组织重构，由浙江省经济和信息化厅牵头组织，之江实验室、浙江省技术创新服务中心、浙江中控技术股份有限公司等单位共同参与，研究制定“未来工厂”建设导则，为企业开展“未来工厂”建设提供参照和指导。



# “未来工厂”建设导则

## 1 范围

本文件规定了“未来工厂”的建设架构、关键支撑、模式创新、能力建设、发展目标、方法与措施。

本文件适用于浙江省“未来工厂”的规划、设计、建设、运维和评估。也可用于指导智能工厂、数字化车间的建设和评估工作。

## 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

GB/T 28612-2012和DB33/T 2350-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 未来工厂 **future factory**

是指广泛应用数字孪生、人工智能、大数据等新一代信息技术革新生产方式，以数据驱动生产流程再造，以数字化设计、智能化生产、绿色化制造、数字化管理、安全化管控为基础，以网络化协同、个性化定制、服务化延伸等新模式为特征，以企业价值链和核心竞争力提升为目标，引领新智造发展的现代化工厂。

[来源：DB33/T 2350-2021，3.1.3.11]

### 3.2

#### 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。

### 3.3

#### 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。

### 3.4

#### **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。

### 3.5

#### **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。

### 3.6

#### **绿色化制造 green 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减少，达成可持续协调优化的制造模式。

[来源：GB/T 28612-2012，2.1，有修改]

### 3.7

#### **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，采用模块化设计、模块化生产和个性化组合的生产方式，通过需求信息平台 and 定制服务平台，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。

### 3.8

#### **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。

### 3.9

#### **服务化延伸 serviced extension**

是指企业基于数据集成共享和数据资产化运营，提供产品生命周期、供应链/产业链、检验检测认证、承包集成等增值、跨界和全场景的延伸服务，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。

### 3.10

#### **参数化设计 parametric design**

是指将模型中的约束信息变量化，使之成为可以调整的参数，给变化量参数赋以不同的数值，即可生成不同规格的零件模型。

## 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)  
 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)

## 5 建设架构

“未来工厂”以数字化生态组织新一代信息技术及先进制造技术为关键支撑,通过推进数字化设计、智能化生产、安全化管控、数字化管理、绿色化制造等能力建设,以及个性化定制、网络化协同和服务化延伸等模式创新,提升企业综合效益和竞争力,实现高质量发展。

“未来工厂”的建设内容简称“1353”，“1”是指企业综合效益和竞争力提升的高质量发展目标；“3”为三种模式创新；“5”为五项能力建设；“3”为三个关键支撑。“未来工厂”建设架构如图1所示。

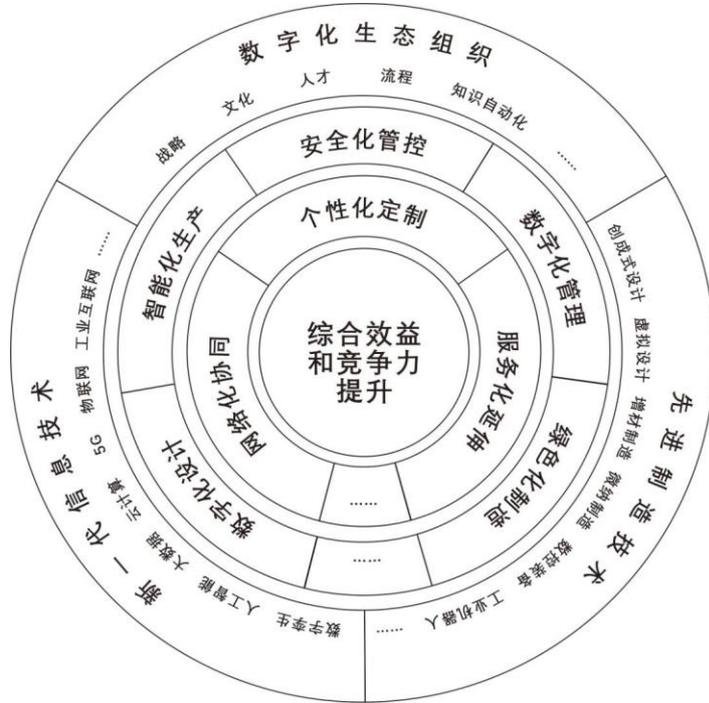


图1 “未来工厂”建设架构

## 6 关键支撑

### 6.1 数字化生态组织

应在以人为本的宗旨下，通过强化组织文化，建立使命愿景，打破信息壁垒，深化数字赋能，实现组织人力的协同驱动、快速决策、自主优化，打造自驱动型液态创新组织。

现阶段组织转型变革的重点：

- 应围绕市场变化和客户需求，不断改变组织形态和驱动方式，提高企业快速响应外部环境变化的敏捷性。
- 应提供更加灵活的管理制度，激发组织协同，激励员工主动参与经营，充分利用有限资源创造更多价值。
- 应以数据资产的方式共享工艺、知识、创意等技术能力资源，汇聚知识基础、沉淀核心能力、发挥知识洞察价值，提升孵化培育能力。
- 应在数字优先和数据驱动决策的理念下，充分利用数字化手段和方法，有效地发现、获取、利用数据，优化与提升制造与服务的质量效率。
- 应树立人为核心、机器服务于人的意识，合理利用自动化、数字化、网络化、智能化等技术手段，解放人的体力与脑力，赋能与拓展人的能力，发挥协同优势，促进人与企业的创新。

### 6.2 新一代信息技术

应在企业研发、生产、供应链、销售、服务等环节深度融合应用数字孪生、人工智能、大数据、云计算、物联网、5G等新一代信息技术。

现阶段创新应用的重点：

- a) 应采用数字孪生技术，通过建立数据模型、逻辑模型和可视化模型，在信息空间构建一个与物理工厂几何高度相似、内部逻辑一致、运行数据契合的虚拟工厂，实现信息流、物料流和控制流的有序流转，以及产品设计、物理设备和生产过程的实时可视化展示和迭代优化。
- b) 应采用计算机视觉、机器学习、深度学习、自然语言处理、语音识别等人工智能技术，改造劳动强度大、工作条件差、风险高、重复性强、有毒有害等传统场景，实现研发、生产、物流和服务等的全流程优化。
- c) 应建设工业互联网平台，通过全面互联和数据驱动，实现基于大数据的设备运行优化、生产运营优化、以及企业协同、用户交互与产品服务优化的智能化闭环。
- d) 应基于工业网络组网技术，可优先采用 5G 组网技术，建立数据隔离、质量保证的基础通信网络，实现大带宽、低时延、安全可靠的数据传输，满足在生产运行和管理过程中的通信要求。

### 6.3 先进制造技术

应在传统制造技术的基础上，吸收机械、电子、材料、能源、信息和现代管理等多学科、多专业的高新技术成果，并综合应用于产品的全生命周期，实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产，提高企业对动态多变市场的适应能力和竞争能力。

现阶段创新应用的重点：

- a) 设计技术：广泛应用创成式设计、虚拟设计等数字化设计技术，实现产品研发全生命周期的网络协同研发和设计验证优化。
- b) 工艺（加工）技术：探索应用超精密、高速加工、增材制造、微纳制造、再制造等工艺（加工）技术，实现制造过程的优化与协同。
- c) 装备技术：深度融合应用数控装备、工业机器人、工业视频等新一代制造装备，结合工业互联网、云计算、大数据等新一代信息技术，构建“智能装备”，提升制造过程的柔性化和智能化。

## 7 模式创新

### 7.1 个性化定制

#### 7.1.1 概述

包括模块化设计、模块化生产和个性化组合三个个性化定制要求。三者相互关联、互促融合，应一体化规划与设计。

#### 7.1.2 模块化设计

模块化设计是指企业将产品的某些要素组合在一起，构成一个具有特定功能的子系统，将这个子系统作为通用性的模块与其他产品要素进行多种组合，构成新的系统，产生多种不同功能或相同功能、不同性能的系列产品。模块化产品设计的目的是以少变应多变，以尽可能少的投入研发、生产尽可能多的产品，以最经济的方法满足各种需求。

- a) 应基于需求信息平台 and 定制服务平台，快速、准确地获取客户个性化需求，实现客户需求的精准识别。
- b) 应基于客户需求和产品的整体规划，开展模块化设计，实现模块或部件的独立性、通用性和互换性。

- c) 应基于计算机辅助设计和参数化设计理念，建立产品设计标准库，快速响应客户个性化定制需求。
- d) 应基于产品整体规划和产品设计标准库，开展产品的系列化设计，建立企业实体和虚拟产品库，实现规范化的产品设计管理。
- e) 应基于装配序列规划及产线动态平衡，通过对产品组合的分析、分类的持续优化，实现并促进产品组成 / 产品结构、装配工艺、模块接口的标准化。

### 7.1.3 模块化生产

模块化生产是指企业在产品模块化设计的基础上，为满足客户需求多样化、个性化定制的一种专业化和规模化的生产方式。

- a) 应基于客户订单和产供销协同平台，实现供应商、制造商、分销商与客户间全链条的生产协同。
- b) 应基于工厂物流的整体规划，通过信息系统与物流装备的集成，实现基于自适应物流的柔性生产。
- c) 应基于模块化设计和装配线产能平衡，通过智能排产，实现多品种产品的混线生产。
- d) 应通过信息系统与产线或装备的信息化集成，实现生产订单与装备或工艺流程的智能匹配。

### 7.1.4 个性化组合

个性化组合是指企业能够基于需求信息平台 and 定制服务平台感知客户个性化需求，驱动柔性的模块化设计和模块化制造资源自适应组合，实现产品制造。

- a) 应基于产品研发协同平台，通过个性化定制需求与企业产品库的组合演算和智能匹配，快速实现智能产品个性化组合的可行性虚拟分析与验证。
- b) 应通过个性化定制需求与工厂装备和工艺流程的智能匹配，快速实现个性化组合的生产组织。

## 7.2 网络化协同

### 7.2.1 概述

包括研发设计协同、供应链协同和生产协同三个网络化协同要求。

### 7.2.2 研发设计协同

研发设计协同是指企业间基于协同设计平台，通过协同工作、交互协商和分工合作，共同完成复杂产品设计任务。

- a) 宜基于协同设计平台，开展复杂产品的企业间协同开发，共享研究成果和知识产权，实现产品快速创新。
- b) 宜基于工业互联网，整合工作群体计算资源、软件资源和数据资源，开展多学科优化、性能分析、虚拟验证等产品研制活动，实现异地协同、并行设计开发。

### 7.2.3 供应链协同

供应链协同是指供应链上下游各方通过供应链云平台，动态共享客户需求、产品设计、工艺文件、供应链计划、库存等信息，实现供应链资源的整合和高效协同。

- a) 应通过工业互联网平台，动态共享客户需求、生产执行、运输、库存、配送等信息，实现供应链资源的最优配置。
- b) 应通过供应链云平台实现客户需求、产品设计和工艺文件等变更信息在企业间的快速传播，优化调整供应链资源。

- c) 应持续深化制造商、供应商、分销商以及仓库、配送、渠道商之间的系统集成，优化协同平台，支撑和推动业务流程的优化迭代，提高供应链资源的整合能力。

#### 7.2.4 生产协同

生产协同是指应用新一代信息技术将复杂产品的串行制造模式变为并行制造工程，实现工厂间生产、管理等的合作生产模式，达到资源的充分利用。

- a) 应通过工业互联网平台，深度集成生产执行、物料供给、产线(设备)状态、人力配置、工艺技术制造资源，实现复杂产品的高效协同生产。
- b) 应通过协同生产云平台，快速响应客户需求变更和产品工艺变更，实现制造资源动态优化配置。

### 7.3 服务化延伸

#### 7.3.1 概述

包括产品生命周期、供应链/产业链、检验检测认证和承包集成四个服务化延伸要求。企业可根据所在行业特点、管理模式，进一步探索服务化延伸的新模式。

#### 7.3.2 产品生命周期服务延伸

产品生命周期服务延伸是指企业提供售后服务保障，汇聚集成商和中间商对最终用户提供客户设备健康管理、工业产品远程运维、设备融资租赁等服务。

- a) 应基于平台汇聚生产设备的制造工艺、运行工况和状态参数等数据，优化设备故障诊断、健康管理等模型，向客户提供增值服务。
- b) 应基于平台采集整合产品设计、运行、环境等数据，提供工业产品远程运维服务。
- c) 应依托工业互联网平台采集设备运行情况、实时工况等数据，整合企业生产经营等数据，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。

#### 7.3.3 供应链/产业链服务延伸

供应链/产业链服务延伸是指企业共享供应链/产业链资源，面向全行业提供现代供应链管理服务、分享制造和互联网金融等服务。

- a) 应依托工业互联网平台开发采购、仓储物流等云化应用，实现资源和数据的共享。
- b) 应基于平台开发部署制造能力在线发布、实时对接和精准计费等行业 APP，实现制造能力的可计量、可协同、可交易，提供制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的服务。
- c) 应基于工业互联网平台采集供应链生产经营等业务数据，建立供应链企业经营、信用等大数据分析模型，开发部署企业经营状况预测等行业 APP，开展企业信用评级，估算企业坏账概率，辅助银行做出贷款决策。

#### 7.3.4 检验检测认证服务延伸

检验检测认证服务延伸是指企业共享检验检测优势资源，面向全行业提供产品检验检测认证服务和环境检测服务。

- a) 应基于实验室检测能力和资质，开发检验检测认证服务。面向全行业提供检验检测、认证测试、计量校准、技术咨询、仪器共享等服务，推动制造企业改善产品质量、优化生产流程、提高管理水平。
- b) 应基于环境检测能力和资质，开发环境检测服务。面向全行业提供土壤、污水废水、水质、废气、天然气、固废危废、二噁英的安全评价和场地调研等检测服务。

- c) 宜面向供应商共享检测数据，提供数据分析服务，促进产品的更新迭代。

### 7.3.5 承包集成服务延伸

承包集成服务延伸是指企业共享企业管理和生产制造能力，面向全行业提供综合解决方案。

- a) 机械、船舶、汽车等离散行业，应通过制造服务化支持平台，凝练制造单元、加工中心、生产线和车间的全面感知、设备互联、数据集成和智能管控等能力，提供高水平的智能工厂综合解决方案。
- b) 冶金、石化等流程行业，应通过制造服务化支持平台，凝练生产全过程工艺控制、状态监测、故障诊断、质量控制和节能减排等能力，提供高水平的智能工厂综合解决方案。
- c) 应基于工业互联网平台，整合企业内部及产业链上下游研发、制造、管理、商务、物流、孵化等创新创业资源，提供创新创业综合解决方案，赋能中小微企业开展创新创业。

## 8 能力建设

### 8.1 数字化设计

#### 8.1.1 概述

包括产品研发与设计、工艺设计和试验设计三个数字化设计要求。

#### 8.1.2 产品研发与设计

产品研发与设计是指从概念设计阶段开始，采用协同设计平台，利用参数化对象建模等工具，开展产品的研发与设计。

- a) 应采用工业互联网、云计算和大数据等新一代信息技术，实现 CAD、PDM、CAE、CAPP、CAM 等研发工具之间的集成与协同设计。
- b) 应基于研发管理体系（如 CMMI、IPD、产品标准化大纲）等，指导产品研发，实现产品研发全生命周期管理。
- c) 应基于数字化产品结构、性能分析、设计过程数据管理、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。
- d) 应基于产品设计标准库和设计知识库的集成和应用，实现产品全生命周期的动态管理、产品迭代的高效设计，满足设计、生产、物流、销售、服务等应用需求。

#### 8.1.3 工艺设计

数字化工艺设计是指基于知识库、相关数据和设计云平台，开展工艺的优化与协同设计。

- a) 应基于工艺知识库的集成应用，辅助工艺优化。
- b) 应基于设计、工艺、装备（工具）、生产、检验、运维等数据分析，构建实时优化模型，实现工艺设计动态优化。
- c) 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。

#### 8.1.4 试验设计

数字化试验设计是指基于虚拟样机或试验验证模型，开展产品的数字化虚拟仿真试验。

- a) 机械、船舶、汽车等离散行业，应建立虚拟样机，实现产品结构、功能、动态特性、虚拟装配和使用工况的仿真和测试。

- b) 应采用数字孪生、CPS 等技术，建立试验验证模型，持续提升产品与模型的匹配度，实现产品设计的快速验证和优化。

## 8.2 智能化生产

### 8.2.1 概述

包括计划调度、生产执行、质量管控、物流配送和设备运维五个智能化生产的要求。

### 8.2.2 计划调度

计划调度智能化是指企业采用生产计划排产系统或平台、先进排产调度算法模型、生产运行实时模型等技术，实现满足多种约束条件的动态实时生产排产和调度，实现对突发事件的自动预警、辅助决策和优化调度。

- a) 应基于产供销协同平台，实现销售订单、生产订单和采购订单的关联。
- b) 应采用 APS 等生产计划排产系统或平台，实现基于市场需求、安全库存、制造过程等因素的科学排产，生成优化的生产作业计划和物料计划。
- c) 在离散制造企业，宜动态获取制造单元加工现场的实时生产信息，并针对制造单元生产过程的临时生产任务、设备故障、交货期更改等不确定性事件，建立单元制造任务的动态调度模型，达到制造任务的利益均衡（即最短完工时间）。
- d) 在流程制造企业，宜通过工业大数据分析，构建生产运行实时模型，提前处理生产过程中的波动和风险，实现动态实时的生产排产和调度。
- e) 在离散制造企业，宜以生产组织为核心进行前端和后端的计划协同。

### 8.2.3 生产执行

生产执行智能化是指企业应用新一代信息技术，依托MES等信息化系统，实现作业文件自动下发与执行、设计与制造协同、制造资源动态组织、生产过程管理与优化、生产过程可视化监控与反馈、生产绩效分析和异常管理，提高生产过程的智能化和可控性。

- a) 应通过制造执行系统等信息系统集成，实现工艺指导文件、生产配方、运行参数或生产指令自动下发到制造单元。
- b) 应基于数据分析模型或数字孪生技术，通过对生产作业、生产资源、制造过程等关键数据的实时仿真与动态监测，实现生产资源和任务调度的持续优化。
- c) 应利用工艺优化结果、工艺操作知识库、VR/AR/MR 等，实现实时辅助操作。
- d) 在离散制造行业，应基于物料拉动、配送需求等信息搭建数据模型，实现对生产执行、物流装备、库区设置、人工干预等资源的动态调度。

### 8.2.4 质量管控

质量管控智能化是指企业应用新一代信息技术，实现质量数据采集、在线质量监测和预警、质量档案建立及质量追溯、质量分析与改进等质量管控的智能化和敏捷化。

- a) 应采用图像识别、AI 算法实现产品质量（外观）的动态实时在线监测。
- b) 应采用测量感应（红外热成像，X 射线检测等）实现产品质量的在线监测。
- c) 应采用 LIMS，对产品质量进行采样、分析、检测和评定。
- d) 应采用 SPC，对质量大数据建立分析模型和算法，实现产品质量的分析和预测。
- e) 应采用质量控制模型（分析数据、偏差跟踪、质量预知等），对质量异常进行实时预警，在线优化设备/工艺的作业参数，实现对生产质量的实时闭环控制。
- f) 应建立产品批次质量数据库，实现从来料到最终交付的产品质量追溯。

### 8.2.5 物流配送

物流配送智能化是指企业运用软件技术、互联网技术、自动分拣技术、光导技术、RFID、声控技术等先进的科技手段和设备，对物品的进出库、存储、分拣、包装、配送及其信息进行有效的计划、执行和控制，确保物料仓储配送准确高效和运输精益化管控。

- a) 应实现生产、仓储配送（管道运输）、运输管理多系统的集成优化。
- b) 应实现运输配送全过程的信息跟踪，并对轨迹异常进行报警。
- c) 应通过物联网和数据模型分析，通过物、车、路等的自主匹配，实现装载能力优化以及运输配送线路优化。
- d) 应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。
- e) 应根据市场供应信息 and 仓储模型，通过企业与上游供应链的集成优化，实现企业库存的动态优化。

### 8.2.6 设备运维

设备运维智能化是指企业建立设备故障知识库，通过设备信息管理系统和新一代信息技术，实现设备运行状态实时监控、基于知识的设备故障管理、基于大数据的设备预测性维护、远程诊断、设备运行分析与优化等。

- 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，实现设备的全生命周期管理。
- b) 应基于设备信息管理系统，开展设备的润滑、维修、备品备件等的数字化管理，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，应用大数据算法、数字孪生、人工智能等技术，实现设备运行分析与优化、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资源，实现设备远程诊断和故障预警。

## 8.3 安全化管控

### 8.3.1 概述

包括生产安全、信息安全和作业安全三个方面的安全化管控要求。

### 8.3.2 生产安全

生产安全是指企业对设备、物料、过程、环境等风险要素的安全化管控，正确地执行安全功能，避免因设备故障或系统功能失效而导致生产事故。包括功能安全要求、功能安全系统设计和实施、功能安全测试和评估、功能安全管理等。

- a) 应基于危险源管理系统，实现危害识别和风险管控。
- b) 应基于安全生产管理系统，实现企业生产安全管理工作的规范化、制度化和标准化。
- c) 应基于功能安全与信息安全一体化管控技术，实现新一代信息技术应用的安全可控。
- d) 应基于应急调度指挥系统，与社会应急资源建立信息互通渠道，对风险进行感知、传输、分析处理、预警响应、应急预案触发和善后处理，实现企业的实时风险管控。

### 8.3.3 信息安全

信息安全是指企业实现相关信息系统及其数据不被破坏、更改、泄露，确保系统连续可靠地运行。包括软件安全、设备信息安全、网络信息安全、数据安全和信息安全防护。

- a) 宜基于多层级的工业互联网安全防护体系，建立信息安全管理体系统，保障关键业务数据的安全。
- b) 应基于信息安全审计平台，采用安全可控的软件、系统和设备，实现业务运行安全。

#### 8.3.4 作业安全

作业安全是指企业通过提高作业管理能力、预防误操作的能力，避免在制造各环节中因人的行为造成的隐患或威胁，以保证人身安全和生产安全。

- a) 应基于作业许可管理系统，实现作业风险识别、作业票审批和作业现场管理的数字化。
- b) 应基于新一代信息技术，通过视频、人员定位、电子围栏等方式，实现人的不安全行为的数字化预警管理。

### 8.4 数字化管理

#### 8.4.1 概述

数字化管理应以数据为驱动，以精益制造和精准服务为目标，以风险防控和智能决策为导向，实现企业管理的科学化。

#### 8.4.2 精益制造

精益制造是指通过生产方式、管理系统、作业流程等方面的改善，提高生产过程协调度和生产效率，使生产系统快速应变客户需求，实现准时生产，降低生产成本。

- a) 应基于 PLM、MES 等系统，通过 BOM 全业务流的一体化驱动，实现产品研发、制造的可视化和透明化。
- b) 应基于 SOP 的数字化管理，提升现场管理的精细化和规范化。
- c) 应基于大数据，采用六西格玛、PDCA 等工具，优化制造环节和业务流程，实现持续优化。

#### 8.4.3 精准服务

精准服务是指基于客户的个性化需求，通过用户需求特征的数据挖掘和分析，提供个性化的定制服务。

- a) 应基于 CRM、SRM 等系统，实现供应与销售管理的信息化。
- b) 应基于客户、供应商的历史数据和战略规划，采用深度学习等方法，实现客户的精准画像。提前布局产品和技术解决方案，为客户提供高质量服务。
- c) 应建立客户服务诉求信息化平台，实现客户诉求的及时响应。

#### 8.4.4 风险防控

风险防控是指企业基于抵御市场影响和突发事件，建立风险识别、防控和处理机制，实现企业的安全运行。

- a) 应基于供应链特性和市场环境的影响，建立企业经营风险识别、预警、防控等机制，及时识别和防范研、产、供、销等企业运营风险。
- b) 应针对自然灾害、重特大事故等突发事件，建立风险应急预案和快速反应机制，实现对突发事件的有效预警和处置。

#### 8.4.5 智能决策

智能决策是指基于系统科学、管理科学和信息技术的综合集成，以数据为驱动，实现在无限需求（目标、任务）下的有限资源的配置。

- a) 应通过企业信息化系统的互联互通与集成应用，实现采购、计划、生产、销售等方面的协同管理和辅助决策，推进企业管理与决策的可视化和透明化。
- b) 应采用人工智能、大数据、区块链等技术，建立企业运营模型，优化决策机制，实现不确定市场下的自适应管理。
- c) 宜构建业财一体化平台，实现战略辅助决策。

## 8.5 绿色化制造

绿色化制造应围绕“碳中和”国家绿色发展战略，综合考虑环境影响、资源效益和经济效益，使产品在整个产品生命周期中，资源利用率极高，环境污染危害极低，实现企业经济效益与社会效益的协调优化。

- a) 应符合 GB/T 36132-2018 的要求，开展企业基础设施、管理体系、能源与资源投入、产品、环境排放等内容的建设，实现生产的低碳化和集约化。
- b) 应围绕生产过程的资源、能源、环境排放（三废、噪声、温室气体）等开展相关的计量数据采集，建立企业的相关资源使用/消耗模型、排放模型，实现管控的数字化和精细化。
- c) 应基于行业大数据和企业历史大数据，开展三废、能源、资源等指标的测算和衡量，持续优化制造过程，实现能源的高效利用和排放的最小化。
- d) 应基于新一代技术，持续进行绿色化改造，实现企业在清洁能源、绿色工艺、绿色产品和绿色供应链等方面的提升。

## 9 发展目标

### 9.1 综合效益提升

企业应在生产效率、能源利用率、运营成本、产品不良品率、研发周期等经济效益指标取得较好成效，无安全事故和环保事件，与社会、园区和生态环境和谐发展。与省内外同行相比，各项指标均处于领先地位。

### 9.2 竞争力提升

企业应持续推动产业链、创新链、供应链、价值链的深度融合，不断提升企业在综合实力、核心技术、网络协同和资源配置等方面的竞争力。现阶段重点关注四类发展形态：

- a) 通过持续推进技术创新、工艺创新、管理创新和模式创新，不断提升设计、制造、供应链、服务全生命周期的智能化水平，成为综合实力和国际竞争力强的引领型“头雁工厂”。
- b) 通过持续提升制造工艺、制造能力和产品质量，走“专精特新”发展之路，通过服务化延伸赋能产业链、企业数字化转型和高质量发展，成为产品国际市场占有率高、资源配置能力强的冠军型“链主工厂”。
- c) 通过持续创新网络化协同、个性化定制等新智造模式，促进新产品、新模式、新业态发展，成为网络化、柔性化、服务化等能力突出的平台型“协同工厂”。
- d) 通过持续推进新一代信息技术深度融合应用，发展先进制造技术，实现关键技术、装备的自主可控和安全高效发展，成为创新能力强、拥有关键核心技术的创新型“硬核工厂”。

## 10 方法与措施

企业应做好顶层设计，从文化、战略、人才、资金等方面进行全面统筹规划，支撑和保障“未来工厂”的建设。现阶段重点从以下几方面开展工作：

- a) 应树立人本管理和持续创新的理念，建立合理的项目实施激励机制，发挥和尊重人的能动性，建立和谐、共生、共赢的企业文化。
- b) 应制定专项战略规划，做好顶层设计，建立合理的组织架构，加强人力资源管理，构建基于新一代信息技术的基础设施，实现企业战略目标。
- c) 应加大人才引进和复合型人才的培养，建立外部专家团队、数字化转型解决方案供应商、企业工匠和内部人才结合的人才供给机制，共同推进模式创新。
- d) 应根据经营情况及实际建设需求，确定投资规模，明确资金来源，确保资金投入。

ZAITS

附 录 A  
(规范性)  
“未来工厂”建设范例（化工）

## A.1 行业概述

### A.1.1 行业高质量发展的定义

化工行业在“十三五”取得了较为显著的成绩，行业技术创新又取得了一批世界水平的新成果，产业结构转型升级和体制机制市场化改革取得新的突破，产能过剩矛盾有效缓解。总体来看，我国化工大国的地位进一步巩固提升。

但是，中国化工行业也面临着严峻的现实挑战。中国化工行业大宗基础产品过剩、新材料和高端精细化学品短缺的矛盾仍十分突出，同质化现象严重。创新能力需要突破，属于“跟跑型”创新，真正属于“领跑型”的原始创新还是少数，加快提升全行业的创新能力，特别是行业高端创新能力，仍然是当务之急。我们的化工企业同世界同行业最先进的化工企业相比还有很大差距。

“十四五”时期是我国由化工大国向强国跨越的关键5年。行业发展的总体思路是围绕贯彻创新、协调、绿色、开放、共享五大新发展理念，以推动行业高质量发展为主题，以绿色、低碳、数字化转型为重点，以加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局为方向，以提高行业企业核心竞争力为目标，通过实施创新驱动发展战略，绿色可持续发展战略，数字化智能化转型发展战略，人才强企战略，加快建设现代化化学工业体系，推动我国由化工大国向化工强国迈进，部分行业率先进入强国行列，企业生产经营效率和效益显著改善，形成一批具有国际影响力的“小巨人”企业和单项冠军企业。

### A.1.2 数字化转型与制造技术融合创新的方法与实践

中国化工企业应注重技术创新、节能降耗、安全发展、结构调整，要大力实施创新驱动和绿色可持续发展战略，推动产业结构、产品结构、组织结构、布局结构不断优化。

具体任务包括：一是提升自主创新能力。攻克一批产业关键共性技术和重大技术装备，提高核心技术装备自主可控能力。二是提升绿色、低碳发展水平。完善绿色标准体系，加快推广绿色工艺和绿色产品，推进绿色工厂、绿色供应链建设，提升本质安全水平。三是推进数字化、智能化转型。推动新一代信息技术与化工生产深度融合，提升生产运营效率。四是提升企业管理水平。锻造优秀科技创新人才队伍，培育一批一流企业，提升核心竞争力。五是提升产业链供应链现代化水平。加快落后产能淘汰和无效产能退出，加快发展生产性服务业。

### A.1.3 适用范围

本附录内容适用于化工企业，也供医药、造纸、水泥、电力、冶金、钢铁、食品饮料等流程工业领域参考借鉴。

## A.2 建设框架

结合“未来工厂”的模式引领与通用要求进行映射，从企业价值创造视角对业务能力进行创新和提升，构建本行业“未来工厂”能力建设图。



图A.1 化工行业“未来工厂”能力建设映射图

### A.3 建设目标

#### A.3.1 模式创新

##### A.3.1.1 个性化定制

###### A.3.1.1.1 模块化设计

应符合7.1.2中的a) b) c) d) e)，还需符合：

——各细分行业宜根据客户的个性化需求，开展产品包装、物流配送等环节的设计，实现产品服务的精准对接。

###### A.3.1.1.2 模块化生产

应符合7.1.3中的a) b) c) d)，还需符合：

——各细分行业宜根据客户配方需求，实现配方管理定制化。

###### A.3.1.1.3 个性化组合

应符合7.1.4中的a) b)。

##### A.3.1.2 网络化协同

###### A.3.1.2.1 研发设计协同

各细分行业宜基于本行业产品特点开展研发设计协同。

###### A.3.1.2.2 供应链协同

应符合7.2.3中的a) b) c) , 还需符合:

——宜建立备品备件的分储与共享的信息化管理系统, 实现企业间、集团企业内部的备品备件联储联备, 有利于降低维修成本、减少维修时间。

#### **A.3.1.2.3 生产协同**

应符合7.2.4中的a) b) 。

#### **A.3.1.3 服务化延伸**

##### **A.3.1.3.1 产品生命周期服务延伸**

各细分行业宜基于本行业产品特点、客户需求提供产品生命周期服务延伸。

##### **A.3.1.3.2 供应链/产业链服务延伸**

应符合7.3.3中的a) b) c) 。

##### **A.3.1.3.3 检验检测认证服务延伸**

应符合7.3.4中的a) b) c) 。

##### **A.3.1.3.4 承包集成服务延伸**

应符合7.3.5中的b) c) 。

#### **A.3.2 通用要求**

##### **A.3.2.1 数字化设计**

###### **A.3.2.1.1 产品研发与设计**

应符合8.1.2中的a) b) c) d) , 还需符合:

——应在工厂建设时, 开展数字化设计和数字化交付。

——应采用数字孪生等技术构建工厂三维数字平台, 实现仿真培训、生产运行优化、企业资产管理、安全应急管理业务活动的优化运行。

###### **A.3.2.1.2 工艺设计**

应符合8.1.3中的a) b) c) 。

###### **A.3.2.1.3 试验设计**

各细分行业宜基于本行业产品特点、客户需求开展试验设计。

##### **A.3.2.2 智能化生产**

###### **A.3.2.2.1 计划调度**

应符合8.2.2中的a) b) c) 。

###### **A.3.2.2.2 生产执行**

应符合8.2.3中的a) b) c) , 还需符合:

——宜采用异常工况管理、智能监测预警、先进控制及优化等技术, 实现工艺和操作的实时优化。

#### **A.3.2.2.3 质量管控**

应符合8.2.4中的a) b) c) d) e) f)。

#### **A.3.2.2.4 物流配送**

应符合8.2.5中的a) b) c) d) e)。

#### **A.3.2.2.5 设备运维**

应符合8.2.6中的a) b) c) d)。

### **A.3.2.3 安全化管控**

#### **A.3.2.3.1 生产安全**

应符合8.3.2中的a) b) c) d)，还需符合：

——应利用工况管理、高级报警管理、过程安全管理等新一代安全管理技术，实现操作的安全平稳。

#### **A.3.2.3.2 信息安全**

应符合8.3.3中的a) b)，还需符合：

——宜按照等级保护2.0的标准体系开展信息安全管理，保障生产设备安全。

#### **A.3.2.3.3 作业安全**

应符合8.3.4中的a) b)。

### **A.3.2.4 数字化管理**

#### **A.3.2.4.1 精益制造**

应符合8.4.2中的a) b) c)。

#### **A.3.2.4.2 精准服务**

应符合8.4.3中的a) b) c)。

#### **A.3.2.4.3 风险控制**

应符合8.4.4中的a) b)。

#### **A.3.2.4.4 智能决策**

应符合8.4.5中的a) b) c)。

### **A.3.2.5 绿色化制造**

应符合8.5中的a) b) c) d)，还需符合：

——各细分行业应建立环境控制系统大数据，并分析优化，实现产品生产的多目标综合效益最优化。

**附录 B**  
**(规范性)**  
**“未来工厂”建设范例（汽车制造）**

**B.1 行业概述**

**B.1.1 行业高质量发展的定义**

随着汽车市场竞争加剧，中国汽车行业将转入高质量发展阶段。汽车制造企业应贯彻新发展理念，落实国家“碳达峰、碳中和”战略目标要求，推动汽车制造高端化、智能化、绿色化发展，助力打造全球先进制造基地。

汽车制造企业要聚焦“电动化、智能化、网联化、共享化、国际化”发展方向，推进新一代信息技术在汽车研发设计、生产制造、仓储物流、经营管理、售后服务等关键环节的深度应用，迭代推动生产方式的智能化，提升产品质量、生产效率和资源利用率，降低生产运营成本和研发周期；持续推动整零协同，着力构建自主可控产业链，增强抗风险能力；加强前瞻布局 and 关键核心技术攻关，积极参与国际分工合作和标准规范制定，通过自主创新和开放合作，提升我国汽车制造行业的国际竞争力和品牌影响力。

**B.1.2 智能化转型与制造技术融合创新的方法与实践**

汽车行业迎来了电动化和智能化的大变局，改变了汽车传统的驱动模式和汽车的属性，改变了汽车和驾驶者、汽车和汽车的关系，甚至也改变了汽车和社会的关系。新一轮科技革命正在驱动汽车行业发生颠覆性的重大变革，智能化变革与制造技术融合创新已是大势所趋。

因此无论是整车厂、零部件还是汽车经销商，既要从技术架构、产品开发、管控方式、供应链管理、生态合作模式等各个方面去推进数字化变革并适应新制造技术，又要打造以轻量化、锂电化、智能化和以用户为导向有核心竞争力的产品。围绕以业务价值为中心，以成本、质量、效率提升为目标，通过两化融合，实现IT和OT层的融合打通。通过自动化工艺装备与工业物联网、工业大数据及人工智能技术的深度融合，打造以生产互联互通和数据决策为目标的“未来工厂”，构建“智能设备”、“智慧供应链”、“大数据智脑”三位一体的汽车智能制造体系，不断提升汽车制造的柔性化、数字化、智能化和快速响应能力。

**B.1.3 适用范围**

本附录内容适用于汽车及零部件制造行业，也可供其他离散型制造业参考借鉴。

**B.2 建设框架**

结合“未来工厂”的模式引领与通用要求进行映射，从企业价值创造视角对业务能力进行创新和提升，构建本行业“未来工厂”能力建设图。

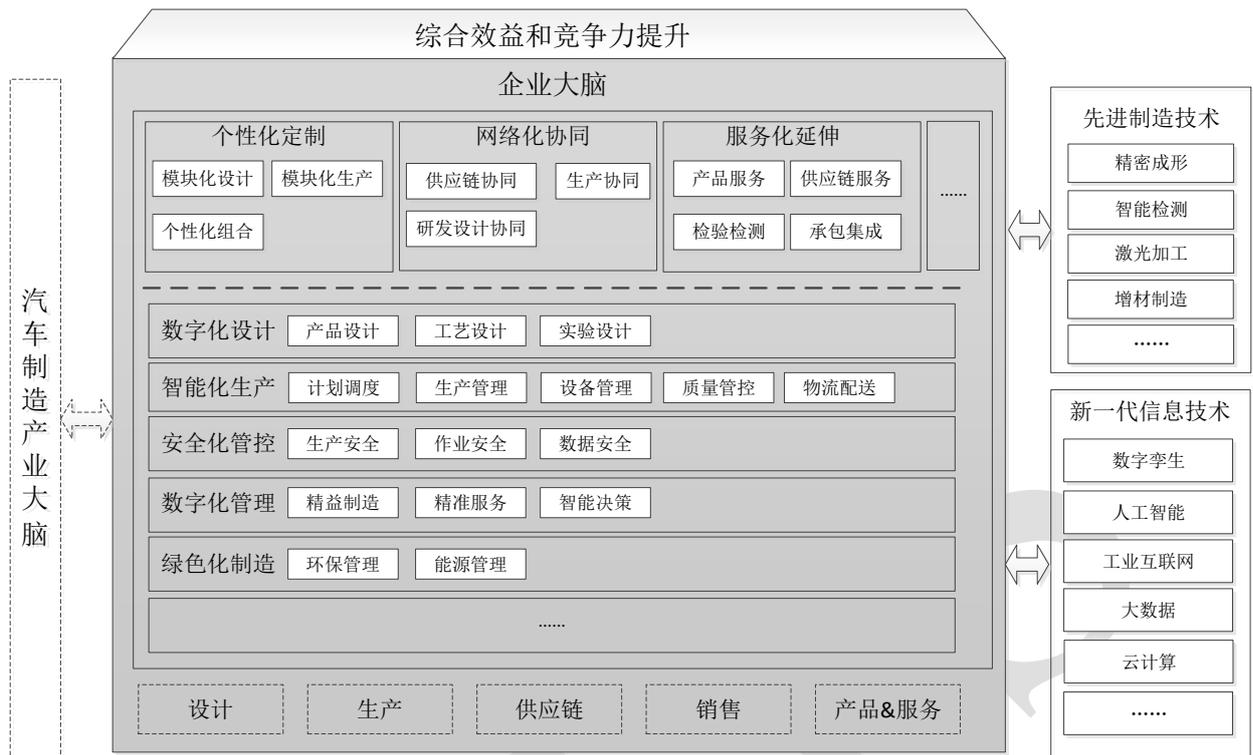


图 B.1 汽车制造行业“未来工厂”能力建设映射图

### B.3 建设目标

#### B.3.1 模式创新

##### B.3.1.1 个性化定制

###### B.3.1.1.1 模块化设计

应符合7.1.2中的a) b) c) d) e)，还需符合：

——应基于系统级模块、产品级模块、部件级模块、零件级模块，实现企业产品模块化、系列化设计分类与库管理。

###### B.3.1.1.2 模块化生产

应符合7.1.3中的a) b) c) d)。

###### B.3.1.1.3 个性化组合

应符合7.1.4中的a) b)。

##### B.3.1.2 网络化协同

###### B.3.1.2.1 研发设计协同

应符合7.2.2中a) b)，还需符合：

——应基于5G、WIFI6等新一代传输技术及VR、AR、MR等新一代交互技术，实现汽车产品远程协同设计、评审的交互。

### **B.3.1.2.2 供应链协同**

应符合7.2.3中的a) b) c)，还需符合：

——应基于EDI、区块链等技术，实现汽车零部件、整车供应链的多源安全的高效协同。

### **B.3.1.2.3 生产协同**

应符合7.2.4中的a) b) c)，还需符合：

——应构建包含跨工厂分工序同步生产协同体系，实现同步、同序的协作生产，降低中间库存及生产等待成本。

### **B.3.1.3 服务化延伸**

#### **B.3.1.3.1 产品生命周期服务延伸**

应符合7.3.2中的a) b) c)。

#### **B.3.1.3.2 供应链/产业链服务延伸**

应符合7.3.3中的a) b) c)，还需符合：

——宜基于用户行为数据和车辆状态数据，提供车辆保险赔偿系数，支持机动车综合商业保险管理的数据集成。

#### **B.3.1.3.3 检验检测认证服务延伸**

应符合7.3.4中的a) b) c)，还需符合：

——宜开展区块链技术的应用探索，通过对汽车制造检测、专项检测、售后维修等数据的采集、追溯和评价，提供汽车全生命周期的可信数据，支撑透明和规范的二次交易。

#### **B.3.1.3.4 承包集成服务延伸**

应符合7.3.5中的a) c)。

### **B.3.2 通用要求**

#### **B.3.2.1 数字化设计**

##### **B.3.2.1.1 产品研发与设计**

应符合8.1.2中的a) b) c) d)，还需符合：

——应通过MBD的应用，高度集成与协同产品设计、工艺设计、工装设计、零件加工、部件装配、零部件检测检验，实现设计制造一体化。

##### **B.3.2.1.2 工艺设计**

应符合8.1.3中的a) b) c)，还需符合：

——应通过工艺资源管理，将工艺设计方法、知识、工具、管理要素等融入研发流程活动中，实现工艺资源数据的标准化、规范化，提升零部件供应商的协同效率。

——应采用结构化的工艺信息管理，提高工艺数据的使用价值和工艺协同设计水平，优化制造执行能力。

——宜通过数字孪生技术，实现制造数据和工艺设计的虚实融合，不断提升工艺设计与产品设计的一体化。

**B.3.2.1.3 试验设计**

应符合8.1.4中的a) b) , 还需符合:

- 应通过产线或设备的虚拟调试, 缩短产线或设备的投产调试周期。
- 宜通过仿真软件开展工厂布局、业务流程和资源配置优化等的虚拟验证, 实现快速、低成本的设计优化。

**B.3.2.2 智能化生产****B.3.2.2.1 计划调度**

应符合8.2.2中的a) b) d) , 还需符合:

- 应构建多工序车间的计划协同和调度模型, 支撑规模化的个性化定制, 实现计划调度优化和生产均衡。
- 应根据生产计划匹配物流配送、设备运维、质量检测等计划, 实现核心生产要素计划相互透明, 动态关联, 协同调度, 提高生产计划的可执行性。

**B.3.2.2.2 生产执行**

应符合8.2.3中的a) b) c) 。

**B.3.2.2.3 质量管控**

应符合8.2.4中的a) b) c) d) e) f) , 还需符合:

- 应基于质量控制标准, 开展MBOM (制造BOM) 的质量控制策划, 提高产品质量控制计划的编制效率和动态响应, 提升整车质量。

**B.3.2.2.4 物流配送**

应符合8.2.5中的a) b) c) d) e) f) g) , 还需符合:

- 应基于车辆位置感知技术和JIS (Just In Sequence, 同步顺序供应) 物理配送模型, 利用AGV、PTL (Pick to light, 亮灯自动拣选系统) 等移动物流设备, 实现物料配送的自动化, 提高物料配送效率和精益化。

**B.3.2.2.5 设备运维**

应符合8.2.6中的a) b) c) d) 。

**B.3.2.3 安全化管控****B.3.2.3.1 生产安全**

应符合8.3.2中的a) b) c) d) e) , 还需符合:

- 应基于新一代信息技术 (传感器、机器视觉、机器学习等) , 实现对有毒有害或危险环境的数字化预警管理。

**B.3.2.3.2 信息安全**

应符合8.3.3中的a) b) 。

**B.3.2.3.3 作业安全**

应符合8.3.4中的a) b) 。

#### **B.3.2.4 数字化管理**

##### **B.3.2.4.1 精益制造**

应符合8.4.2中的a) b) c)。

##### **B.3.2.4.2 精准服务**

应符合8.4.3中的a) b) c)，还需符合：

——应基于精准预测，通过产销平衡、订单驱动生产以及供应链等模式，实现围绕主机厂的入厂供应链需求、计划、订单执行以及变更过程中的实时协同服务。

——宜基于车联网平台，建立产品全生命周期的质量问题快速诊断和及时响应机制，实现用户用车过程的数据分析，为车主提供全方位的追身式服务。

——宜基于车联网平台对用户驾驶行为进行识别和数据采集分析，实现车辆的驾驶安全监控。

##### **B.3.2.4.3 风险控制**

应符合8.4.4中的a) b)。

##### **B.3.2.4.4 智能决策**

应符合8.4.5中的a) b)，还需符合：

——宜基于标准化的运营场景和业务流程，深度集成人工智能与业务流程大数据，建立并完善企业决策机制，实现对业务流程的自学习和自适应管理。

——宜基于微服务架构，通过最小业务功能及其业务接口的标准化，实现业务组织与业务流程快速自适应市场变化。

##### **B.3.2.5 绿色化制造**

应符合8.5中的a) b) c) d)。

## 附录 C (规范性) “未来工厂”建设范例（数字安防）

### C.1 行业概述

#### C.1.1 行业高质量发展的定义

数字安防是浙江省致力于打造的四大世界级产业集群之一，也是省十大标志性产业链之一，拥有以海康威视、大华、新华三等为代表的行业龙头企业。近年来，随着云计算、大数据、人工智能等技术快速发展，数字安防行业在经历了数字化、网络化后，进入了智能化时代，以视频、RFID、NB-IOT为核心的智能感知技术广泛应用到城市交通管理、智能制造、汽车电子、医疗等众多领域，推动了数字安防网与信息网深度融合，加速了传统行业数字化转型升级，产业规模持续扩大。

在数字安防行业的智能化转型阶段，企业已由单一的硬件产品提供商转变为软硬一体的智能物联综合解决方案服务商，硬件产品智能化程度越来越高，软件业务比重逐渐增大，正加速向智能物联网和大数据领域融合发展，积极拓展智能家居、移动机器人、机器视觉、汽车电子、智慧存储等创新领域。这对数字安防企业的市场营销、研发设计、生产制造、交付与服务等产品全生命周期提出了新的要求，实现更加精准的市场营销、更加敏捷的研发设计、更加高效的生产制造、更加快速的交付与更优质的客户服务，保障数字方案行业智能化转型阶段平稳快速发展。

#### C.1.2 数字化转型与制造技术融合创新的方法与实践

近年来，数字安防行业基于先进制造技术，深入开展智能化改造。装配、码垛、搬运、仓储等各类机器人，超高清AA调焦、全自动调焦等超精密加工装备，以及自动化的生产、装配、测试、老化等先进制造技术已在数字安防行业得到广泛应用，在大幅提升生产效率，降低不良率，降低运营成本，降低能耗的同时，也减轻了工人劳动强度。通过新一代信息技术与先进制造技术的融合创新，进一步巩固制造业底层基础，更好地驱动数字方案行业高质量发展。

主流数字安防企业已基本实现产品全生命周期的信息化系统支撑，但各个信息系统与底层业务板块的融合应用深度、各业务系统间集成打通程度存在不深、不足的问题。在数字安防行业高质量发展的重要阶段，企业应把握机遇，提升各业务板块信息化支撑应用的广度和深度，以及各业务系统的网络化协同能力；应借助人工智能、物联网和新一代移动通讯等技术，实现产品、设备设施和生产场景更全面更深入的互联互通；应打通工厂物联网及信息网，建立汇聚生产制造全流程数据的物信融合平台；应围绕各类复杂的个性化市场需求，全面提升软硬件产品的定制化开发能力、柔性生产能力及快速交付服务能力。

#### C.1.3 适用范围

本范例适用于数字安防行业，包括视频安防、电子信息、网络通信等，也适用于智能家居、汽车电子、集成电路、计算机等行业。

### C.2 建设架构

结合“未来工厂”的模式引领与通用要求进行映射，从企业价值创造视角对业务能力进行创新和提升，构建本行业“未来工厂”能力建设图。



图 C.1 数字安防行业“未来工厂”能力建设映射图

### C.3 建设目标

#### C.3.1 模式创新

##### C.3.1.1 个性化定制

###### C.3.1.1.1 模块化设计

应符合7.1.2中的a) b) c) d) e)，还需符合：

——应基于敏捷研发体系与并行工程理念，协同推动产品设计和技术开发，提升客户需求的研发响应速度。

——应基于统一的嵌入式软件平台，为各类设备的接入联网和运维管理提供统一的接口规范，推动软硬件产品开发的良性循环迭代。

——应基于统一的嵌入式硬件平台，为不同硬件提供统一的开发和运行环境，大幅提升开发效率，实现设备智能应用功能的快速迭代开发。

###### C.3.1.1.2 模块化生产

应符合7.1.3中的a) b) c) d)。

###### C.3.1.1.3 个性化组合

应符合7.1.4中的a) b)。

##### C.3.1.2 网络化协同

###### C.3.1.2.1 研发设计协同

应符合7.2.2中的b)。

**C.3.1.2.2 供应链协同**

应符合7.2.3中的a) b) c)。

**C.3.1.2.3 生产协同**

应符合7.2.4中的a) b)。

**C.3.1.3 服务化延伸****C.3.1.3.1 产品生命周期服务延伸**

应符合7.3.2中的a) b) c)，还需符合：

- 宜基于智能算法开放平台，为碎片化的行业应用场景提供一站式算法训练服务。
- 宜基于一体化运维服务平台，支持第三方感知设备接入，向客户提供运维服务。
- 宜基于融合数据资源平台，将感知数据与业务数据进行融合汇聚、治理、挖掘，为客户提供数据模型和应用服务。

**C.3.1.3.2 供应链/产业链服务延伸**

应符合7.3.3中的a) b)。

**C.3.1.3.3 检验检测认证服务延伸**

应符合7.3.4中的a) b) c)。

**C.3.1.3.4 承包集成服务延伸**

应符合7.3.5中的a) c)，还需符合：

- 应基于开发者服务平台，向开发者提供设备、平台、数据和应用的开放服务。

**C.3.2 通用要求****C.3.2.1 数字化设计****C.3.2.1.1 产品研发与设计**

应符合8.1.2中的a) b) c) d)。

**C.3.2.1.2 工艺设计**

应符合8.1.3中的a) b) c)，还需符合：

- 应基于数字化工艺平台，实现工艺的系统规划、智能管理和工艺总体业务流程设计、优化。
- 宜采用数字孪生等技术构建工厂三维数字平台，实现工厂设计、物流规划、装备设计等业务活动的模拟仿真和数字化设计。

**C.3.2.1.3 试验设计**

应符合8.1.4中的a) b)。

**C.3.2.2 智能化生产****C.3.2.2.1 计划调度**

应符合8.2.2中的a) b) c) e)。

### C.3.2.2.2 生产执行

应符合8.2.3中的a) b) c) d)，还需符合：

——应通过自动化软硬件系统，实现关键工艺（调焦、加密）的自动化作业，提升产品质量及一致性，减少人工误判。

### C.3.2.2.3 质量管控

应符合8.2.4中的a) b) c) d) e) f)。

### C.3.2.2.4 物流配送

应符合8.2.5中的a) b) d) e)。

### C.3.2.2.5 设备运维

应符合8.2.6中的a) b) c) d)。

## C.3.2.3 安全化管控

### C.3.2.3.1 生产安全

应符合8.3.2中的a) b) c) d)，还需符合：

——应基于工厂运营平台，实现车间产线、设备运行状态、关键工序等实时风险监测及管控。

——应基于生产制造执行系统，整合数据采集渠道（RFID、条码、PLC、Sensor、IPC等设备），为各生产环节建立详细的执行记录及日志，确保生产过程安全可追溯。

——应基于生产车间环境感知系统，通过采用粉尘、静电、光照、温度、湿度等丰富的环境传感器，保障关键工艺流程对环境的严格要求。

### C.3.2.3.2 数据安全

应符合8.3.3中的a) b)。

### C.3.2.3.3 作业安全

应符合8.3.4中的a) b)，还需符合：

——应基于生产园区合规管理系统，通过视频感知、门禁报警、入侵检测等方式，实现人员合规（ESD检测、人员PPE、人员准入等）的数字化预警管理。

## C.3.2.4 数字化管理

### C.3.2.4.1 精益制造

应符合8.4.2中的a) b) c)，还需符合：

——应基于产品全价值流理念，通过MES、SRM、WMS、制造工艺系统等信息化平台，实现产品市场、研发、制造、交付、服务的全价值链的物流和信息流贯通和协同，实现产品的快速交付。

——应基于拉动式生产理念，构建生产拉动体系，降低库存和在制品，缩短产品制造周期。

### C.3.2.4.2 精准服务

应符合8.4.3中的a) b) c)。

### C.3.2.4.3 风险防控

应符合8.4.4中的a) b)。

#### **C.3.2.4.4 智能决策**

应符合8.4.5中的a) b) c)。

#### **C.3.2.5 绿色化制造**

应符合8.5中的a) b) c) d)，还需符合：

——应基于能耗管理系统，开展产能和用能统计与分析、用能监管、产线能效分析等能耗管理应用，提升能源利用效率，持续改进能源绩效。

ZAITS

## 附录 D (规范性) “未来工厂”建设范例(服装)

### D.1 行业概述

#### D.1.1 行业高质量发展的定义

服装在美化人民生活、增强文化自信、建设生态文明、拉动内需增长、促进社会和谐等方面发挥着重要作用。“十三五”以来,产业发展虽取得了一定成绩,但与科技、时尚、绿色的行业发展要求相比,仍存在诸多困扰行业发展和需要持续关注的问题,主要包括:一是综合创新能力偏弱,产业链供应链稳定性和控制力不足,化纤装备、纺丝油剂、纺织装备、印染助剂、柔性生产等环节较为薄弱;二是部分企业在制造数字化方面已具有一定优势,但深度和广度还有较大提升空间,尤其是对行业数据和消费数据的挖掘和应用不足,需要把握新型消费发展的趋势,加强新模式新业态的探索;三是产品同质化问题较为突出,设计创新能力、品牌运营能力和营销渠道掌控能力有待进一步提升。

服装行业应基于品质化、个性化、多元化和绿色化消费需求的迭代,顺应从外延扩张到内涵式发展的转型升级逻辑,以创意设计为引领、科技创新为核心、智能制造为支撑、品牌建设为带动、可持续发展为导向,构建数字经济时代集成创新的生态体系,形成创意高密集、资源高融合、产品高附加值的高质量发展之路。

#### D.1.2 数字化转型与制造技术融合创新的方法与实践

服装,特别是纺织服装行业的数字化转型,要以“创新驱动、质量优先、绿色制造、绿色发展、结构优化、人才为本”为方针,以“智能设备、智能系统、智能决策”为核心要素,加快推进设计数字化、排产科学化、生产智能化、管理智慧化、供应链协同化、产品全生命周期管理,形成以质量、创新和快速反应为特征的竞争体系,推动我国服装产业走向高效益、集约化、可持续发展、抗风险的发展道路。其实践方法主要包括:

##### 1) 通过应用智能装备实现全链条数字化制造

面向生产关键环节,对生产线实施智能装备换人,通过“数据+装备”实现生产全链路的智能化,进一步提升柔性、绿色的智能生产能力。应用智能吊挂、智能小车等,实现智能物流、自动分配;应用智能机器人监控,协助现场管理,提升管理效率。

##### 2) 建立数据同源、信息共享的多维智能决策体系

通过建立覆盖“DRP(Distribution Resource Planning, 分销系统)销售—PDM产品设计—GST(Garment Standard Time)标准工时工艺—MES生产执行”等数据分析中心,一体化打通“生产—经营—决策”环节的数据链。结合纺织服装行业特点和企业管理现状,聚焦销售、采购、生产、人力资源、市场动态、售后等业务主题分析域,构建多维度多指标的运营指标图,分类、分级、对象化定制领导驾驶舱,使关键绩效指标秒级抽取、立体呈现。依托以上智能决策体系,促进智慧经营。

#### D.1.3 适用范围

本范例适用于纺织服装、服饰家纺、皮革制品制造及其他机制服装制造等现代纺织行业。

### D.2 建设架构

结合“未来工厂”的模式引领与通用要求进行映射,从企业价值创造视角对业务能力进行创新和提升,构建本行业“未来工厂”能力建设图。

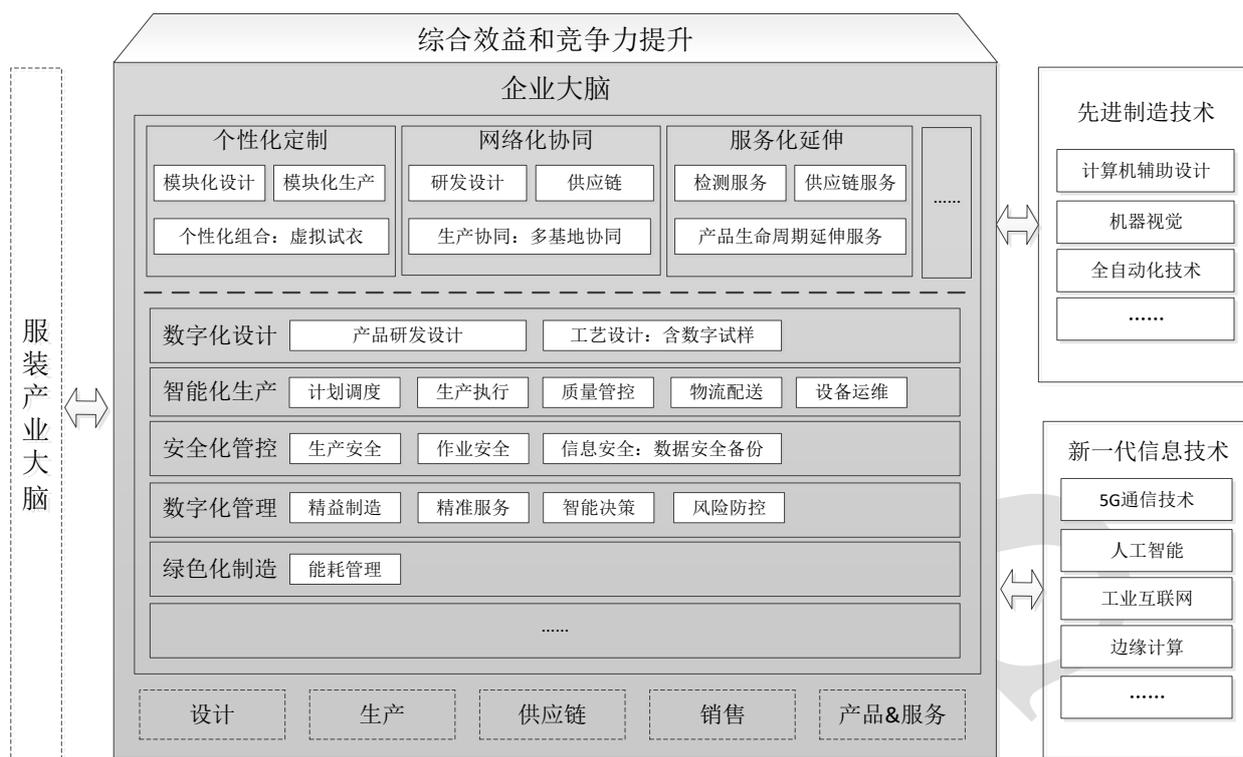


图 D.1 服装行业“未来工厂”能力建设映射图

### D.3 建设目标

#### D.3.1 模式创新

##### D.3.1.1 个性化定制

###### D.3.1.1.1 模块化设计

应符合7.1.2中的a) b) c) d) e)，还需符合：

——应采用图像识别、激光扫描等无接触测量技术获取人体关键净尺寸，并运用深度学习方法，建立/调用相应体型的虚拟人台。

——应基于个性化人体数据+个性化款式需求，通过虚拟试衣平台展示虚拟着装效果。

###### D.3.1.1.2 模块化生产

应符合7.1.3中的a) b) c) d)，还需符合：

——应基于服装定制管理系统，结合个性化款式需求，快速生成适用于生产的工艺文件。

###### D.3.1.1.3 个性化组合

应符合7.1.4中的a) b)。

#### D.3.1.2 网络化协同

##### D.3.1.2.1 研发设计协同

应符合7.2.2中的a) b)。

#### **D.3.1.2.2 供应链协同**

应符合7.2.3中的a) b) c)。

#### **D.3.1.2.3 生产协同**

应符合7.2.4中的a) b)，还需符合：

——宜采用工业互联网平台、5G、大数据、AI等技术，实现生产现场的异地调度和多基地协同生产，确保按质、按量、按时交付产品。

#### **D.3.1.3 服务化延伸**

##### **D.3.1.3.1 产品生命周期服务延伸**

应符合7.3.2中的a) b) c)，还需符合：

——宜汇集第三方服务机构，提供产售维护保养等服务。

##### **D.3.1.3.2 供应链/产业链服务延伸**

应符合7.3.3中的a) b) c)。

##### **D.3.1.3.3 检验检测认证服务延伸**

应符合7.3.4中的a) b) c)。

##### **D.3.1.3.4 承包集成服务延伸**

应符合7.3.5中的c)。

#### **D.3.2 通用要求**

##### **D.3.2.1 数字化设计**

###### **D.3.2.1.1 产品研发与设计**

应符合8.1.2中的a) b) c) d)。

###### **D.3.2.1.2 工艺设计**

应符合8.1.3中的a) b) c)，还需符合：

——数字试样。应基于虚拟试衣技术，运用虚拟人台和面料仿真，开展产前试样，纠正工艺及版型参数。

###### **D.3.2.1.3 试验设计**

各细分行业可基于本行业产品特点、客户需求开展试验设计。

##### **D.3.2.2 智能化生产**

###### **D.3.2.2.1 计划调度**

应符合8.2.2中的a) b) d)，还需符合：

——应基于不同的款式特点、不同基地的产能规划等，实现不同产线的生产分配。

###### **D.3.2.2.2 生产执行**

应符合8.2.3中的a) b) c) , 还需符合:

——宜利用AI技术, 优化节点生产效率(如止口检验工序、拆线工序等), 实现高效生产。

#### **D.3.2.2.3 质量管控**

应符合8.2.4中的a) e) f) 。

#### **D.3.2.2.4 物流配送**

应符合8.2.5中的a) b) c) d) e) f) g) 。

#### **D.3.2.2.5 设备运维**

应符合8.2.6中的a) b) c) d) 。

#### **D.3.2.3 安全化管控**

##### **D.3.2.3.1 生产安全**

应符合8.3.2中的a) b) c) d) 。

##### **D.3.2.3.2 信息安全**

应符合8.3.3中的a) b) , 还需符合:

——应定期备份数据和实时监控数据流量, 并确保备份数据的完整性和可用性, 预防数据遭受进一步破坏。

##### **D.3.2.3.3 作业安全**

应符合8.3.4中的a) b) 。

#### **D.3.2.4 数字化管理**

##### **D.3.2.4.1 精益制造**

应符合8.4.2中的a) b) c) 。

##### **D.3.2.4.2 精准服务**

应符合8.4.3中的a) b) c) 。

##### **D.3.2.4.3 风险控制**

应符合8.4.4中的a) b) 。

##### **D.3.2.4.4 智能决策**

应符合8.4.5中的a) b) 。

#### **D.3.2.5 绿色化制造**

应符合8.5中的a) b) c) d) 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23020-2013 工业企业信息化和工业化融合评估规范
- [2] GB/T 26100-2010 机械产品数字样机通用要求
- [3] GB/T 36457-2018 复杂产品虚拟样机建模方法
- [4] GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求
- [5] GB/T 38129-2019 智能工厂 安全控制要求
- [6] IEC White paper, Factor of the future. 2015

ZAITS