



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟标准

AII/026-2022

数智化供应链参考架构

Reference Architecture for Digital and

Intelligent Supply Chain

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

(2022年12月发布)

目 次

前 言	3
引 言	5
数智化供应链参考架构	6
1 范围	6
2 规范性引用文件	6
3 术语和定义	6
4 缩略语	7
5 数智化供应链基本原则	8
5.1 数智化战略驱动原则	8
5.2 数智化系统设计原则	8
5.3 数智化运营驱动原则	8
5.4 决策智能化原则	8
5.5 组织生态化原则	8
6 数智化供应链参考架构总体框架	8
6.1 总体框架	8
6.2 基础设施层	9
6.3 业务运作层	9
6.4 生态协同层	9
6.5 管理保障层	10
6.6 价值创造层	10
7 数智化供应链基础设施	10
7.1 智能设备	10
7.2 网络与连接	10
7.3 数智化供应链工业互联网应用平台	11
7.4 数据治理与智能算法	12
7.5 信任与安全	12
8 数智化供应链业务运作	14
8.1 数智化计划	14
8.2 数智化采购	15
8.3 数智化生产	15
8.4 数智化履约	16
8.5 数智化逆向	17
8.6 韧性供应网络	17
8.7 端到端数智化供应链智能运营	18
9 数智化供应链生态协同	18
9.1 企业内协同	18

9.2 企业间协同	19
10 数智化供应链管理保障	21
10.1 数智化供应链战略设计	21
10.2 数智化供应链组织创新	22
10.3 数智化供应链企业人才建设	23
11 数智化供应链价值创造	24
11.1 经济价值	24
11.2 韧性价值	24
11.3 可持续价值	25
参 考 文 献	26



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

前 言

本文件按照 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。

本文件牵头编写单位及主要起草人：

中国科学院大学：贺舟、兰舒琳、王曙明
北京外国语大学：马潇宇、张继红、王军
中国信息通信研究院：刘默、田洪川、沈彬、杨昊亭
航天云网科技发展有限公司：于文涛、陈冀华

本文件参与编写单位及主要起草人：

华为技术有限公司：范美华、罗祠璋、宋晓波
浙江大学：王明征、李浩瀚、王子卓、向泽华
重庆交通大学：许茂增、崔利刚、李顺勇
广域铭岛数字科技有限公司：严涵琦、钟爱雪、赵银花、王彬
京东物流集团：王强、戴进、周磊、范广辉
京东零售集团：胡浩、朱伟盟、戚永志、程保春
海尔集团：陈伟、王建国、孙浩
传化智联股份有限公司：倪利强、周伟、王薇奕
鞍山钢铁集团有限公司：侯海云、何天庆、葛正军
湖北格创东智科技有限公司：袁昕、完颜先锋、钟志山
浙江中控技术股份有限公司：周德营、王科军、孙冬梅
北京航空航天大学：宋晓、刘路、李勇
中油管道物资装备有限公司：唐小江、时舰、张光伟、李海华
杉数科技有限公司：王曦、黄翔、郭煜辉
重庆精耕工业互联网有限公司：梅军、李超
联想集团：白鹰、徐鹏、胡宇晴、闫君
长城信息股份有限公司：吴华荣、张念梅、吴笛
思特沃克软件技术（西安）有限公司：李雪晗、屈小翔、李磊
第四范式（北京）技术有限公司：向明辉、魏简康凯
河北工业大学：刘晶、季海鹏、赵佳
浪潮工业互联网股份有限公司：肖雪、商广勇、刘品杰、武婉婉
美的集团：孔令宏、陈锦锋、王文博
震兑工业智能科技有限公司：邱伯华、魏慕恒、张瑞
树根互联股份有限公司：刘伟光、高远志
富士康工业互联网股份有限公司：蒋抱阳、朱闪闪
上海人工智能实验室：王宇
华清科盛（北京）信息有限公司：王凡、李磊、陈俊宇
欧冶工业品股份有限公司：徐昕
江苏中天互联科技有限公司：时宗胜、蒋剑、沈理浩
海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司：隋占疆、顾磊、欧俭华、刘春燕
中华全国供销合作总社济南果品研究所：赵岩
华为云计算技术有限公司：胡玉海、徐俊、马奇、王芝虎
TCL 实业控股有限公司：王万刚
江苏永钢集团有限公司：赵国宾
联韬企业管理咨询有限公司：卫海星
中汽数据（天津）有限公司：任女尔、田杨
江苏中商碳素研究院有限公司：陈卫国、李雅娟、常彬彬

广州致景信息科技有限公司：刘运春、张培、刘理军

山东省胶东供应链管理服务有限公司：张钰

惠州市新一代工业互联网创新研究院：卢竞攸

北京中鼎昊硕科技有限责任公司：王霞、曹国昌



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

引 言

在当前国际竞争环境下，产业链供应链的自主可控、安全高效和现代化发展成为保障我国工业企业竞争优势和产业基础稳定发展的关键。数字化和智能化技术的发展为各行各业带来颠覆性变化，工业互联网叠加大数据、云计算、人工智能、数字孪生等技术的应用将赋能供应链数智化变革。

本文件作为工业互联网标准体系（版本 3.0）系列标准之一，以赋能产业链供应链的数字化和智能化水平提升为目标，以工业互联网平台为基础，提供了数智化供应链的基本原则、基础设施、业务运作、生态协同、管理保障、价值创造等要点建议，指导企业充分和有效应用数字化和智能化技术打造经济、韧性、可持续的供应链体系，驱动我国供应链转型升级，为我国供应链的高质量发展、经济提质增效做出贡献。在全球科技朝着数智化方向发展的背景下，数智化供应链参考架构的构建明确了新兴的数字化和智能化技术如何大范围应用在供应链领域，为供应链数字化转型后的升级目标与方向提供了规范引领。

数智化供应链需要一个长期发展和演进的过程，联盟将持续追踪国内外产业链供应链研究进展，广泛吸纳产业界学术界反馈意见，不断推进标准化研究工作，适时更新和发布新版标准。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

数智化供应链参考架构

1 范围

本文件提供了数智化供应链的基本原则和整体参考架构，对数智化供应链的基础设施架构、业务运作、生态协同、管理保障、价值创造等给出指导性意见。

本文件适用于致力于数智化供应链建设的企业以及提供第三方服务的咨询机构。

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 25103-2010	供应链管理业务参考模型
GB/T 26337.2-2011	供应链管理 第2部分：SCM术语
GB/T 36637-2018	信息安全技术 ICT 供应链安全风险管理指南
GB/T 38702-2020	供应链安全管理体系 实施供应链安全、评估和计划的最佳实践要求和指南
DB52/T 1652-2022	数字化供应链业务管理指南
T 11/AII 001-2017	工业互联网平台 通用要求

3 术语和定义

GB/T 25013-2010，3.1.1、GB/T 25013-2010，3.1.4、T 11/AII 001-2017，3.1.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供应链 supply chain

围绕核心企业，从采购原材料开始，到制成中间产品、最终产品，直至由销售网络把产品和服务送到消费者手中的流程，是包括供应商、制造商、分销商、零售商、直到最终客户的一个网链结构。

3.2

数智化供应链 digital and intelligent supply chain

以用户为中心且有效连接供应商、制造商、服务商、经销商、零售商等主体的网链结构体，应用数字化和智能化技术赋能计划、采购、制造、服务、履约、逆向等全流程的业务数字化、决策智能化，实现降本增效、安全稳定、绿色低碳等价值创造。

3.3

工业互联网平台 industrial internet platform

可集成工厂内部和/或工厂外部的各种数据、服务、用户等各类资源的平台，在此基础上提供工业数据集成分析、应用支撑能力和基础应用能力，以支撑各种工业互联网应用，是构建产业生态重要基础。

3.4

供应链业务参考模型 supply chain business reference model

一套标准化的流程及流程定义体系，用于描述供应链，使供应链管理的相关业务标准化。

3.5

数智化供应链利益相关方 digital and intelligent supply chain stakeholders

指参与或涉及数智化供应链的组织主体，包括但不限于供应商、制造分包商、物流服务商、经销商和客户等关键利益相关方，以及第三方数据服务商、工业互联网平台服务商、政府、金融机构、行业协会及其他生态合作伙伴等其他利益相关方。

3.6

数智化供应链人才 digital and intelligent supply chain talent

指具有数智化供应链管理理念、理解数智化供应链的本质、拥有数字化和智能化技术的专门人才，包括数智化供应链战略管理人才、技术创新人才、建模优化人才、数据分析人才等。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGV	Automated Guided Vehicle	自动导引小车
AMR	Autonomous Mobile Robot	自主移动机器人
CRM	Customer Relationship Management	客户关系管理
ERP	Enterprise Resource Planning	企业资源计划
MES	Manufacturing Execution System	制造执行系统
RGV	Rail Guided Vehicle	有轨制导车辆
SCM	Supply Chain Management	供应链管理
SRM	Supplier Relationship Management	供应商关系管理
WMS	Warehouse Management System	仓库管理系统

5 数智化供应链基本原则

5.1 数智化战略驱动原则

从企业总体战略和供应链战略出发，制定与之相匹配的供应链数智化战略；以数字化战略为底座，以智能化战略为指引，绘制供应链数字化和智能化愿景蓝图；分阶段制定关键步骤、分析步骤优先级和关系，从而实现供应链数字化和智能化转型，支撑企业达成战略目标。

5.2 数智化系统设计原则

规划供应链数字化和智能化顶层架构，深化系统设计的业务架构、信息架构、应用架构和技术架构，促进供应链内部的职能集成、企业内部营、销、服、供、财等领域的价值链集成、以及跨企业的生态合作伙伴产业链集成。

5.3 数智化运营驱动原则

以客户价值为导向，全面采集、处理、传递、存储供应链上下游关键环节数据，用数字化、智能化能力重塑业务，及时、有效地感知、评估与应对供应链潜在波动和风险，实现可预测、可追溯、可实时响应的供应链运营管理。通过提供差异化的供应链数据服务能力，实现供应链运营业务全流程对接和端到端集成；通过业务数字化和数字业务化提升供应链运营管理透明可视，实现数字化运营驱动供应链闭环。

5.4 决策智能化原则

采用人工智能、数字孪生等技术，精准采集工业互联网与消费互联网的数据，预测客户个性化需求，在供应链多主体的计划、采购、生产、交付、退回等业务引入智能决策机制，实现供需两端精准智能匹配，供应链多主体在物流、资金流、信息流等方面高效协同，提升供应链相关决策的智能化水平。

5.5 组织生态化原则

供应链生态网络合作伙伴共同创造价值，共同建设数智化供应链平台作为生态系统形成发展的基础纽带，连接并协调各种类型参与者在供应链各环节协同联动、共生共存，共畅生态系统中的信息流、物流和资金流，形成共享自治、能力互补和价值共创的供应链生态系统。

6 数智化供应链参考架构总体框架

6.1 总体框架

数智化供应链整体参考框架如图 1 所示，以数智化供应链基础设施为支撑，以数智化供应链业务运作为核心，制定数智化供应链管理保障，赋能数智化供应链生态协同，实现数智化供应链价值创造。

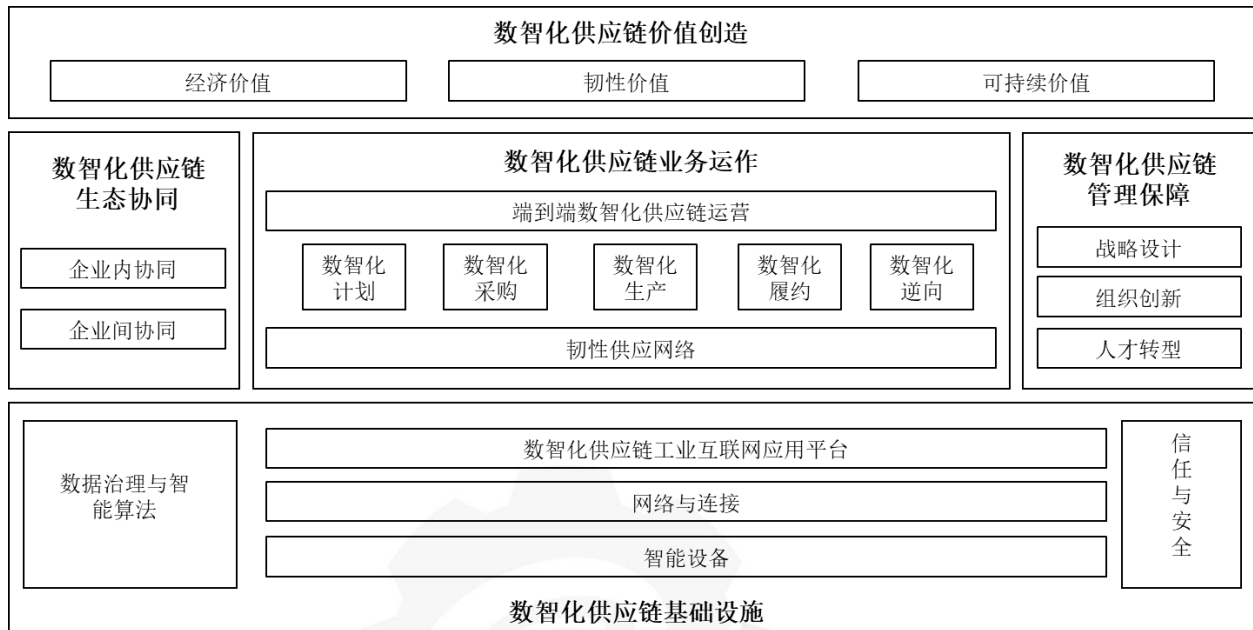


图 1 数智化供应链参考架构总体框架

6.2 基础设施层

数智化供应链基础设施层包括智能设备、网络与连接、数智化供应链工业互联网应用平台、数据治理与智能算法、信任与安全。智能设备是具备自感知能力的仓储、运输、质检等设备，网络与连接层提供网络互联、数据互通、标识解析服务，数智化供应链工业互联网应用平台通过网络与连接层将存在于智能设备和业务系统的数据进行采集、汇聚、处理与利用，赋能供应链的数智化。数据治理与智能算法从数据底座的建设出发，多维度连接智能设备、关键工序，构建设备、工序、人员多方的知识图谱框架，实现数据与管理人员的实时交互，进而有效提升数据质量。信任与安全层是整个基础设施体系有效、可靠运行的保障。

6.3 业务运作层

数智化供应链业务运作层包括数智化计划、数智化采购、数智化生产、数智化履约、数智化逆向、韧性供应网络和端到端数智化供应链运营。数智化计划对物料、人力、设备、场地、运力等资源的供需进行优化配置和调整；数智化采购进行供应商管理和采购流程优化；数智化生产应用智能制造装备、智能系统、智能算法和系统工程技术提升制造业务效率；数智化履约对订单全生命周期进行数字化管理；数智化逆向对逆向源的识别、逆向业务执行、实物报废和价值恢复过程进行精准和有效的管理；韧性供应网络为企业各环节业务提供有效的供应网络决策支撑；端到端数智化供应链赋能供应链业务转型，实现端到端数智化供应链运营。

6.4 生态协同层

数智化供应链的生态协同层包括企业内协同和企业间协同两类。企业内协同是企业内各机构部门在供应链业务、规划、资源、财务等方面协调运行的一种模式，以进度、质量、成本的数字化和可视化为特征，共享企业内部资源，实现企业内部灵活调整。企业间协同是供应链各部分整合业务范围内价值、产业、产品、创新、知识的一种模式，建立数智化战略目标、组织架构、业务流程、信息共享以及物流支撑为一体的新型组织体系，实现供应链上下游企业业务统筹衔接、供应链跨区域资源集聚和资源调配。

6.5 管理保障层

数智化供应链的管理保障层包括战略设计、组织创新和人才转型三部分。战略设计要求企业立足于自身实际状况，建立战略执行保障体系，为数智化供应链战略目标的有效实施创造有利条件、提供有力保障。组织创新需要供应链企业审视自身战略、找到战略薄弱点及未来突破口，不断创新数智化运营的组织功能，推动数智化战略落地。人才转型需要企业组织培训和考核，培养员工的数智化供应链理念、技能及业务能力。

6.6 价值创造层

数智化供应链的价值创造层包括经济价值、韧性价值、可持续价值三部分。数智化供应链的经济价值主要体现在企业自身经济价值、生态伙伴经济价值两方面，降低成本、提高收入，从而创造利润；数智化供应链的韧性价值主要体现在计划韧性价值、寻源韧性价值、制造韧性价值、物流韧性价值四方面，从全业务流程防控风险，保障安全稳定；数智化供应链的可持续价值主要体现在绿色环保价值、产业创新价值、社会发展价值三方面，促进环境、产业、社会层面的可持续健康发展。

7 数智化供应链基础设施

7.1 智能设备

智能设备是指运用于从供应商、制造商、分销商、零售商到用户以及逆向的物资流通过程中的各类具有自感知和自执行能力的设备，包括但不限于以下设备：

- a) 智能仓储设备：如立体货架、堆垛机、移动货柜、箱式仓储机器人、盘点机器人等设备；
- b) 智能运输设备：如无人货车、无人传送站、无人配送车、无人机、AGV、RGV、搬运机器人、AMR 等设备；
- c) 智能包装设备：如包装机器人、自动贴标机等设备；
- d) 智能分拣设备：如智能亮灯拣选设备、直线分拣机、环形分拣机、分拣机器人等设备；
- e) 智能加工设备：如智能剪切等设备。

7.2 网络与连接

7.2.1 网络互联

网络互联，即通过有线、无线方式连接数智化供应链上人、机、料、法、环等多要素，支撑业务发展的多要求数据转发，实现端到端数据传输。网络互联根据协议层次由底向上可以分为多方式接入、网络层转发和传输层传送。

- a) 多方式接入包括有线接入和无线接入，通过现场总线、工业以太网、TSN 等有线方式和 5G、WiFi、WIA 等无线方式，将人员、机器、材料、环境等工厂内的各种要素接入工厂内网，将用户、协作企业、工业互联网平台、安全系统、标识系统等工厂外的各要素接入工厂外网。
- b) 网络层转发实现工业实时和非实时数据转发、网络控制和管理等功能。
- c) 传输层的端到端数据传输功能实现设备到系统的数据传输。管理功能实现传输层的端口管理、端到端连接管理、安全管理等。

7.2.2 数据互通

数据互通实现数据和信息在各要素间、各系统间的无缝传递，使得异构系统在数据层面能相互连接，从而实现数据互操作与信息集成。数据互通应包括但不限于以下功能：

- a) 应用层通信通过 OPC UA、MQTT、HTTP 等协议建立、维持、关闭数据信息传输安全通道，管理支持工业数据资源模型的装备、传感器、远程终端单元、服务器等设备节点；
- b) 信息模型通过 OPC UA、MTConnect、YANG 等协议，提供完备、统一的数据对象表达、描述和操作模型；
- c) 语义互操作通过 OPC UA、PLCopen、AutoML 等协议，实现工业数据信息的发现、采集、查询、存储、交互等功能，以及对工业数据信息的请求、响应、发布、订阅等功能。

7.2.3 标识解析

标识解析应包括但不限于以下功能：

- a) 标识数据采集，主要定义标识数据的采集和处理手段，包含标识读写和数据传输两个功能，负责标识的识读和数据预处理；
- b) 标签管理，主要定义标识的载体形式和标识编码的存储形式；
- c) 标识注册是在信息系统中创建对象的标识注册数据，包括标识责任主体信息、解析服务寻址信息、对象应用数据信息等，并存储、管理、维护该注册数据；
- d) 标识解析能够根据标识编码查询目标对象网络位置或者相关信息的系统装置，对机器和物品进行唯一性的定位和信息查询；
- e) 标识数据处理定义了对采集后的数据进行清洗、存储、检索、加工、变换和传输的过程，根据不同业务场景，依托数据模型来实现不同的数据处理。

7.3 数智化供应链工业互联网应用平台

7.3.1 应用平台架构

为实现供应链数据流闭环，工业互联网平台提供供应链数据接入、数据管理与服务、建模分析与服务、应用开发创新服务、资源集聚与优化配置等关键能力，与网络、安全等共同支撑数智化供应链体系构建，主要包括边缘层、平台层及应用层。平台架构见图 2。

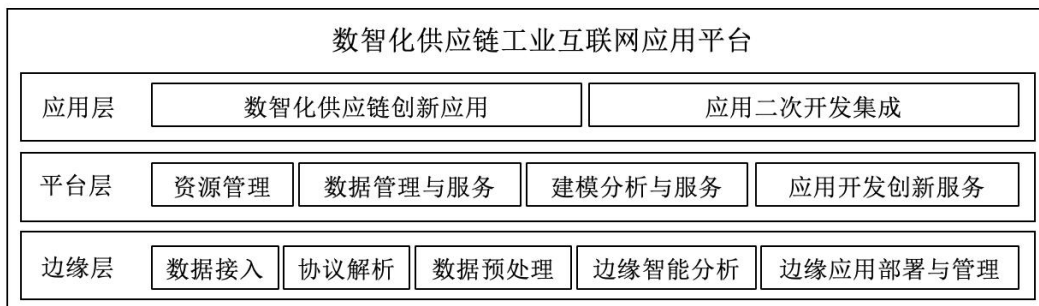


图 2 数智化供应链工业互联网应用平台架构

7.3.2 边缘层

边缘层应包括但不限于以下能力：

- a) 数据接入能力，包括接入智能工艺装备、工业控制装备、智能检测装备、智能物流装备等供应链相关智能设备数据的能力，实现对工业现场各类供应链数据的大范围、深层次采集和连接；
- b) 协议解析与数据预处理能力，将采集连接的各类多源异构数据进行格式统一和语义解析，并进行数据剔除、压缩、缓存等操作后传输至云端；
- c) 边缘分析应用能力，面向高实时应用场景，提供实时分析与反馈控制、边缘应用开发所需的资源调度、运行维护、开发调试等各类功能。

7.3.3 平台层

平台层应包括但不限于以下能力：

- a) 资源管理能力，包括通过云计算 PaaS 等技术对系统资源进行调度和运维管理，并集成边云协同、大数据、人工智能、微服务等各类框架，为上层业务功能实现提供支撑；
- b) 数据管理与服务能力，面向海量供应链数据提供数据集成（支持 WMS/SRM/ERP/MES/CRM 等供应链相关业务系统数据接入）、数据存储与计算、数据治理（包括元数据、主数据、数据标准、数据模型、数据质量、数据开发、数据资产等）、数据服务、数据安全等功能，为上层建模分析提供高质量数据源；
- c) 建模分析与服务能力，融合应用仿真分析、工业机理建模、统计分析、机器学习等方法深入分析工业和供应链大数据，构建供应链计划、采购、制造、交付、逆向采购、运营等模型；提供模型融合（不同类型模型互通、数据传输等）、模型调用（包括调用机制、接口、授权、审批策略等）等模型服务功能；
- d) 应用开发创新服务能力，支持集成 CRM、ERP、SRM、WMS、MES 等已有成熟工具，提供低代码开发、图形化编程等技术，支撑业务人员独立开展数智化供应链应用创新；提供人机交互支持（包括数字孪生、AR/VR 等）、平台间集成框架等功能，提升用户体验和实现平台间的互联互通。

7.3.4 应用层

应用层应包括但不限于以下能力：

- a) 提供数智化供应链创新应用的解决方案，针对计划、采购、制造、交付、逆向及端到端运营等业务流程的数智化供应链需求，提供各类创新应用解决方案，如集约采购应用、智能排产应用、风险预警应用等，帮助企业实现可持续发展的供应网络；
- b) 应用二次开发集成能力，赋能开发者基于平台供应链相关数据、模型及微服务功能定制化改造已有工业 APP，以适配特定供应链数智化应用场景或满足用户个性化需求。

7.4 数据治理与智能算法

- a) 应利用 5G、物联网、大数据、云计算、区块链等一系列数字化技术，帮助企业搭建管理指挥中心，存储企业核心数据，构建企业动态数据模型，并结合行业大数据的高效环比，洞察经营短板，及时预警异常数据，降低企业发展风险。
- b) 应利用运筹优化模型算法、人工智能、机器人等一系列智能化技术，对复杂系统进行有效的全局控制，实现广义问题求解，并具有较强的容错能力；采用开闭环控制和定性决策及定量控制结合的多模态控制方式，从系统的功能和整体优化的角度来分析和综合系统，以实现预定的目标。
- c) 数字化技术为数据治理提供了数据基础，智能化技术为智能算法的实现提供了工具支撑，应协同两者构建数据治理与智能算法。数据治理与智能算法从数据底座的建设出发，多维度连接智能设备、关键工序，构建涵盖设备、工序、人员多方的知识图谱框架，实现数据与管理人员的实时交互，进而有效提升数据质量。基于高质量数据，通过运筹优化模型算法、启发式算法、深度神经网络等智能化技术，打造贴合数据治理能力的智能算法库，实现多场景多模态下智能化决策。

7.5 信任与安全

7.5.1 数智化供应链信任问题

针对数智化供应链在业务运作、生态协同和价值创造过程中的信任问题，数智化供应链应建立包含面向供应、物流交付、交易等多环节的信任支撑能力，包括但不限于以下方面：

- a) 面向供应的透明化和可靠性，不同环境和条件下的有效需求、生产、采购等环节应具备可追溯性，能够支持供应链的参与者追溯重要信息；
- b) 面向物流交付的安全与效率，数智化供应链应能够提供物流仓储全流程的信息，货物信息全程具有高度的可见性；
- c) 面向交易环节的信任保证，应有效防范履约风险，降低供需双方之间的信任成本，提高履约效率。

7.5.2 数智化供应链安全问题

针对数智化供应链系统的人员、设备、网络以及工业互联网平台等基础设施，应建立涵盖资产安全、人员安全、信息安全、货物和运输安全、网络安全、平台安全等方面的多层纵深安全架构。

- a) 资产安全：
 - 1) 应制定相应措施解决包括建筑物以及设备的安全性，对场所内外部环境的监视和控制，利用访问控制，禁止未经授权访问设施、运输工具，装卸码头和货物区，以及对身份识别卡（员工、访客、供应商等）和其他准入装置的发放施加管理控制；
 - 2) 制定联络内部安全员或外部执法部分的协议，以防发生安全故障；
 - 3) 制定相应的程序，限定、检测和报告未经授权进入所有货物和运输储存区。
- b) 人员安全：
 - 1) 建立人员评价流程，在雇用前对人员的诚信进行评价，并定期对其安全职责进行评价；
 - 2) 对开展岗位进行培训，帮助员工履行其安全职责；
 - 3) 设置权限控制，应包含了立即清除合约到期的员工的身份识别卡和进入敏感区和信息系统的访问权功能。
- c) 信息安全：
 - 1) 构建一套标准化程序确保用于货物加工的所有信息（电子的和人工的）均是易读的、及时的、准确的且防止被更改、丢失或导入错误数据；
 - 2) 在组织运送或接收货物时确保货物与相应的运送文件的一致性；
 - 3) 使用系统保护相关的数据，不论主要数据数据处理系统是否运行；
 - 4) 确保所有用户都有唯一的标识码且仅供个人使用，以保证其活动可以得到追溯，同时建立一套有效的密码管理系统用于鉴定用户的真伪，通过以身份为核心的认证体系，实现身份信息的信任传递；
 - 5) 制定保护措施以防止未经授权访问和不当使用信息。
- d) 货物和运输安全：
 - 1) 建立相应程序标准以限制、检测和报告对所有运输、码头装卸区及封闭式货物运输单元贮存的未经授权访问；
 - 2) 建立完善的管理机制确保被运送到供应链中其他组织（运输提供商、调度中心、联运企业等）货物的完整性，当检测出或怀疑有异常或违法活动时，组织应建立对相关的执法部门进行报告程序；
 - 3) 建立追踪运输路线威胁等级变化的程序，并向运输经营者提供安全规章、程序或指南。
- e) 网络安全：
 - 1) 面向组织连接的外部网络，应策略得当、攻击可测、响应联动，实现网络全链路安全保障，建立网络异常监测、入侵防范、边界防护、集中管理等安全能力；
 - 2) 面向供应链内部网络，应根据不同的数据传输协议，加固数据传输链路，建立物联网终端安全加固能力以及服务器端主机安全加固能力。
- f) 平台安全：
 - 1) 在云服务安全方面，实现虚拟化、容器等工作负载的有效隔离和避免负载逃逸，建立服务器端安全加固能力，实现租户的数据与资源的有效隔离，建立统一的平台安全管理中心与态势感知中心，对接各层网络信息安全管理能力；
 - 2) 在应用安全方面，应针对业务系统以及各类 APP 建立 SDL 应用开发周期安全管理模型和物联网认证机制，覆盖产品设计安全评审、产品开发安全编码规范、应用上线安全检测、

应用运行安全监控等环节，落地 WAF、应用动静态安全检测、诱捕蜜罐、代码审计等安全能力。

8 数智化供应链业务运作

8.1 数智化计划

8.1.1 概述

在供应链计划领域，应用数智化技术，优化物料、人力、设备、场地、运力等资源的配置，并根据供需的动态变化自适应调整，提高计划的时效性和准确性。

8.1.2 需求感知

广泛连接供应链内部各专业领域、企业内部各职能及企业外部生态伙伴，自动化获取宏观环境数据、客户需求数据、企业产品数据、自身经营数据、销售线索和机会点、发货数据及外部重大风险事件等，通过数据结构化和量化分析，应用需求预测模型，输出需求预测，给出销售策略、资源计划和风险应对等决策建议。

8.1.3 销售与运作计划

基于产品数据、经营数据、供应和需求数据、风险量化评估数据等，结合企业战略和经营目标，应用计划模拟推演算法，自动化生成并推荐最优的企业中长期的销售与运作计划，敏捷调整经营目标和业务计划。

8.1.4 销售与运作执行计划

基于客户需求、产品数据、供应能力、供应状态等，与客户、渠道、合作伙伴等集成互动，敏捷调整企业短期的销售与运作执行计划，动态优化产品和服务品类，灵活应对风险事件，达成经营目标。

8.1.5 主计划

基于供应链与销售、服务等职能的信息系统集成，自动获取需求预测和客户订单需求，同时充分考虑物料、产能和运能等供应情况，通过智能化算法自动生成和发布主计划，自动分析原材料、部件、半成品和产成品的供需变动，敏捷调整和响应。

8.1.6 采购计划

基于主计划，结合供应商的供应能力可视，甚至多级供应商的产能和生产计划可视，通过高级排产引擎自动输出采购计划，同时自动识别关键品类的采购资源瓶颈，实时预警和调配，构建供应能力灵活性和韧性。

8.1.7 生产计划

基于主计划，结合生产加工网络和资源布局、生产周期和产能数据，综合考虑物料齐套、工厂产能、运作成本、物料转运配送等约束条件，选择排产目标，通过计划排产引擎自动输出最优匹配的生产计划。根据生产计划排程，牵引原材料及各项生产资源准备，并对生产计划执行过程实现可视化管

8.1.8 分销和补货计划

基于销售与运作执行计划，智能分析需求变化，结合产品供应能力、库存水平、供应网络布局和物流路径，智能生成各个分销节点的补货计划并自动执行，动态调整和优化库存。

8.2 数智化采购

8.2.1 概述

在供应链采购领域，与供应商建立长期互利的合作关系，选择合适的供应商，高效完成采购业务履行过程。应用数智化技术，优化供应链上多级供应商业务作业流程，降低采购业务综合成本，提升采购业务效率，与供应链计划、制造和履约业务密切配合，满足客户需求。

8.2.2 供应商管理

构建供应商画像，对供应商基本信息、经营情况、资质等进行数字化管理。供应商认证过程数字化管理，建立供应商综合评估要素模型，对认证过程进行真实记录和合规管理。供应商协议数字化承载，并在与供应商合作过程中，同步记录供应商绩效数据，通过数智化技术分析和改进推荐方案，协同帮助供应商发展。

8.2.3 采购寻源和认证

制定品类采购策略，构建品类选型评估要素模型，真实记录对供应商进行品类认证的过程和结果，确保认证过程合规、高效、可追溯。

8.2.4 采购履行管理

基于采购计划，面向供应商下达采购订单，采购业务信息流和交易流作业线上化执行。采用数智化技术，实现实物自动化和智能化的质量验证和验收作业，提升采购履行业务效率。

8.3 数智化生产

8.3.1 概述

在供应链生产领域，综合应用智能制造装备、数字化系统、智能算法和系统工程技术，提升制造业务效率，降低制造成本，提升制造柔性。

8.3.2 制造工程设计

构建产品数字化模型和工艺数字化模型，同步开展虚拟制造验证，在设计阶段构筑精益、极简、数智化的制造能力，实现设计与制造业务高度融合，加快产品上市过程，提升制造产品质量。

8.3.3 制造资源管理

应用物联网平台、先进通信网络、智能装备，构建工业互联网平台，制造资源动态按需调配，在满足韧性安全的情况下，追求无等待、无冗余的目标。

8.3.4 制造排产调度

基于生产计划，结合产线制造资源数据，构建产线数字化模型，细化排产到线体和作业岛，基于订单需求满足率、产能利用率和制造周期等多目标，智能优化作业批次和任务安排。

8.3.5 制造执行

应用智能设备自动感知、AI 视频智能分析、增强现实辅助作业等数智化技术手段，辅助制造执行过程高效率 and 高质量完成。应用数智化技术监控和优化生产过程，自动化完成制造过程防呆防错、安全合规操作和质量检测作业。

实时记录制造绩效，开展绩效分析和基准测试，动态优化制造过程。

8.4 数智化履约

8.4.1 概述

在供应链履约领域，应用数智化技术，对客户订单进行全生命周期的数字化管理，及时高效完成履约全过程。通过自动化仓储智慧物流有效简化履约过程，提升履约效率，降低履约成本，实现客户满意并追求极致的客户体验。

8.4.2 线上化自动交易

与客户构建数字化的交易通道，运用电子化合同和线上化订单，实现订单全生命周期履约状态可视、履约过程可追溯，并通过电子支付、远程验收、电子结算、电子发票等方式实现全程无纸化和无接触式的订单信息流自动化处理。

8.4.3 供需匹配与订单承诺

整合产品供应能力、客户需求、库存水平、运输能力等数据，对供应要素和需求要素的组合匹配策略进行建模，通过动态规划实现面向客户订单的最优匹配和实时承诺。实时分析供需缺口，并通过模拟仿真输出推荐决策方案。

8.4.4 物流工程设计

进行物流工艺标准数字化设计，联合物流合作伙伴应用和部署物流技术标准。引入或开发先进的自动化、智能化物流装备，在仓储作业、运输执行和物流增值服务业务中集成应用并持续优化，提升物流业务自动化和智能化水平。

8.4.5 物流资源管理

整合行业物流资源，与仓储节点、运输航班和航线、机场和港口、公路和铁路、物流增值服务等物流资源进行数字化连接，实现物流资源要素的编码化和标准化管理。应用数智化技术对物流资源进行服务质量评估，保障物流服务质量。

8.4.6 高效运输

运用数智化技术，结合计划和订单需求，智能制定和决策运输计划。

运输作业从运输委托、收发预约、运输执行、送货和收货预约、到货验收、费用结算等流程信息流端到端线上化执行，信息实时同步，履约过程可视。基于智能算法，对运输路径、运输载具、三维装载等输出推荐的优选方案，提升运输效率的同时降低运输成本。

对国家和国际贸易政策、清关履行规则、税收政策和安全规范等进行解读，形成结构化的知识库和规则库，融入运输业务作业环节，自动分析和推荐优选方案，指导运输作业合规高效履行。

8.4.7 自动化仓储与柔性物流增值服务

仓储业务收货入库、上架、移库、拣料、理货、包装、出库等作业环节信息流通过智能化算法进行作业任务排程，通过线上化系统生成作业指令自动下发。应用自动化装备和标准化的物流工艺，实现仓储实物作业自动化和高效执行。

结合客户订单、生产计划和运输计划等，实现仓储实物作业集成调度，与客户订单的履约交付、生产制造原材料需求和成品发运、运输配送的收货和送货等环节无缝衔接，缩短端到端履约周期。

8.5 数智化逆向

8.5.1 概述

在供应链逆向领域，应用数智化技术，精准有效管理逆向源的识别、逆向业务执行、实物报废和价值恢复过程，合规运作，降低逆向成本，实现绿色可持续发展。

8.5.2 逆向源管理

整合实物物料功能需求、成本、质量、合规等方面的数据，对实物物料的可拆解性、可恢复性与可再生性构建数字化评估模型，精准有效判断逆向业务的合理性和可执行性。

8.5.3 逆向履行

基于数智化极简履约能力，包括但不限于订单交易、运输和仓储等，构建逆向业务通道，高效低成本完成逆向业务的实物作业和交易作业，全程可视、安全、合规。

8.5.4 价值恢复与报废

运用实物物料数据，对逆向物料的价值恢复和报废策略进行高效决策，实现逆向物料的快速和最大化再利用，降低报废物料比例。

8.6 韧性供应网络

8.6.1 概述

韧性供应网络规划与设计属于企业战略性规划，对企业市场竞争力和抗风险能力具有重大影响。韧性供应网络规划与设计涉及计划、采购、生产、履约和逆向等供应链各业务领域基础设施布局，需要综合考虑企业战略、客户需求、物流成本、库存水平、税收和汇率等多重要素和多个环节，进行数智化升级，为企业提供有效的供应网络决策支撑。

8.6.2 供应节点选择

整合供应商、合作伙伴及企业自身的原材料供应、生产、仓储、配送等供应节点的基础设施类型、数量和位置数据，构建供应节点仿真模型，依据网络安全备份和高效低成本运营等目标，选择适当的节点设施类别、数量和选址，优化供应节点布局。

8.6.3 设施产能和柔性分配

整合产品数据、需求和供应数据、各供应节点生产和仓储设施的产能数据以及各供应节点所生产的产品品类、仓储和配送所覆盖的市场区域，构建供应网络数字化仿真模型，优化供应节点的产能分

配和柔性能力分配，能够根据供应节点的供应能力变化适时调整，有效应对供应节点失效或供应能力变化等风险事件。

8.6.4 物流设施和线路

整合港口、机场、铁路、公路等基础设施、连接供应网络各节点的线路及每一条线路上的实物供应和需求品类和数量数据，构建物流网络模型，优化物流设施和线路的选择，创建物流网络备份预案，有效应对物流路径中断等风险事件。

8.7 端到端数智化供应链智能运营

8.7.1 概述

数智化赋能供应链业务模式转型，实现业务运营线上化、自动化、智能化，供应链绩效管理、异常管理和风险管理具备端到端智能运营能力。

8.7.2 绩效管理

基于对供应链端到端业务的数据整合，构建供应链绩效模型，实现供应链端到端绩效数据可视，绩效指标自动化计算，辅助开展绩效指标分析和优化方案设计，提升绩效管理效率和效益。

8.7.3 异常管理

对于计划、采购、制造、履约和逆向等供应链各业务领域中的业务活动，实时记录业务运作状态变化，基于数字化的业务规则建立业务异常感知和预警能力，基于数智化模型分析问题根本原因，推荐解决方案并形成业务作业指令，解决异常问题，保障业务顺畅运作。

8.7.4 风险管理

整合企业内外部风险数据，建立风险影响量化分析模型，实时感知风险事件对供应链的影响，建立风险预案库，及时响应和应对风险事件，降低对供应链的冲击和影响，及时恢复供应链正常运作状态。

9 数智化供应链生态协同

9.1 企业内协同

9.1.1 概述

企业内协同是指数智化供应链内部职能部门（如采购、生产、物流）和销售、研发、财务等各部门跨职能打通，数据可以端到端共享、分析与处理，并实现跨职能部门的基于数据的智能协同决策。通过企业内跨职能部门的协同，供应和需求可以在中长期匹配，成本和服务可以更好地平衡。

企业内协同应包括但不限于销售职能协同、研发职能协同、财务职能协同。

9.1.2 销售职能协同

供应链部门通过与销售部门实时数据共享，可以快速感知用户需求的变化，及时协调与动态响应，主要包含以下方面：

- a) 销售部门通过线上线下的多维度数据对过去及现在的需求加以分析，预测未来某一时段内用户对于产品的需求，通过提前购买原材料、安排生产活动等方式快速响应用户需求；
- b) 供应链部门可以通过销售部门获取的用户对产品的个性化需求数据，智能设定采购和生产工序，实现大规模个性化定制生产；
- c) 供应链部门可以将供应能力数据向销售部门传递，不同产品的生产速度、履约效率等多维度信息与销售部门共享，使得销售部门可以合理安排分销、零售、促销等工作。

9.1.3 研发职能协同

数智化供应链部门与研发职能部门协同主要体现在以下方面：

- a) 基于研发设计的供应链计划安排：在研发部门设计新产品、新技术的早期，供应链部门介入确定原材料、工艺的可行性，考察运输的经济性，并建立部件的编码体系和短、中、长期采购和生产计划；
- b) 基于供应链数据反馈的研发设计优化：供应链部门可以收集逆向产品回收数据、设备维护数据、产品运行状态监测数据等，向研发部门反馈目前产品和技术中存在的问题，为优化新产品和技术提供丰富数据支撑。

9.1.4 财务职能协同

数智化供应链部门与财务职能部门协同以贯穿供应链各环节的资金流为核心，实现企业收入、成本、现金流等财务计划与供应链计划全面匹配，主要体现在以下方面：

- a) 财务部门对在制品、成品、物料等的成本充分管理，供应链部门对全流程的单据标准化和资金充分利用。基于区块链技术增强采购、交付等信息的透明度，提升财务交易的可靠性和安全性，满足供应链上多元信息源的相互印证与匹配，提高财务资金利用效率；
- b) 利用供应链部门的产线运行、物流履约、产品销售等数据提高企业资信，财务部门争取金融机构的贷款或投资，利用供应链金融解决企业的资金难题。

9.1.5 协同基础

企业基于建立知识服务共享协同数据库实现企业内协同，建设要点包括但不限于：

- a) 以商品、会员、合约数字化为切入点，利用各种技术手段不断将各类业务对象数字化、业务事件数字化、业务场景数字化，全面推进供应链全流程数字化；
- b) 基于大数据分析、深度学习、知识图谱等技术，建立工业生产环节中的工业知识、工艺流程、人员经验等资源库、知识库；
- c) 基于从计划、寻源、合同到交易执行整体供应链协同流程，抽离出关键单据形成业务单据及文档的格式标准库；
- d) 基于大规模个性化定制等新模式收集定制端数据，建立设计库；
- e) 开放和共享资源库、知识库、设计库，在线随取随用，实现全供应链研发设计、生产制造、履约交付的知识服务连接与协同。

9.2 企业间协同

9.2.1 概述

企业间协同是指数智化供应链利益相关方依托具有信息交互的平台相互支持管理，应用物联网、大数据、区块链、人工智能、5G、元宇宙等技术，采用面向需求变化和供应链状态变化的动态的、自适应的、闭环的、可持续的、可预测的方法，优化企业间在设计、生产、物流、销售、服务等供应链各环节的方案，实现供应链上下游企业业务活动统筹衔接、跨区域资源集聚和资源调配，为成员企业/机构带来共赢发展机遇。

企业间协同包括但不限于客户协同、供应商协同、制造分包商协同、物流服务商协同、经销商协同、其他利益相关方协同等。

9.2.2 客户协同

客户可以实时查看供应链上的产品信息和流程进展，进行计划协同、库存协同、履约协同、逆向协同等。采用需求驱动原则，客户以及终端用户产生的需求可被反馈至研发设计和生产制造，加速工业循环。上游企业采集用户使用信息、产品运行参数以及售后服务信息等数据，整合生产和供应能力，确定产品品类和技术需求，建立智能市场预测模型。通过定制化服务、标准化生产，为下游客户提供更完善的产品和服务，同时加速供应链的迭代生长、提升竞争力。履约物流信息也与客户可视化共享，客户可以实时掌握订单履约状态、未来配送时间，合理进行自身运营安排。

9.2.3 供应商协同

构建各级供应商和采购商之间的质量、生产、仓储物流、采购等各要素的高效协同平台，实现自动请购、询报价、招投标、订单、到货、入库、对账开票、质量管理、退货管理等全流程协同。

以工业品供应链系统全流程数据为支撑，基于工业品知识图谱的精准搜索、智能化技术，在数字化产品维护、供应商认证与评估等方面建设应用功能和能力，实现资源聚集共享、精准搜索，便于采购商和供应商发现新的产品、渠道、商机。以工业互联网平台为基础，采购商和供应商进行采供计划和生产计划的全面协同，合理安排双方生产，按时按量完成交付，并共享各批次产品质检结果，快速溯源和解决问题。

9.2.4 制造分包商协同

数智化供应链可实现制造商与制造分包商异地互联，客户订单协同下达，多工厂生产计划协同。通过标准化的机器语义框架实现机器互联、数据互联，为机器建立一套数字空间的实时互动模型，实现远程配置不同地点的机器和产能共享。通过将制造系统分成多个过程模块，不同参与主体可以在不同地点智能协同制造，以虚拟化和平台化的方式构建生态，实现生产能力互补和价值共创。

9.2.5 物流服务商协同

物流服务商和制造商可实现数据互联互通和物品编码统一的协同，从而实时获取数据并进行优化，提升物流协同效率。具体而言，物流服务商在运输、储存、搬运、装卸、配送、包装、加工等物流环节中采集的数据可以与制造商的采购、生产和销售数据进行互联互通，应用于制造商的采购、生产、销售等环节的优化，也可应用于物流服务商的车货匹配、运输路径优化、库存预测、物流布局、物流定价、物流设备维护预测、追踪监控等场景优化，实现物流服务商和制造商共同挖掘新的增值价值，更有效地满足服务客户要求。

9.2.6 经销商协同

制造商与经销商在客户需求、交付进度、库存水平等多方面协同。具体而言，经销商将客户需求订单通过数智化供应链平台可以实时共享给制造商，便于制造商安排生产进度。对于个性化定制的订单，制造商则在开始生产后实时将生产进度、物流进度信息共享给经销商，协同提升客户的满意度。同时，制造商将自身的产品库存水平、新产品研发进度等信息共享给经销商，便于经销商更好地制定自身的订购和营销计划。

9.2.7 其他利益相关方协同

其他利益相关方包括：第三方数据服务商、工业互联网平台服务商、政府、金融机构、行业协会及其他生态合作伙伴等。通过整合各方的技术、数据、资金、知识等资源，共建数智化供应链，共享资源协同创新，不断优化价值创造，实现生态共赢。

10 数智化供应链管理保障

10.1 数智化供应链战略设计

10.1.1 阐述战略目的

阐述数智化供应链的战略目的包括但不限于：

- a) 实现理想：运用先进的数智化技术，实现某种创新性理念或者管理哲学，构建具有理想结构及性能特性的新型供应链，以期解决供应链运作面临的重大挑战，赢得长远的战略优势；
- b) 解决问题：旨在解决供应链运作中出现的问题或针对供应链特性或性能短板，实施数智化转型项目并进行相应改革，内部如量化管理、精益管理、优化决策、智能决策，或推行流程再造和组织再造等，外部如提升订单满足率，改善客户响应及客户体验等；
- c) 追求价值：旨在通过数智化工具和平台，挖掘数据价值，赋能企业业务拓展，改善管理运营，提升供应链的整体特性，改善性能指标，降本增效，防控风险，改善客户与员工体验，履行环境义务和社会责任，以及优化供应链生态等。

10.1.2 确定战略定位

确定数智化供应链的战略定位包括但不限于：

- a) 形态定位：数智化融合新思想新技术新工具赋能供应链呈现出显著的新形态特征，确定内部组织、跨企业关系、过程结构、组织结构、物流体系、信息系统、金融模式等维度的新形态特征；
- b) 行业地位：数智化赋能供应链的性能领先国内外同行，使企业具有可持续的核心竞争力，确立供应链在同行中的地位（引领者、同行者或者跟随者）。

10.1.3 设计战略目标

数智化目标是对数智化目的实现过程和结果的刻画，应该是可描述的、可比较的、具体的、量化的或刻度化的，能反映出战略实施前后的变化。设计数智化供应链战略目标包括但不限于：

- a) 形态跃迁目标：与形态定位相对应的目标，反映数智化后的供应链的形态状态或形态特征，数字化颗粒度特征、数智化范围及深度、供应链结构特征、组织及结构特征等；
- b) 特性改善目标：与供应链整体性能对应的目标，包括敏捷性、适应性（柔性、鲁棒性、韧性）、协调性、稳定性、可靠性等。通常情况下，一种特性可以通过一组指标进行测度，基于测度进行分级，以等级的提高表示特性改善的程度；
- c) 性能提升目标：与供应链不同环节和不同维度对应的目标，是对数智化战略实施后供应链状态的刻画。一般用关键支撑性维度的指标来表示，应覆盖量化管理、精益管理、优化决策、智能决策、流程再造和组织再造，以及订单满足率、客户响应、客户体验、环境义务及社会责任等。要求目标维度相对独立且全覆盖，数量大小或等级高低应经过论证；
- d) 目标必须论证：以战略为导向、评估结果及供应链性能提升要求，确定既定时间点拟达到的数智化状态，以数智化水平的等级表示。应明确具体要求的技术指标，例如数字化范围、数据颗粒度、智能化水平等。目标确定要考虑预算约束（中小企业尤其如此），但如果是战略驱动的数字智化，预算约束就会降低。结果为方案设计的输入。

10.1.4 制定战略方案

制定战略方案应坚持价值导向，起点是分析需求，终点是确定优选方案，制定数智化供应链战略方案包括但不限于：

- a) 分析需求：基于新理念、新技术、新趋势及对既有供应链体系运作观察、评估和对标，分析供应链运作存在的突出问题、性能特性短板和未来面临的主要挑战，明确关键的数智化需求，包括功能性需求及范围。其中，功能性需求如供应链智能感知、智能数据采集、智能统计分析、智能建模、智能优化、智能合约、智能输出及可视化等，需求范围如生产加工、在线监测、运营决策等，形成发展方案的设计要求，作为设计方案的输入；
- b) 拟定方案：从数智化目标指标要求出发，综合考虑既有资源利用和市场可用相关设备、工业软件、商务智能软件、物流专用软件、工业互联网、云服务平台、数据服务、区块链应用等资源情况，在系统分析的基础上，拟定或征集可比的数智化供应链发展方案，包括数智化技术路线、供应链结构形态、内外关系、信息采集共享方式方法及模式等；
- c) 优选方案：突出价值导向，从技术先进性、可扩展性、预期供应链性能提升、费用预算、后期维护等方面对拟定的数智化候选方案进行综合评估，依据评估结果，推荐候选方案供决策；
- d) 优化方案：对推荐的候选方案，吸收其他比选方案的优点，使用价值工程等方法，进一步细化优化。

10.1.5 统筹战略资源

数智化供应链战略实施需要的关键资源包括但不限于：

- a) 资金资源：用于保障更新生产设备、配置检测监控系统、升级运作管理系统及交易交付系统等；
- b) 智力资源：用于保障数智化供应链战略设计、方案优化、二次开发及运维升级。战略设计、方案优化、系统实施可以借助外部智力支持，二次开发和运维管理在无风险的条件下可自备自足或外包；
- c) 技术资源：包括设备、集成系统等硬件资源和智能软件等资源，用于保障技术方案的实施和长期的运维管理；
- d) 人才资源：包括统计师、数据工程师、硬件工程师及 AI 工程师等，用于保障数智化供应链战略的实施及长期运维管理。

10.1.6 制定实施计划

制定数智化供应链实施计划包括但不限于：

- a) 形成共识：为确保顺利和成功实施数智化供应链解决方案，从决策层到执行层必须达成共识，深刻理解方案实施的战略意义及价值，全体凝心聚力协调一致参与其中；
- b) 领导推动：方案实施可作为重大专项由领导负责推动，以解决由于技术变革、组织变革和制度变革而出现的难题，为方案实施提供组织、关键技术人才和资金保障；
- c) 关键活动：识别方案实施的关键活动，确定关键活动的关联关系和时间节点，落实关键活动负责人，建立方案工作专班和工作机制，同步推动方案实施不同维度的工作；
- d) 编制计划：根据已确定的基本要素，编制企业数智化供应链的实施计划。既定方案实施中，时间越长，成本越高。同步工程辅以灵活协调机制，可以有效缩短方案实施所需的时间。

10.2 数智化供应链组织创新

10.2.1 概述

数智化供应链应从组织形态、利益联结、产品服务三个维度，构建相匹配的数智化组织管理体系，推动供应链内部部门协同合作。

10.2.2 组织形态创新

数智化供应链进行组织形态创新应包含但不限于以下方面：

- a) 内部组织和制度创新：数智化供应链管理的基本特征是平台化，组织结构从传统的直线职能式、矩阵式、事业部式等典型的复杂结构，趋向极少层次的极简扁平化型组织；
- b) 外部链接与共享创新：数智化供应链环境下，企业间关联关系管理是平台化管理加非平台化管理。前者可以实现智能化动态化管理，后者为前者确定规则，需要数据支持，通过谈判协商来解决。其核心包含正反两点，一是及时便利链接与共享，二是风险预防与阻隔。

10.2.3 利益联结创新

数智化供应链加强上下游利益联结应包含但不限于以下方面：

- a) 供应商画像：通过运用区块链等技术，构建供应商画像系统用以更新供应商信息，企业根据自身需求选择核心要素，通过人工智能算法对供应商进行综合评分，选出可以长期合作的优质供应商，降低合作风险。在多轮合作中，对于失信供应商，拉入系统中的失信名单；
- b) 生态链知识图谱：通过知识图谱汇集影响供应链关键环节的风险因素并提供管理建议，实现风险预判并保证供应链稳定。通过汇集学术论文、在线百科、开源知识库、气象、媒体、产品知识、物流知识、采购知识、制造知识、交通、贸易等信息资源，构建供应链知识图谱，通过企业语义网实现供应链风险管理与原材料选购；
- c) 构建战略联盟：通过建立供应链生态联盟，多渠道感知市场信号，提前获取行业信息，锁定关键原材料价格，应对供应端涨价问题；联合研发，与供应商协同设计降本方案；成立品质专项小组，降低品质不良率带来的损失和生产成本；构建联盟成员资源共享机制，获得业界最优的价格支持，实现供需双方双赢。

10.2.4 产品服务创新

数智化供应链实现产品服务创新应包含但不限于以下方面：

- a) 工业互联网溯源。通过工业互联网全流程质量管理实现问题溯源。针对现有供应链企业产品和服务的质量问题追溯难的问题，通过整合全链数据，构建质量追溯系统，锁定问题源头，明确责任主体，提升产品和服务质量；
- b) 区块链溯源。通过区块链技术实现问题溯源。针对企业信息孤岛问题以及后续导致的质量追溯难的问题，供应链团队可以借助区块链技术的优势，推动供应链上下游企业上链，链上各个节点均可以实时监控最终产品在链上所有环节的状态，一旦最终产品出现问题，均可通过区块链锁定问题。

10.3 数智化供应链企业人才建设

10.3.1 数智化供应链人才需求

供应链数智化转型和运维需要与之匹配人才，主要包括数智化供应链战略管理、技术创新、建模优化、数据分析等数智化人才。

- a) 战略管理人才。深刻理解数智化供应链的本质，洞察供应链发展趋势，具有战略眼光和团队领导能力，能把握数智化供应链发展方向，组织制定企业数智化供应链发展目标和方案，持续推进企业数智化转型。
- b) 技术创新人才。熟悉前沿技术，具有先进信息技术研发、集成应用和运维技术保障能力，为供应链数智化转型提供先进技术支持。
- s) 建模优化人才。熟悉数字供应链的决策场景和需求，具有供应链建模优化、算法设计和编程能力，赋予供应链决策智能。
- d) 数据分析人才。熟悉数字供应链结构特征和数字化特点，具有供应链生产运作和商务数据智能分析、解释与信息提取能力，赋予供应链运营诊断与商务分析智能。

10.3.2 数智化人才的获取途径

数智化供应链人才是企业面向未来的战略资源。不同人才的核心能力和特质不同，因此获取渠道也不同。

- a) 既有人才转型：这是获得数智化人才的基本途径。根据不同情况，采取两种做法，一是明确岗位及职责，面向内部招聘有相关专业基础和学习能力强的人，在实施供应链数智化转型计划前，进行深度专业培训，考评符合要求后上岗；二是对内部招聘人才，在实施供应链数智化转型计划前，进行初步专业培训，之后进入内外结合的项目团队，参与数智化转型项目实施，项目结束后根据过程表现选聘。
- b) 面向社会招聘：战略供应链管理人才和技术创新人才需要一定成长过程和经验积累，属于高度稀缺又综合性的人才，适宜通过社会招聘方式或猎头公司推荐选聘。
- c) 高等学校招聘：建模优化人才和数据分析人才属于高度专业性的人才，适宜通过高等学校招聘方式选聘。
- d) 咨询人员转入：指供应链数智化转型项目咨询方的临聘项目成员，在项目完成后经考评受聘入职企业。这是获得数智化人才的一种补充途径。

11 数智化供应链价值创造

11.1 经济价值

11.1.1 企业自身经济价值

数智化供应链在企业自身经济方面创造的价值包括但不限于：

- a) 降低成本：通过智能生产排程、物料精准管控、智能防呆防错、预测性维护等多种方式，降低企业各项资源投入成本、减少库存与资金占用成本、降低错误与事故的损失成本；
- b) 提高收入：通过整合企业内部研发、制造、管理、商务、物流等资源，推动工业全要素的数字化改造、在线化汇聚和平台化共享，赋能企业增加订单、提升效率、缩短交付周期。

11.1.2 生态伙伴经济价值

数智化供应链在生态伙伴经济方面创造的价值包括但不限于：

- a) 降低成本：通过共享供应链数据、应用智能决策算法，实时监测并优化数智化供应链的运输网络、仓储布局、运力道位等资源，提高物料流通效率，降低物流成本。通过推动数智化供应链中专家库、工具库、运维知识库、客户信息库等服务资源共享，实现生态伙伴的协同运维，提高运维效率，降低运维成本；
- b) 提高收入：借助数智化供应链平台，打破行业壁垒、打通数据孤岛，帮助生态伙伴匹配闲置设备、技术和人才，根据市场、厂区、库房的动态信息协同定制生产计划，及时调整生产所需的人、机、料、法、环等配套供给，获取更多订单和收入。

11.2 韧性价值

11.2.1 计划韧性价值

数智化供应链在计划韧性方面创造的价值包括但不限于：

- a) 局部调整控制风险：通过端到端价值链的业务协同和数据打通，企业识别各个环节中不同类型的风险和规模的风险，通过模拟仿真或智能算法快速寻找局部的计划调整而不影响最终产品交付的方案，从而控制这些风险的影响范围；
- b) 全局优化应对风险：当重大的供给或需求变化风险无法通过局部调整吸收时，数智化供应链基于其数字化技术基础和智能算法的全局优化能力，快速调整和全面修正采购、生产等行为和计划，有效应对重大风险。

11.2.2 寻源韧性价值

数智化供应链在寻源韧性方面创造的价值包括但不限于：

- a) 多元供应商保障供应：基于历史数据对供应商产品价值、交付能力和不可替代性的评估，构建富有韧性的供应网络，为不同企业建立多元化供应商库，有效降低断供等供应风险的不利影响；
- b) 战略合作加强关键供应：对关键零部件的供应商制定个性化的管理策略，通过与关键供应商在数智化技术和应用场景方面的合作创新、共同投资，创造长期战略合作价值。

11.2.3 制造韧性价值

数智化供应链在制造韧性方面创造的价值包括但不限于：

- a) 柔性制造快速响应：根据动态需求变化，结合工厂的材料参数、原材料库存、产线能力等实时数据，灵活调用生产线及相关资源执行生产，形成个性化定制和柔性制造模式，实现对变化的快速响应；
- b) 协同制造资源共享：以云端数据连接多工厂跨区域的生产装备、原料、产品及服务，高效协同共享资源，在停工、缺料等风险事件下灵活调整生产地点，保障产能和质量达到原有标准。

11.2.4 物流韧性价值

数智化供应链在物流韧性方面创造的价值包括但不限于：

- a) 透明可视识别风险：通过建立透明的物流系统实现整个供应链的端到端可视，提升交付效率和客户满意度；分析潜在风险因素，智能识别和预判物流管理的风险点；
- b) 软硬件协同应对风险：基于自动驾驶车辆（AGV）、自动移动机器人（AMR）、叉车、机械臂等硬件，以及智能物流调度系统等软件，实现自动路径优化、自动仓储、自动分拣，快速处理异常风险事件，自动提出降低风险的建议以辅助决策，保障供应链稳定可靠。

11.3 可持续价值

11.3.1 绿色环保价值

数智化供应链在环境方面创造的绿色环保价值包括但不限于：

- a) 降低能耗：通过传感器、摄像头等设备采集厂房、办公室、设备、车辆等区域和物体的能耗数据，利用人工智能等算法根据能耗实况建立专属算法模型，精准分析和定位能耗偏差，实现能效寻优，最大程度降低能源消耗；
- b) 减少排放：通过建设污染物排放在线监测、地下管网漏水检测等系统，全方位监控企业废弃物循环利用程度，实现对污染物排放的动态监测、精准控制和优化管理，从而减少各类污染物排放，保障环境的绿色可持续发展。

11.3.2 产业创新价值

数智化供应链在产业方面创造的产业创新价值包括但不限于：

- a) 生态共赢：数智化供应链营造共赢共创的产业生态，产业链供应链不断向上下游拓展，实现跨企业、跨地区、跨链条的多方主体数据共享、信息互通、业务协同，提升供给侧协作能力和产业生态化水平，实现全要素资源的动态优化配置；
- b) 协同创新：数智化供应链中的大型企业发挥市场、品牌、渠道等优势，提供面向中小微企业的技术培训、资源共享、联合研发等孵化服务，增强中小微企业创新能力，形成大中小企业融合融通的生态系统和协同创新体系。

11.3.3 社会发展价值

数智化供应链在社会方面创造的社会发展价值包括但不限于：

- a) 公平绩效：通过智能设备的投入降低员工工作难度，提高单位时间有效输出。实时跟踪与分析员工实际工时与劳动强度，通过数智化供应链绩效管理系统公平地为每位员工计算绩效，促进员工工作积极性，提高员工满意度，促进社会公平发展；
- b) 持续发展：数智化供应链平台上汇聚了以模型和算法的形式固化的工业知识、以系统流程的形式固化的管理经验，这些工业知识和管理经验可以在本行业及相似行业不断复用，避免了重复性开发工作，实现了规模经济和复用式持续发展。

参 考 文 献

[1]工业互联网产业联盟：《基于工业互联网的供应链创新与应用白皮书》，2021年。

[2]工业互联网产业联盟：《工业互联网平台赋能产业链供应链白皮书》，2021年。

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet