

新经济下中国企业数字化转型之路 ——灯塔工厂专题报告

前瞻产业研究院出品

CONTENTS

目录

01

灯塔工厂的内涵及提出背景

02

灯塔工厂的参考架构设计及实施步骤

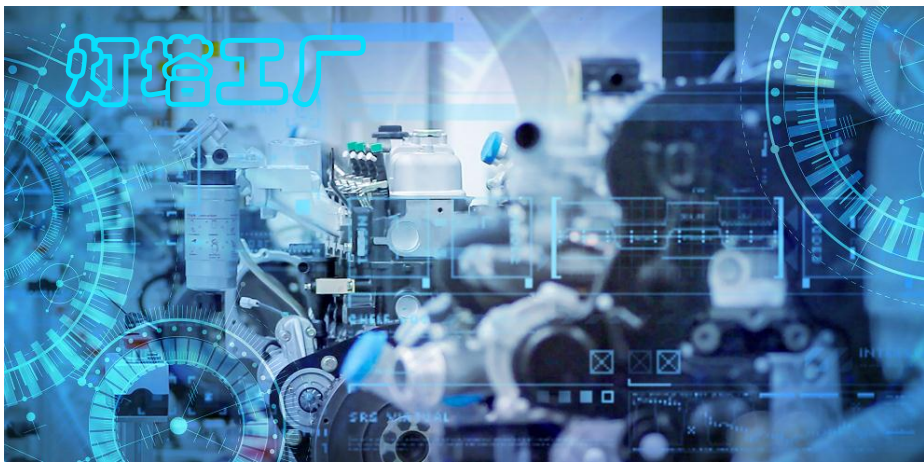
03

灯塔工厂建设行业洞察及经验借鉴

04

企业建设灯塔工厂面临的挑战及建议

/01



灯塔工厂的内涵及提出背景

- 1.1 灯塔工厂的内涵
- 1.2 灯塔工厂的提出背景
- 1.3 灯塔工厂为企业智能化转型指引方向

1.1 “灯塔工厂”是工业4.0技术的应用示范者

“灯塔工厂”（Lighthouse Network）是由世界经济论坛和麦肯锡咨询公司共同遴选出来的“数字化制造”“全球化4.0”技术应用示范者，入选灯塔工厂的示范者一般具有以下特征：①实现重大影响；②成功集成多个用例；③可拓展的技术平台；④在关键推动因素方面表现出色。此外，还可以快速响应市场需求，创新运营模式，实现绿色可持续发展。



实现重大影响：工厂的数字化转型在世界范围内具有重大影响，包括企业的规模经济、产品的制造水平、定制化水平、产品质量等，以及它对整个行业的影响力



可拓展的技术平台：倾向采用分布式、模块化、云中台、持续更新的设计模式实现开发、管理、需求模块的快速部署，支持端到端的数据连接及快速响应



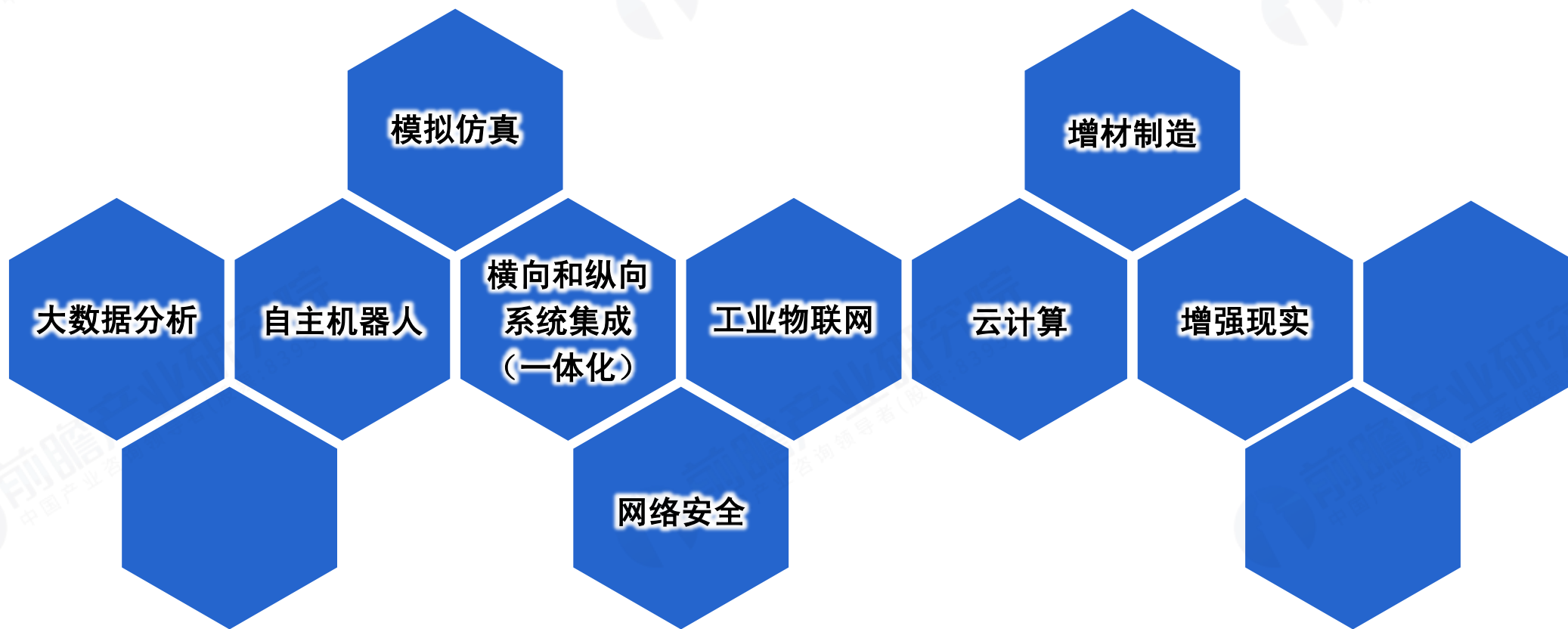
成功集成多个用例：包括内部数字化的实现（主要集中在数字化装配、加工、维护、绩效管理、质量管理、可持续发展）和打通端到端的价值链（主要集中在供应网络、产品开发、规划、交付以及客户的连接性）



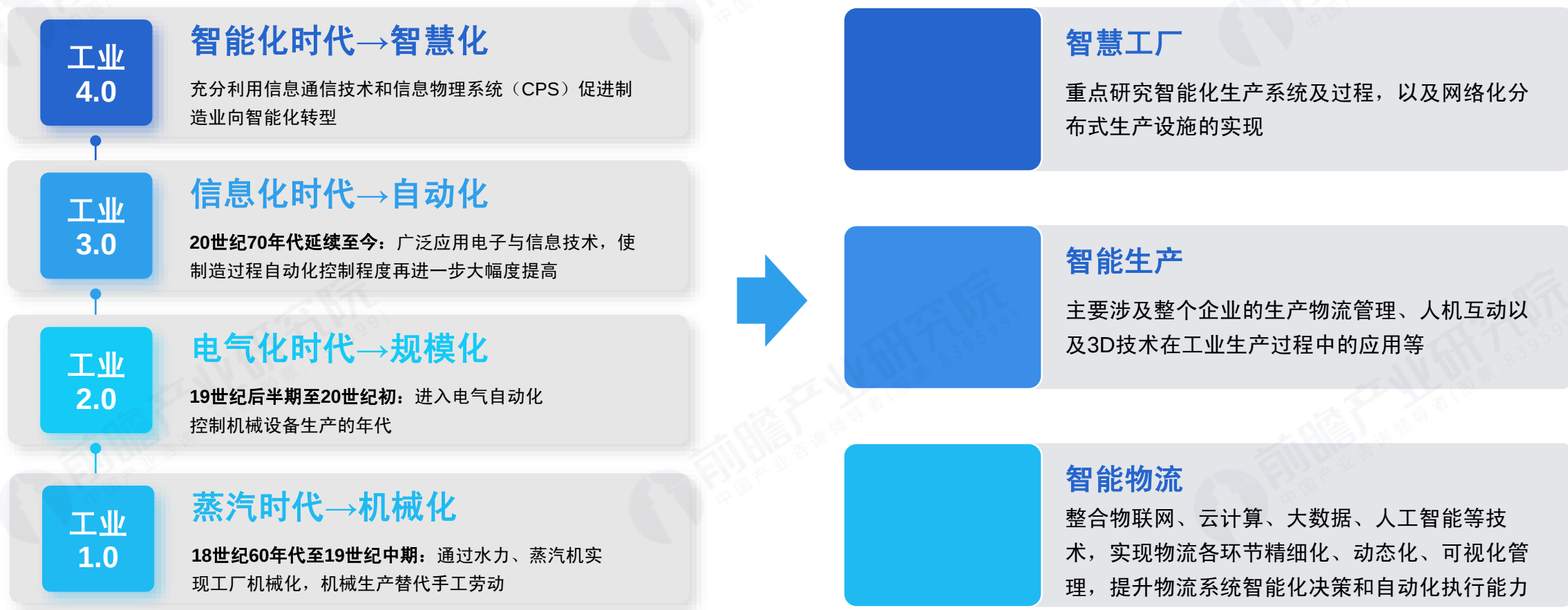
在价值创造的关键推动因素方面表现出色：价值创造的关键推动因素包括个性化定制、管理变革、能力构建、可持续发展、与第四次工业革命社区展开协作等

1.1 灯塔工厂转型的关键在于第四次工业革命新技术应用

“灯塔工厂”是工业4.0技术的应用典范，工业4.0的核心技术包括：大数据分析、自主机器人、模拟、横向和纵向系统集成（一体化）、工业物联网、网络安全、云计算、增材制造（3D打印）以及增强现实。基于工业4.0的新技术，制造业由孤立的、优化的单元转变为完全集成、自动化和优化的生产流程，促进效率的提升，并改变传统的供应商、生产商和客户之间的关系，以及人与机器之间的关系。



2013年，德国在汉诺威工业博览会上正式提出“工业4.0”的概念，提出推动以CPS为基础，以生产高度数字化、网络化、机器自组织为标志的工业革命，通过提升制造业的数字化和智能化水平，打造一个柔性制造、精益生产的智慧工厂。物联网等新一代信息技术与工业经济的融合，使得工业生产进入智慧化时代，即工业4.0。



1.1 “灯塔工厂”是企业迈向智慧工厂过程的成功探索实践

智慧工厂是工业4.0的核心，“灯塔工厂”本质是企业迈向智慧工厂过程的成功探索实践。现代工厂的智能化逐渐聚焦于将物联网、大数据、云计算等新一代信息技术与产品全生命周期管理（PLM）相融合，使工厂具备自组织、自学习和自适应能力。智慧工厂具备的几项智能化功能包括：

仿真具有模拟、验证与分析三个作用，即模拟生产流程、验证决策方案、分析数据可视化，可以充当优化方案与控制指令协同的媒介

决策智能化

作为CPS的关键特征，物联网、服务网络和信息网络的融合成为智能实现的根本，信息获取、异构信息存储和分析成为智慧工厂关键技术的研究内容

三网信息融合

从数据中挖掘知识，以知识驱动生产控制管理的智能化；如将数据挖掘技术应用于故障诊断、质量提升和调度规则挖掘等

数据驱动管理

针对生产过程中的动态变化及定制生产需求，工厂对分散资金进行智能匹配，同时面向不同用户开发友好便携的人机交互平台，从而提供优质高效的企业服务

资源智能匹配

机器人换人指机器人将人从简单的体力劳动提升至决策控制活动。智慧工厂通过引入新能源、新材料、新型制造单元和工业机器人等实现精益生产、环境友好型生产

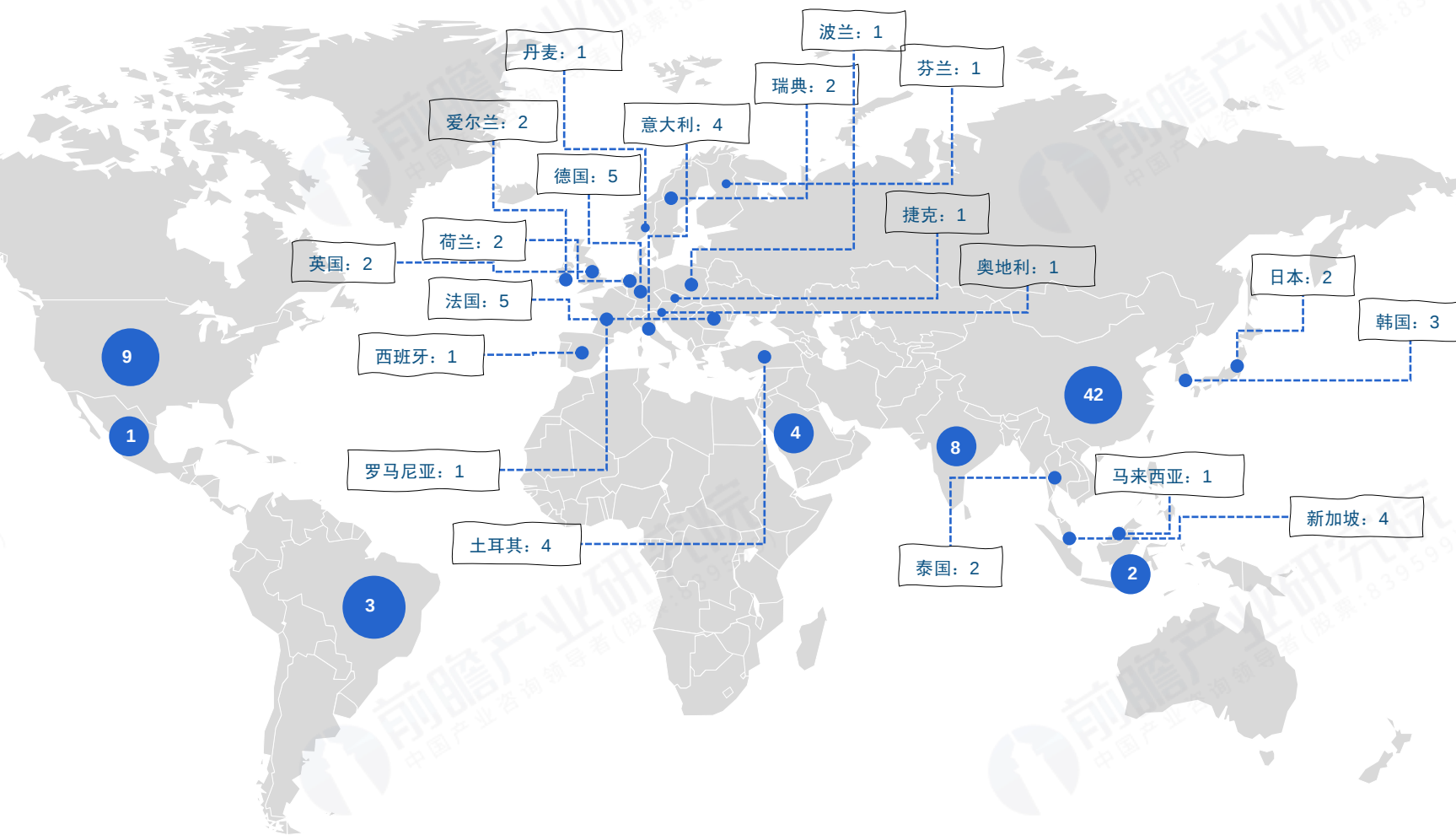
机器人换人

工业互联网安全涉及工业生产各个环节，不同行业需根据各自生产流程进行一体化安全防护，以避免生产故障、操作失误、网络瘫痪、网络攻击等带来的经济损失

工业网络安全

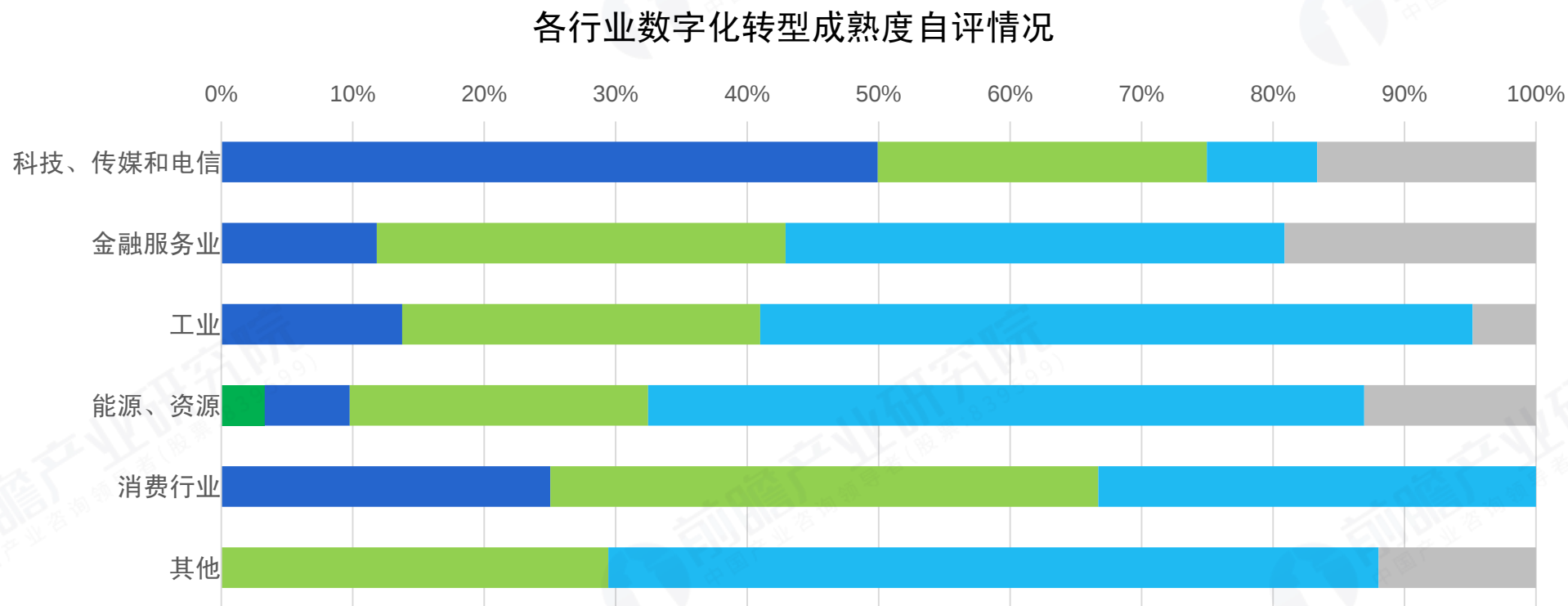
1.2 我国灯塔工厂数量占全球比重超三分之一

2022年10月11日，世界经济论坛发布了第11批全球工厂名单，共有11家新工厂入选，至此，全球灯塔工厂数量达到114家，分布在27个国家和地区，其中中国地区拥有42家，占全球数量比重超过三分之一，反映了中国作为世界工厂的牢固地位及近年来经济数字化转型取得巨大成就。



1.2 我国工业、能源企业数字化转型还处于早期阶段

根据德勤对145家企业的调查数据，目前国内超六成的访问企业已经启动了数字化，科技、传媒和电信，消费行业企业领跑数字化转型进程，而工业，能源、资源行业企业数字化转型较晚，还处于早期发展阶段。



当前我国制造业面临多重压力，包括生产成本上升、产业外移、生产效率低产品交付周期长、供应链中断风险上升等问题，企业亟需通过实施数字化技术，精益生产来降低成本，提升效率，提高企业风险抵抗能力。

制造业企业面临的主要问题

01

生产成本上升

包括人工成本、土地租金成本、环保成本等，2021年我国就业人员工资较2010年增长了1.9倍

01

中低端产业面临转型或外移

受成本上升、中美贸易关税壁垒、环保监管趋严等因素影响，国内部分中低端产业面临转型或外移，尤其是依赖廉价劳动力成本，技术含量又不高的中小企业

生产效率低交付周期长

大量的人员投入无法最大化利用；材料，成品库存积压；设备故障率高；产品上新速度慢；进而导致产品的交付周期长

02

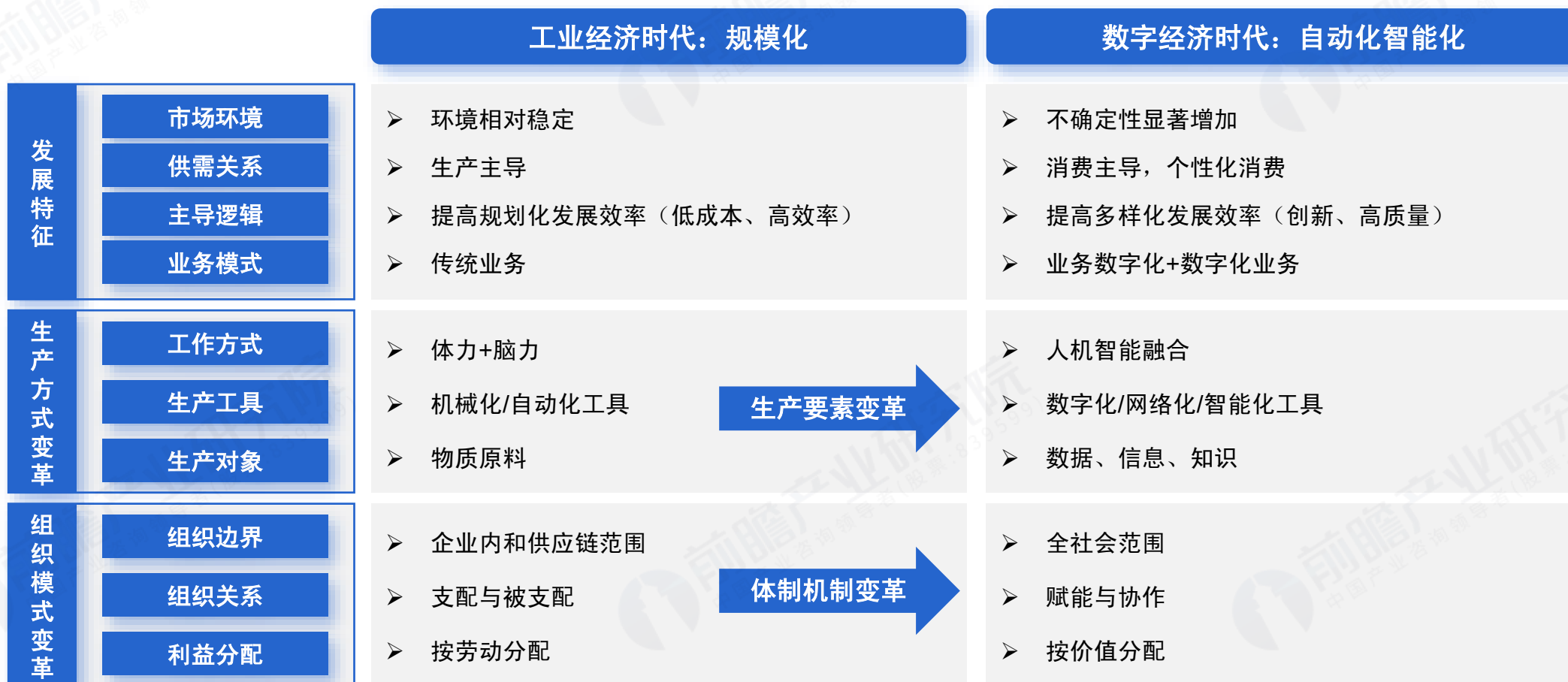
供应链中断风险上升

疫情影响生产运输及中美贸易战导致国际贸易环境恶化，使得制造业供应链变得更加脆弱，制造业企业面临的供应链中断风险急剧上升

04

1.2 数字化智能化转型以适应信息技术引发的系统性变革

5G、人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术的出现及终端计算设备的发展，带来了研发模式、生产模式、消费模式、体制机制的系统性变革，企业应该建设适应工业4.0时代发展要求的新型生产体系。



1.2 我国制造业智能化需要补齐四个短板

复旦大学特聘教授、重庆市原市长黄奇帆认为制造业智能化的核心是发展产业互联网，即利用数字技术把产业各要素、各环节全部数字化网络化，推动业务流程、生产方式重组变革，进而形成新的产业协作、资源配置和价值创造体系。我国制造业智能化过程中仍存在以下短板亟待补齐：

尽管我国在芯片设计、芯片封装测试等某些领域已经赶上世界先进水平，但在高性能芯片制造领域仍然薄弱，包括EDA工具、核心原材料、半导体设备等领域



如果没有以传感器和检测芯片为基础的高性能智能仪器仪表、检测终端，智能制造就是空中楼阁，尤其是在灵敏度、准确性、可靠性、能耗和安全性等性能指标上达到要求，我国在这方面与欧美、日本的差距还比较大

工业软件是智能制造、工业4.0的大脑，我国工业软件相比发达国家起步较晚，高端工业软件如研发设计类软件主要由外资主导。

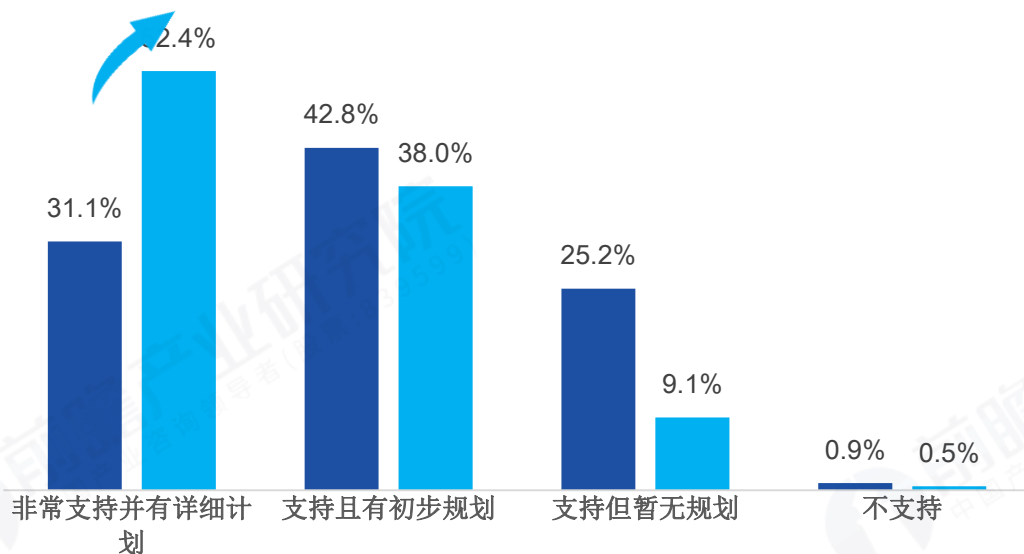


华为鸿蒙操作系统的发布代表着中国在这一领域取得一定成就，但在更广阔物联网场景下的应用，仍面临适配性不足、生态不完整等问题，比如在智能制造领域，被广泛使用的还是西门子、ABB、发那科、罗克韦尔等自动化巨头自研的实时操作系统

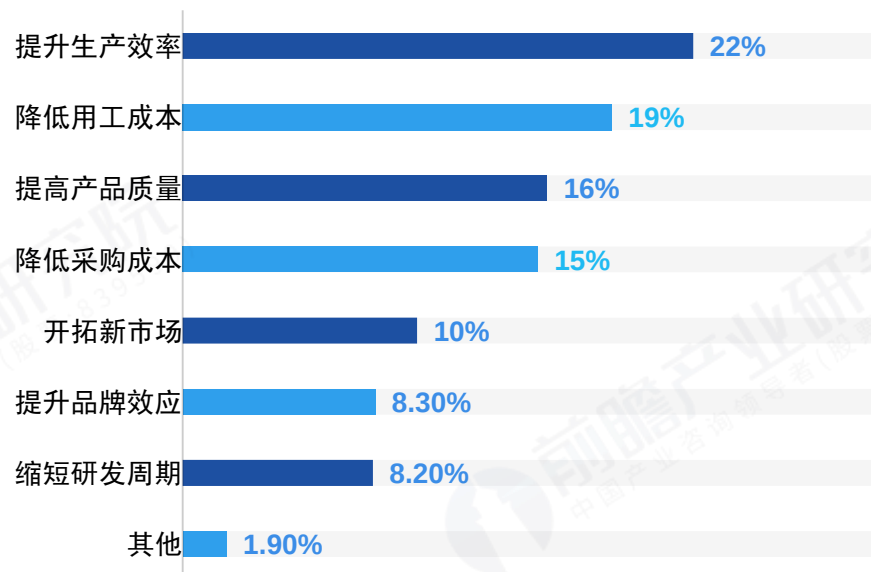
1.2 企业对于数字化态度发生积极变化

中国工业企业面对产业数字化的态度正在发生积极变化，根据e-works针对500+家工业企业数字化/智能化情况的调查发现，2021年，“非常支持并有详细计划”的企业占比为52.4%，较2020年的31.1%提升了21.3个百分点。工业企业数字化转型的主要目的为降本增效和提升产品质量。

2020-2021年企业对数字化态度的转变（单位：%）



2021年广东省制造企业数字化转型的目的（单位：%）



灯塔工厂是第四次工业革命的成功实践者，通过分享其数字化智能化转型经验，为传统工业企业的数字化转型照亮前进方向。《全球灯塔网络：具有社会责任的行业转型实践指南》认为，灯塔工厂成功实现第四次工业革命转型的六大核心要素包括敏捷方法、敏捷数字工作室、工业物联网平台、工业物联网学院、技术生态系统和转型办公室。

敏捷方法

01

敏捷方法采用了快速迭代、快速失败和持续学习的模式，敏捷团队分批对用例进行了转型，以实现快速创新和改进

敏捷数字工作室

02

敏捷数字工作室能够使员工高效合作，跨职能团队管理模式有利于不同领域专家进行合作研发，也将推动企业各国层架共同创新

工业物联网平台

03

IIoT堆栈无缝集成旧的和新的IIoT基础设施，以构建稳定灵活的技术系统，对现有系统的智能利用及对新技术堆栈的有效投资实现降本增效

工业物联网学院

04

IIoT学院利对从业人员进行再培训和技能提升训练，同时根据各从业人员的特殊需求，量身定制了学习计划

技术生态系统

05

技术生态系统供应商、上游供应商、客户及相关产业进行合作，通过获取广泛数据集和联合创新来获得新的能力和最佳实践

转型办公室

06

转型办公室为灯塔工厂的启用和扩大规模提供支持

1.3 灯塔工厂通过拓展合理用例促进精益生产

灯塔工厂通过部署多样化用例改进生产，有的侧重于工厂内部的数字化生产，有的侧重于打通端到端的价值链。工厂内部的生产数字化用例包括：数字装配与加工、数字设备维护、数字化绩效管理、数字质量管理、数字化可持续发展；端到端价值链用例包括：供应网络连接性、端到端产品开发、端到端规划、端到端交付、客户连接性。通过拓展合适的用例，企业生产效率，产品质量、交付速度、节能等指标有了大幅改善。

博世
中国苏州

- 数字化班组绩效管理
- 数字化赋能的自动加料系统
- 基于最终用户界面来配置和订购产品
- 智能化质量管理分配
- 机器视觉驱动的生产周期和换线优化

- 直接生产效率 ▲ 8%
- 生产库存 ▼ 35%
- 物流成本 ▼ 10%
- 维护成本 ▼ 6%
- 机器生产效率 ▲ 10%

富士康
中国成都

- 数字化赋能的人机匹配
- 人工智能驱动的光学检测
- 基于历史和传感器数据的预见性维护数据整合
- 物联网赋能的制造质量管理
- 利用高级分析优化生产计划

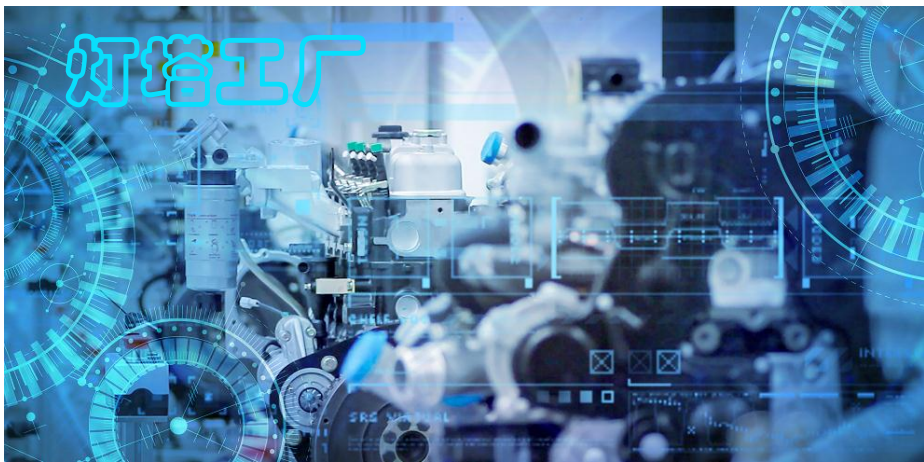
- 劳动生产效率 ▲ 200%
- 手动检测 ▼ 92%
- 设备综合效率 ▲ 17%
- 质量警报时间 ▼ 99%
- 库存 ▼ 25%

美的
中国顺德

- 通过价格预测实现敏捷购买
- 机器人技术促进物流运营
- 人工智能驱动的光学检测
- 自动化物流
- 端到端实时供应链可视化平台

- 库存 ▼ 6%
- 客户投诉 ▼ 30%
- 按时交付 ▲ 9.8%
- 产能 ▲ 25%
- 包装材料 ▼ 40%

/02



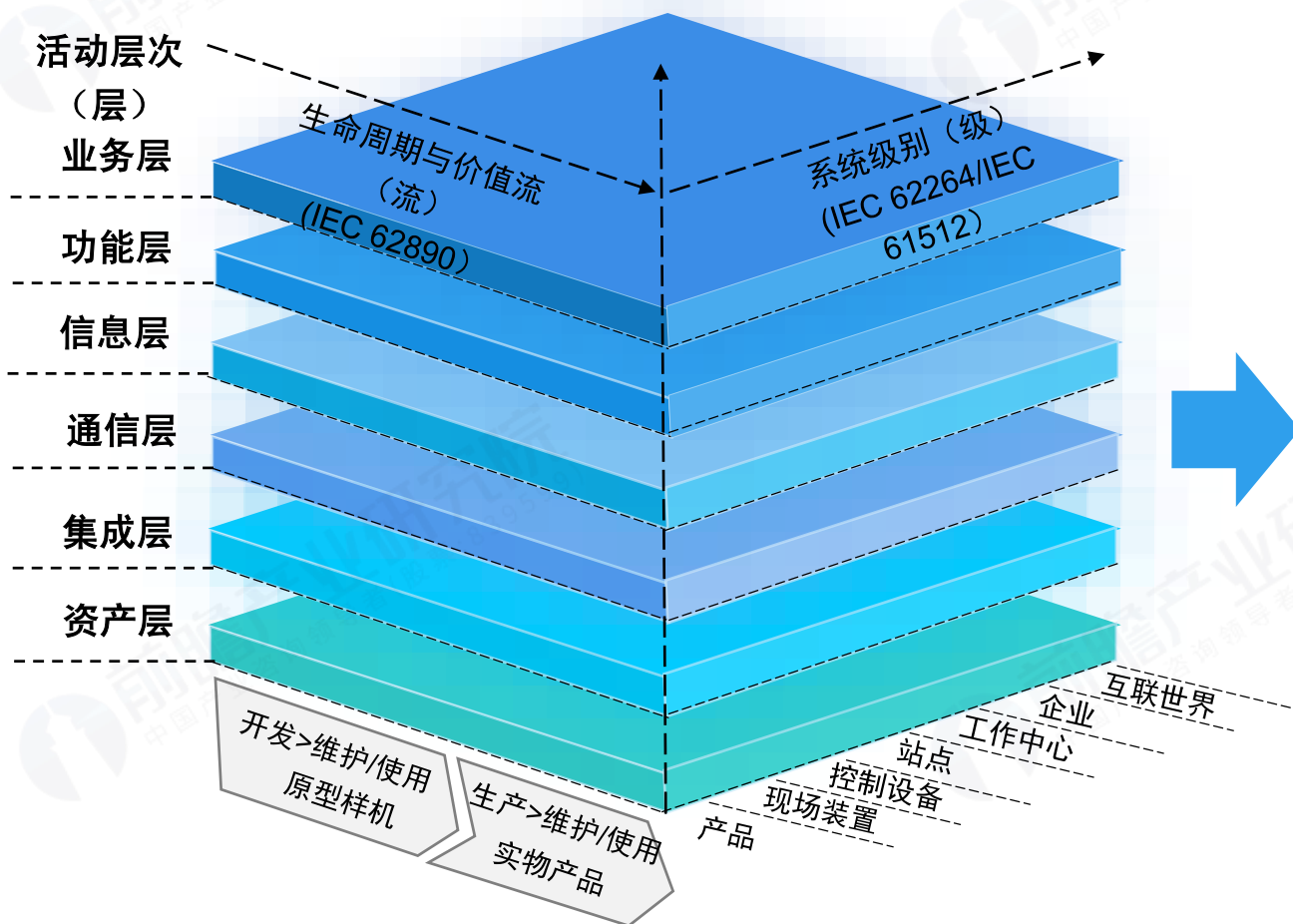
灯塔工厂的参考架构设计及实施步骤

2.1 灯塔工厂的参考架构设计

2.2 灯塔工厂的实施关键技术及步骤

2.1 德国工业4.0参考架构模型

灯塔工厂是企业数字化、智能化转型的典范，核心为工业4.0技术的应用。2015年德国发布了工业4.0的参考架构模型RAMI4.0，RAMI4.0是一个基于高度模型化的理念而构建的三维架构体系，通过垂直轴层（Layers）、左水平轴流（Stream）、右水平轴级（Levels）三个维度构建并连接了工业4.0中的基本单元。

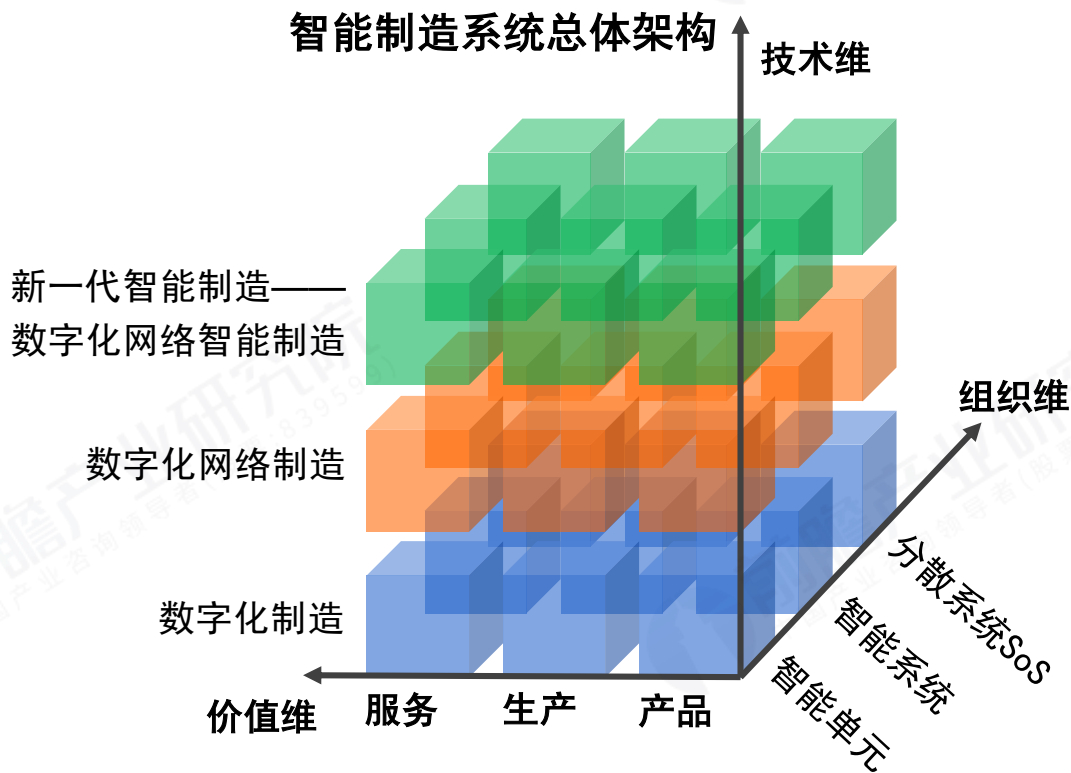


智能制造的核心是物理设备的数字化和互联互通。在“层”的维度，体现的是“信息物理系统CPS”，将智能制造系统拆分成六个可管理部分的集群；“流”的层面体现的是基于产品全生命周期的“端到端集成”，包括产品从需求、规划、开发、生产、上市、退市等过程，同时将该过程进一步分为了Type（模拟原型）和Instance（实物制造）两个阶段；系统“级”期望的是实现一个“广域”的互联互通，不仅仅是内部，更是由单个工厂扩展至连接世界，一种大协同的制造模式。基于RAMI4.0系统架构的工业4.0，数字工厂（DF）和智慧工厂（SF）将作为企业最小单元进行管控。

2.1 中国新一代智能制造架构

2018年，中国工程院提出了“新一代智能制造”的概念，认为智能制造是一个不断演进发展的大概念，可归纳为三个基本范式：数字化制造、数字化网络化制造、数字化网络化智能化制造——新一代智能制造。对比德国RAMI4.0，新一代智能制造架构强调了人工智能技术与先进制造技术的融合。

RAMI4.0较好地体现了以CPS为主的“数字化智能制造”，但因为缺少新一代人工智能技术导入，难以达到第三范式。通过在RAMI4.0信息层和功能层加入“AI层”或者参考工程院提出的智能制造系统总体架构来建设，才能实现“新一代智能制造”第三范式。



智能制造的主要功能系统包括智能设计、制造过程控制优化（包括加工过程、装配过程、工厂运行等）、智能供应链、智能服务等。

智能设计

将智能优化方法应用到产品设计中，利用，利用计算机模拟人的思维活动进行辅助决策，以建立支持产品设计的智能设计系统，从而使计算机能更多，更好地承担设计过程中各种复杂任务。

智能设计

- 衍生式设计
- 拓扑优化设计
- 仿真设计
- 可靠性优化设计
- 多学科优化设计

智能服务

围绕产品全生命周期的各种服务，服务的智能化将大大促进个性化定制、柔性生产等生产方式的发展，延伸发展服务型制造业和生产型服务业，促进生产模式和产业形态的深度变革。

智能服务

- 云服务平台按术
- 预测性维护技术
- 个性化生产服务技术
- 增值服务技术

制造过程控制优化

将大数据与人工智能技术融入到制造过程中，使制造过程实现自感知、自决策、自执行。

制造过程控制优化

- 加工过程控制优化
- 装配过程控制优化
- 工厂运行控制优化

智能供应链

通过泛在感知、系统集成、信息融合等信息技术手段，将工业大数据分析和人工智能技术应用于产品的供销环节，提升的运作效率。

智能供应链

- 自动化物流技术
- 全球供销过程集成与协同
- 供销过程管理智能决策
- 客户关系管理

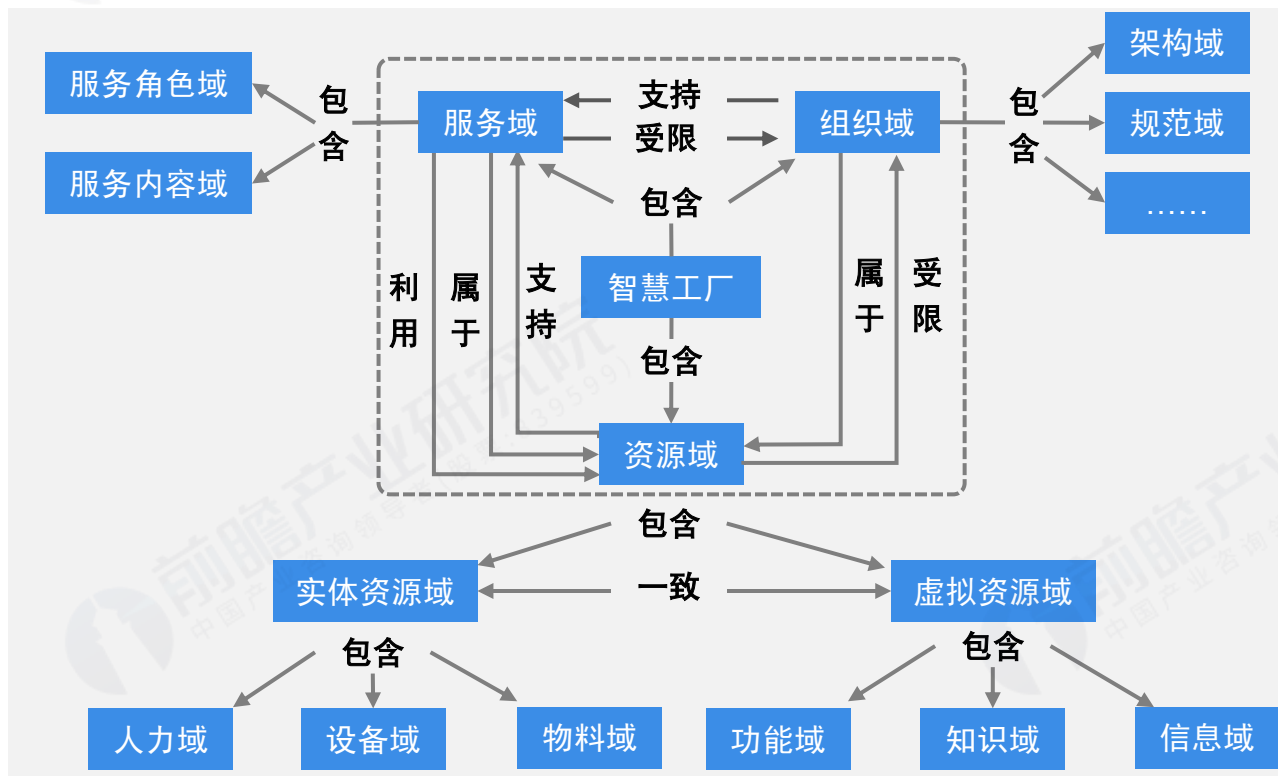
与传统的供应链不同，数字化制造背景下的智能供应链更加强调信息的感知、交互与反馈，从而实现资源的最优配比。



2.1 工业4.0核心—智慧工厂的组成域

《智慧工厂的参考模型与关键技术》结合人机料法环测（5M1E）及RAMI4.0中纵向维度的构成，将知识、功能、信息等定义为企业的虚拟资源，将人力、机器、物料等定义为企业的实体资源。实体资源对应RAMI4.0的水平维度；组织域对应RAMI4.0纵向维度资源的集成、交互所需相关架构和规范；RAMI4.0的全生命周期维度各阶段的不同功能单元视为服务，基于面向服务架构SOA，将智慧工厂中的服务角色和服务内容定义为服务域。

智慧工厂组成域层级映射关系



资源域

包括工厂中各基础资源按空间尺度、生产工序和应用需求等定义的映射关系，有助于工厂明确生产中各单元的角色和职责以及资源交互的关系网络，同时阐述了实体资源与虚拟资源的协同关系



服务域

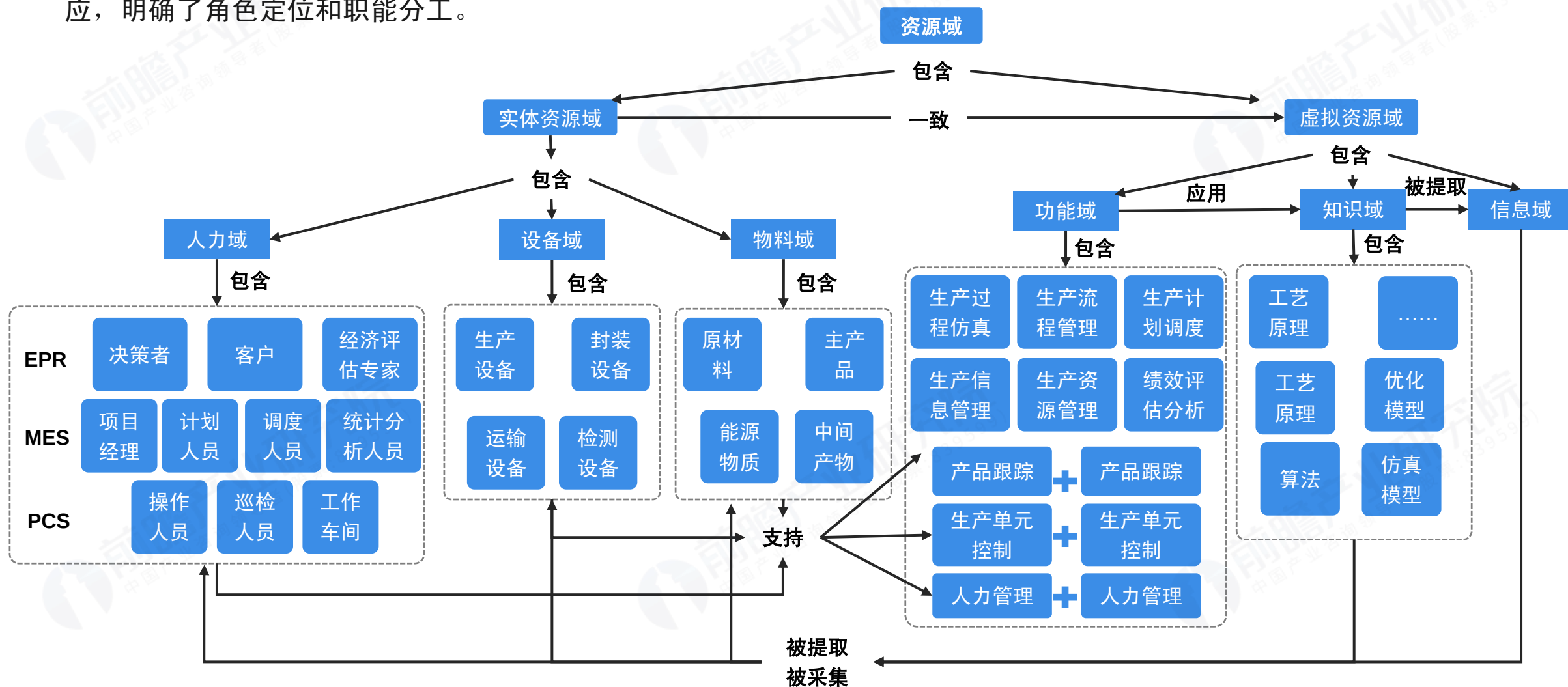
基于SOA的架构思想，通过信息网络和服务网络的融合，降低功能资源、知识资源之间的耦合程度，将生产过程分解为服务的请求、匹配和处理的独立过程，从而优化企业资源配置。



组织域

明确了资源域和服务域的架构和组织规范，为参考模型应用于不同行业工厂设计的拓展提供了支撑。

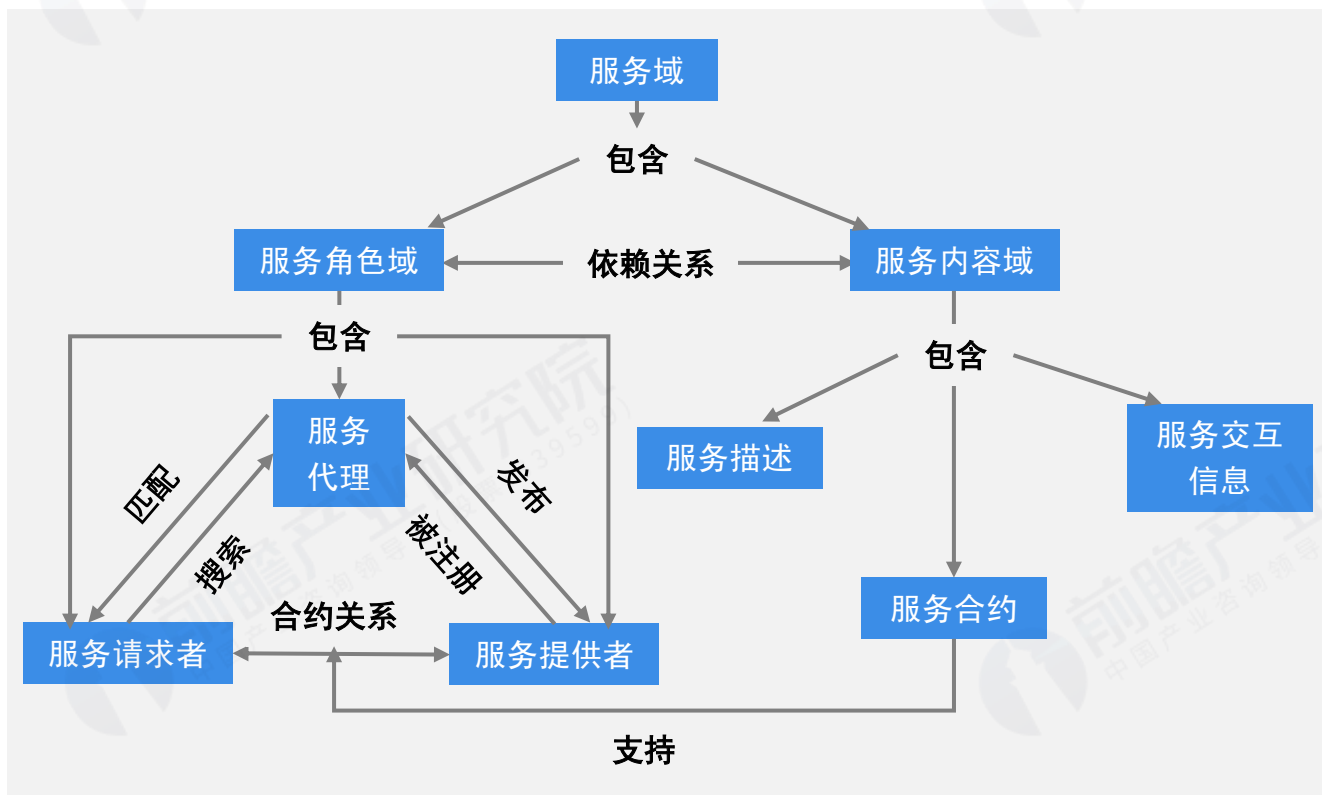
应，明确了角色定位和职能分工。



资料来源：《智慧工厂的参考模型与关键技术》

2.1 智慧工厂的组成域层次映射模型——服务域

借鉴IT领域的SOA架构思想，工业生产的实体资源以及信息、知识、功能等资源均可视CPS平台中服务网络的服务资源。SOA的核心思想是统一服务接口规范，将重复的功能抽取为模块化组件（服务），每个模块可以独立实现功能，不同模块组合又可以提供不同的服务。基于SOA，将工厂生产过程分解为服务的请求、匹配和处理的独立过程，降低工厂各功能资源、知识资源之间的耦合程度，从而优化企业资源配置、提升生产效率和产品质量。



SOA架构的特点

1 松耦合

服务是一个由服务提供者提供的、服务使用者请求的业务单元。服务之间保持相对独立，无依赖关系。使用者能够按需应变将多种服务组合在一起构建不同的组合服务。

2 可重用

服务能够应用于不同应用和业务流程。通过重用提高开发效率，降低维护成本。服务的可重用性受创建该服务的颗粒度的直接影响，颗粒度可以理解为一个服务所包含的功能的数量。

3 统一/通用的服务接口

统一/通用的接口协议，方便不同系统服务进行交互，方便未来功能模块的拓展，提高服务系统的适应性、灵活性

4 基于开放标准

SOA要实现互联互通和互操作，就是通过一系列的标准族，来实现访问、连接和语义等各种层面的互操作。

2.1 智慧工厂的参考架构实施步骤

智慧工厂的参考架构思想并不唯一，其中面向服务的生产模式架构成为主流的架构设计思想。智慧工厂的参考架构包括：德国RAMI4.0参考架构、云制造参考架构、工业互联网体系架构2.0，以及半导体产业、石化产业试行的离散工业和流程工业的智慧工厂参考架构等，具体实施何种架构需要结合行业特征和工厂规模等因素来决定。以流程工业中的石化工厂为例，《智慧工厂的参考模型与关键技术》将工厂实施架构方案分为四个阶段七个阶段。

实施步骤	组成域基本内涵定位	资源域：以其为核心搭建工厂架构雏形	服务域：结合服务网络中的定位确定核心服务	组织域：以核心服务为主，丰富组织内涵	面向服务：设计服务流程，明确服务角色及内容	选择支撑技术及平台，设计相应的实施方案	对照多种实施方案与组成域基本内涵，选择较优方案
实施阶段							
工厂概念设计	包括实体资源、虚拟资源、服务内容的确定及行业标准规范选择						
工厂架构设计	资源域、服务域的映射架构设计，以服务为核心确定组织域（相关标准及架构），从实体资源层开始自下而上搭建工厂架构模型						
工厂流程设计					确定工厂中各功能组件在实际生产任务中的应用模式		
实施方案设计						结合工厂规模，技术现状，选择合适支撑技术及平台，设计知识库、物联网网络、控制网络等。不同技术选择可构成多种实施方案，根据可行性、实施维护成本等择优选择方案	

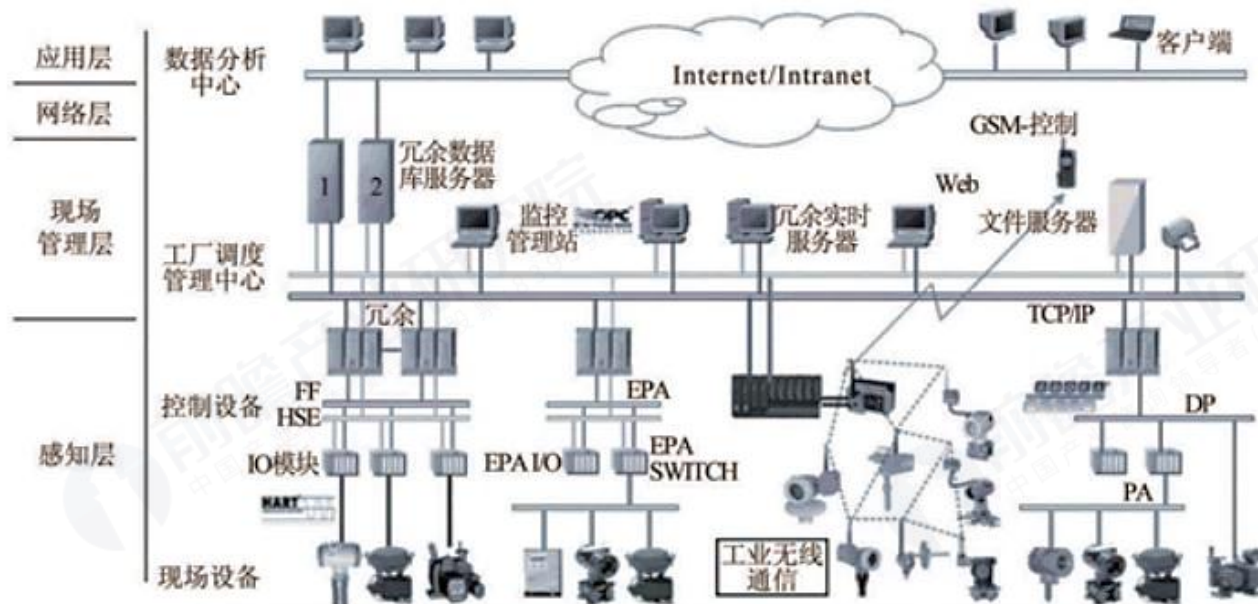
2.2 构建泛在感知的工业物联网

通过构建泛在感知的工业物联网将现场设备、原物料、仪器仪表等实体资源映射到网络，实现生产流程数据的集成、智能分析处理。构建工业物联网是制造业数字化智能化转型的基础。

典型的物联网系统架构有3层：一是感知层（RFID、传感器、二维码等），获取物体信息；二是网络层，传递信息；三是应用层，分析处理感知层获取的信息，实现智能化识别、定位、监控和管理等应用。

工业物联网与传统的物联网架构主要有点差异：一是工业感知数据/控制指令等数据交互的实时性；二是在现有工业系统中，不同企业拥有属于自己的一套数据采集与监视控制系统（SCADA），在工厂范围内实施数据的采集与监视控制。

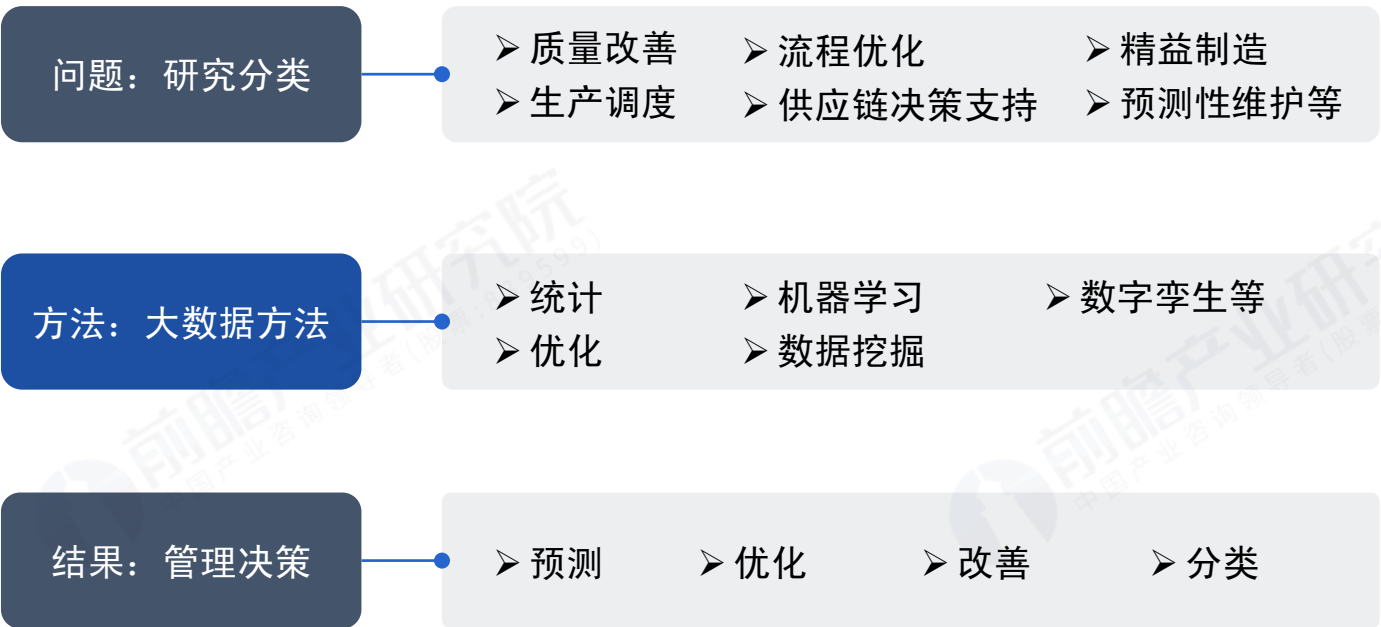
工业物联网的系统架构需要在传统的物联网架构的基础上增加**现场管理层**，其作用类似于一个应用子层，**可以在较低层次进行数据的预处理**，实现实时控制、实时报警以及数据的实时记录等功能。



大数据分析（机器学习、数据挖掘、数字孪生等）的出现，使过去企业依赖经验改善生产活动的模式，转变为数据驱动决策和生产管理新模式。大数据分析是工厂实现自动化、智能化的主要技术之一，应用场景包括：**质量改善、生产调度与机器排程、流程优化、供应链决策支持、精益制造、故障诊断及预测性维护**等。

近年来以深度学习为代表的机器学习在工业生产领域的应用引起广泛关注，机器学习属于人工智能的一个分支，而深度学习是机器学习的一个新的研究领域。深度学习非常适合处理工业领域具有高维度、非结构化、大数据量特征数据。

大数据驱动下的生产决策管理逻辑结构



五种大数据分析技术及其特点

分析技术	简介	特点
统计	统计学属于较成熟研究领域，结构框架包括数据收集分析，得出推断和结论	处理速度快但无法处理异构、非结构化数据
优化	在定量决策问题中寻找最优解	一般可以短时间找出解决方案
机器学习	从给定的数据中学习，发现知识并做出决策	挖掘数据样本特征集，并预测新样本的未知特征值
数据挖掘	一般是基于机器学习和统计技术开发得到，实现从给定数据集中提取有价值数据	实现数据价值转化
数字孪生	借助物理网荷物理信息系统对物理实体镜像出数字孪生体，实现全过程的动态仿真	在流程优化、寿命预测、质量分析等应用领域表现出巨大潜力

2.2 打造企业智能决策支持系统IDSS

企业智能决策作为生产运行管理的功能核心，数据/算法模型的集成优化、仿真、控制分别对应企业决策的制定、验证和执行三个环节。

智能决策支持系统（IDSS）可打通企业原有的业务系统、控制系统和采集系统，进而实现数据的分类收集、清洗、存储和分析，并通过仿真、数字孪生等技术进行验证，验证后的生产计划和调度指令通过工业控制网络下达到生产车间及设备。通过IDSS可以降低决策试错成本，增强信息的可视性和交互性，提高决策效率。

业务
难点

➤ 信息孤岛数据分散

工厂常用系统20多个，各业务系统存在壁垒，数据分散，无关联，不共享

➤ 产品端到端全流程追溯难

各业务系统数据不关联，无法做到从原材料到成品端再到市场端的全流程追溯

➤ 缺乏预警机制

由于缺乏实时监测感知、大数据分析，仿真模拟分析，无法对问题实现事前预警，事中及时、自动化处理

➤ 人工决策问题多

数据收集后，无基于大数据的数据统计、分析，没有通过数据指导、决策，有盲目性

➤ 数据有效感知收集

有效进行数据收集、分类，针对原始数据清洗，存储，建立指标池，以及指标逻辑

➤ 打通端到端“供应链”和“价值链”

基于产品生命周期及价值流，打通端到端“供应链”和“价值链”，实现从原料到成品销售的全流程追溯

➤ 实时感知，预测性运维

通过物联网实时感知，通过分析模型、预警模型、仿真等实现预测性运维，通过数据挖掘、机器学习优化模型

➤ 基于数据分析决策

基于云计算、大数据、机器学习等技术，及模型库、数据库、方法库等知识管理库，通过数据分析指导、改善生产及运营管理

解决
方式

2.2 选择合适的IT架构：模块化单体OR微服务

微服务是IT业内讨论的热点，云计算、容器化等技术的出现，也在很大程度上促成了微服务的流行。**微服务的优点包括：**服务的独立部署、服务的快速启动、敏捷开发、服务按需扩容等，但**微服务也有明显的缺点**，包括服务之间的通信复杂难以维护，调试棘手，占用资源增加等。

企业如何选择合适的IT架构主要与企业规模有关。绝大多数IT行业公司不需要微服务，他们没有达到微服务可以大展身手的规模。模块化的架构、单体架构更适合中小型项目。**模块化优于微服务点包括：**通信更简单，节省资源，调试更容易，部署过程更简单。**模块化与微服务最大的区别在于模块化是以业务板块作为划为依据，微服务是以业务板块的某项功能作为划分依据，颗粒度更细。**

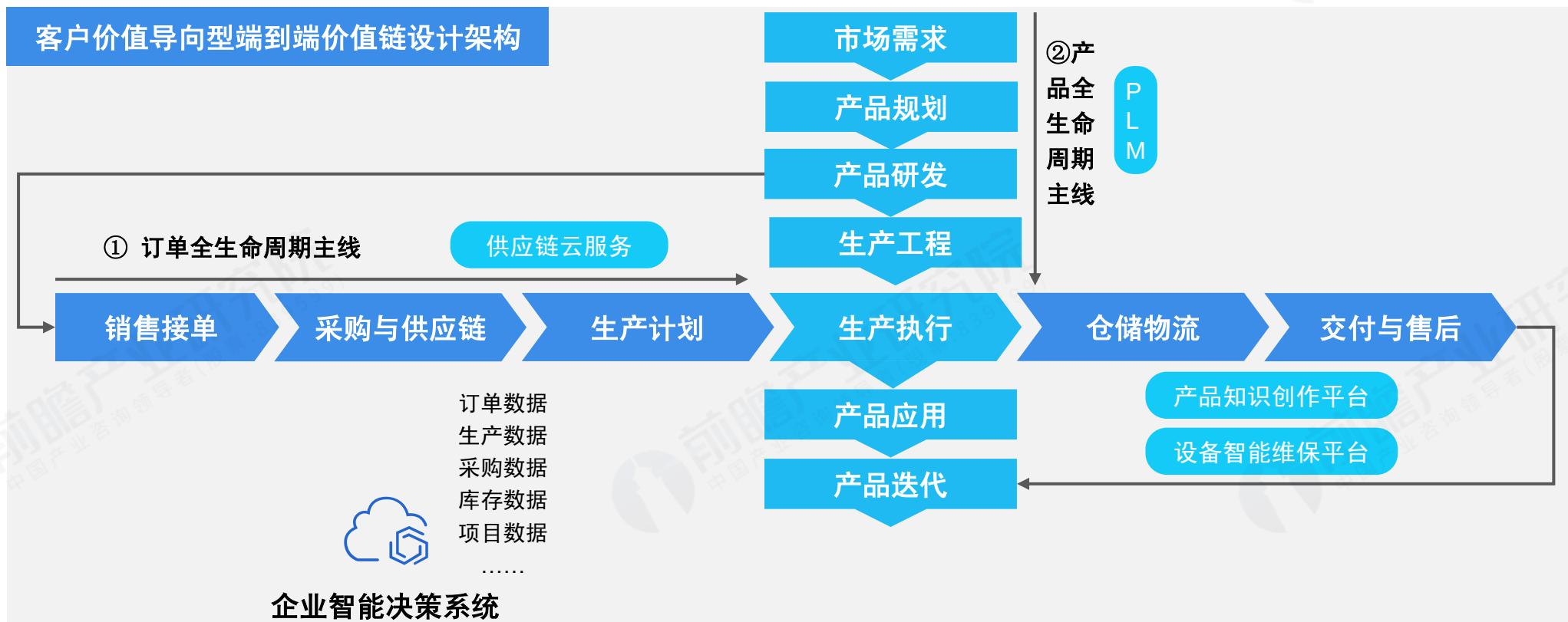
对于大多数公司而言，更好的选择是实施模块化单体，直到规模更大并且微服务变得有意义为止。

	颗粒度	特点	拓展方式	适合场景	模块化单体较微服务的优势
模块化单体	每个模块视为业务模块而不是技术模块	独立且可互换；具备提供所需功能的一切条件；定义了API	垂直扩展	大多数中小型企业	➢ 模块化是切换到微服务之前的必要步骤，后期可以将模块结构提取为微服务 ➢ 通信简单：通信通常发生在单体内部 ➢ 节能资源：仍有一个整体系统，但是模块化的，成本比微服务低很多，多数情况下新增一个模块不会花很多钱 ➢ 调试更容易：主要由于模块之间的通信更容易 ➢ 部署过程简单的多
微服务	业务模块上的某项功能，如查询、支付、检查库存等	单一职责，每个服务负责单独的功能；独立部署，重新部署不影响整个系统；支持异构，多种语言	水平扩展 垂直扩展	业务迭代要求快且业务庞杂的大企业，例如大型金融机构银行	

2.2 以客户价值为导向打通端到端价值链

端到端的价值链打通对应RAMI4.0的生命周期和价值流，目的在于实现生产、业务、物流、管理计划等的全流程掌握，带来的影响包括成本的降低、设备利用效率的提升、交付时间的缩短、库存积压问题的解决、个性化设计与交付等，也是实现柔性制造的先决条件。

工业富联提出了基于客户价值导向的端到端价值链设计架构，主要包括两条主线：**订单全生命周期主线**和**产品全生命周期主线**。

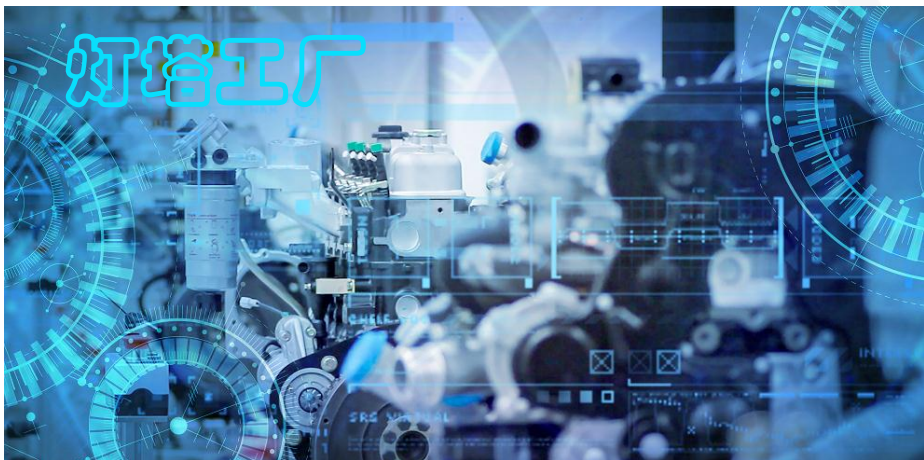


2.2 机器换人，柔性生产降本增效

机器换人将人们从简单的体力劳动层面提升到决策控制层，通过引入工业机器人、智能成套设备、自动化物流设备、智能检测设备等智能机器设备，实现柔性化生产、自动化生产，提高生产效率，降低能耗和成本。



/03



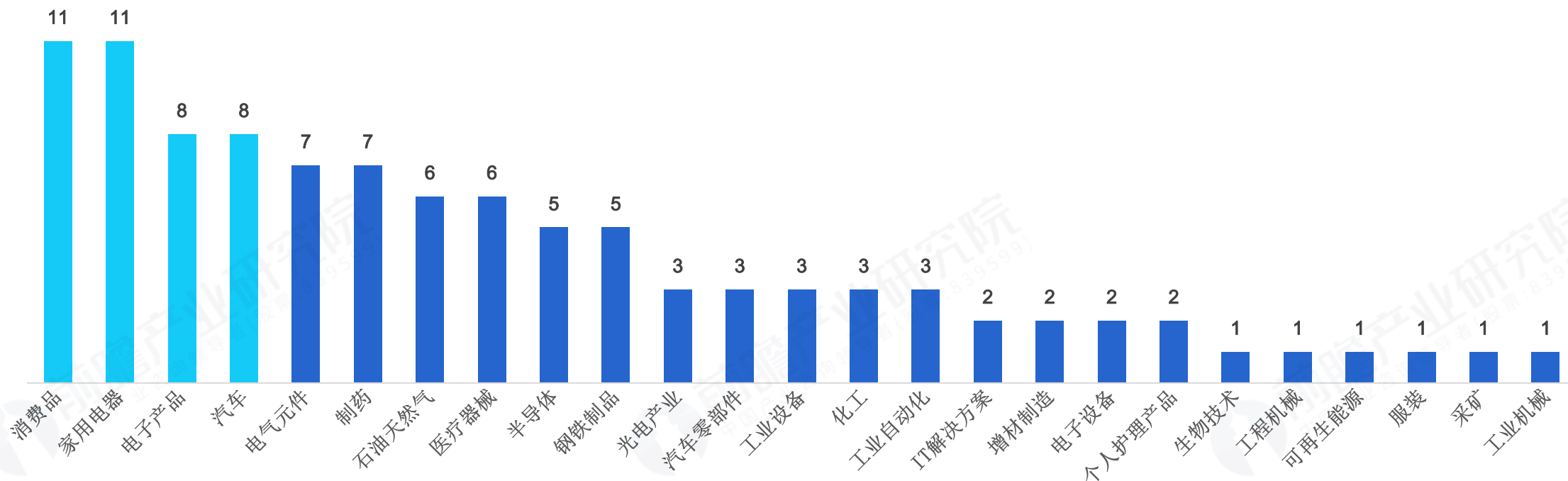
灯塔工厂建设行业洞察及经验借鉴

- 3.1 灯塔工厂所处行业概览
- 3.2 不同行业灯塔工厂建设关注重点
- 3.3 灯塔工厂代表案例分析
- 3.4 灯塔工厂案例建设经验借鉴

3.1 灯塔工厂所处行业概览

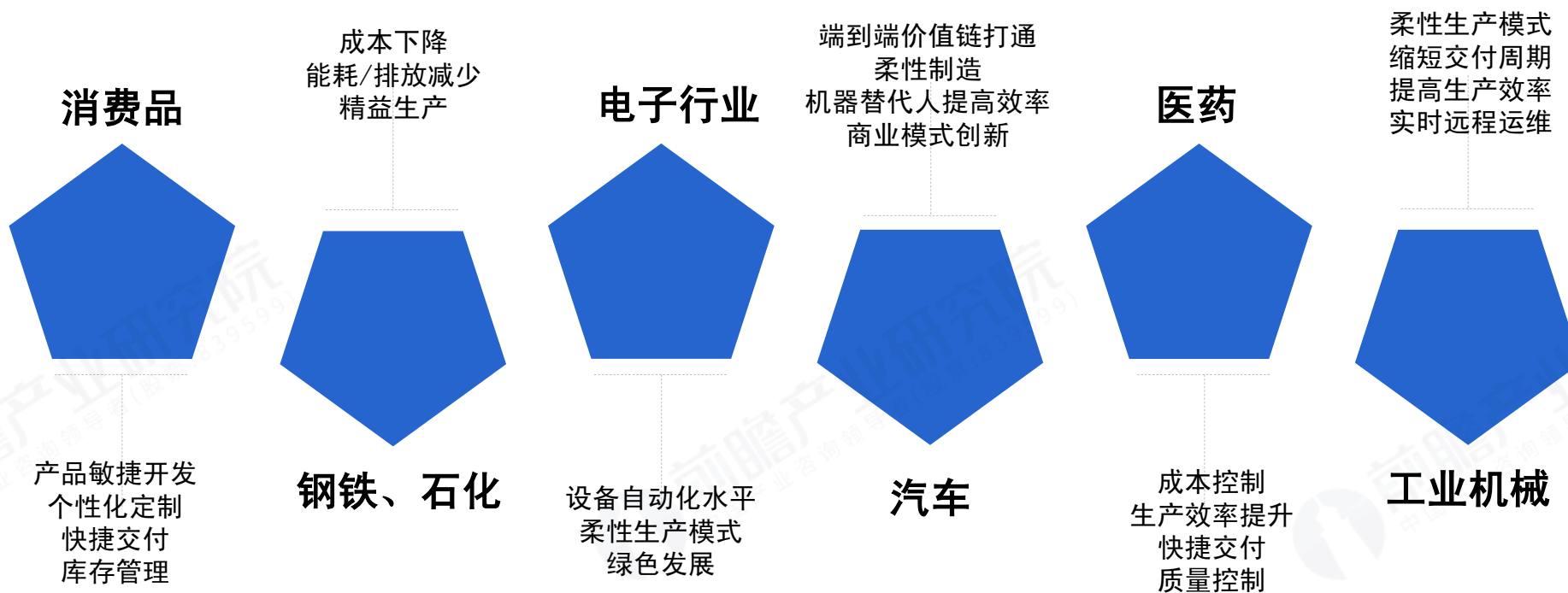
114家灯塔工厂分布在多个行业领域，其中消费领域（消费品、家用电器、电子产品、汽车等）行业的数字化进程走在市场前列。消费行业在互联网发展红利下销售终端率先实现数字化转型，随后向生产端推进。消费行业贴近消费者，关注提升消费者体验，激发企业在产品和服务融入数字化技术，把握快速变化的消费市场，提升消费体验。

114家灯塔工厂所处行业分布（单位：家）



3.1 不同灯塔工厂建设关注点有所不同

不同的“灯塔工厂”的建设侧重点有所不同，以服装、日用品、食品饮料为代表的消费品行业，注重产品敏捷开发、个性化定制、快捷交付、库存管理；以钢铁、石化为代表的流程行业“灯塔工厂”更关注精益生产，提高能源使用效率，实现可持续发展；电子行业“灯塔工厂”关注设备自动化水平、柔性生产模式和绿色发展；医药行业倾向于通过数字化智能化技术降低成本，提高生产效率，打通端到端价值链促进快捷交付，使用突破性技术降低质量波动。



3.2 灯塔工厂建设关注点——消费品行业

消费体验及成本控制是消费行业的关注重点，消费体验提升途径包括：产品敏捷开发、快速交付、个性化定制；成本控制包括机器+人工智能引导的生产效率提升，自动化物流带来的仓储成本、物流成本下降等。

企业	应用名称	影响
联合利华 印度达帕达	➢ 基于消费者需求的敏捷创新	➢ 产品开发周期 ▼ 42%
	➢ 预测分析消除由于配方改变导致的产品缺陷	➢ 产品缺陷 ▼ 78%
	➢ 机器学习支持的需求计划及补货	➢ 到零售商的交货时间 ▼ 50%
	➢ 数字化人机匹配和人工智能技能培养	➢ 生产力提升 ▲ 39%
	➢ AI引导机器性能优化	➢ OEE ▲ 10%
宝洁 广州	➢ 数字化综合业务规划	➢ 库存水平 ▼ 30%
	➢ 动态优化产品投放	➢ 物流成本 ▼ 15%
	➢ 动态优化产品投放	➢ 交货时间 ▼ 90%
	➢ 数字孪生协调仓库运营	➢ 仓库吞吐量 ▲ 25%
青岛啤酒 青岛	➢ 大规模客制化定制和客企在线订购	➢ 最小订单量 ▼ 99.5%
	➢ 数字化柔性制造	➢ 交付时间 ▼ 50%
	➢ 需求预测	➢ OEE ▲ 6%
	➢ 大数据/人工智能驱动的产品设计和测试	➢ 产品开发设计周期 ▼ 50%
	➢ 数字化追踪及追溯	➢ 材料重复使用 ▲ 29%
汉高 德国	➢ 数字化实时全球OEE提升平台	➢ OEE ▲ 30%
	➢ 数字化端到端（E2E）需求感知	➢ 预测准确率 ▲ 20%
	➢ 可持续发展的数字孪生	➢ 能耗 ▼ 38%
	➢ 数字化端到端调度和GPS跟踪	➢ 物流成本 ▼ 12%
	➢ 数字化操控的无人值守仓库	➢ 加工成本 ▼ 10%

3.2 灯塔工厂建设关注点——钢铁/石化行业

钢铁/石化行业属于典型的流程行业，数字化智能化转型的重点为成本的下降、能耗排放的降低、生产效率的提升。企业通过生产计划分析、价格预测、工业物联网改进工艺、数字化物流等方式降低各项成本，通过数字化生产计划、智能检测、数字化业务磋商、工业物联网提高生产效率。

企业	应用名称	影响
宝钢 中国上海	➤ 高级分析支持 的生产计划	➤ 规划效率 ▼ 83%
	➤ 先进工业物联网应用于工艺改进	➤ 材料和质量成本下降 ▼ 1500万美元
	➤ 设备和数据预测性维护	➤ 模具寿命 ▼ 30%
	➤ 人工智能视觉检测	➤ 人工效率 ▼ 30%
	➤ 物流实施追踪、无人操作和自主规划	➤ 物流成本 ▲ 2700万美元
塔塔钢铁 印度	➤ 通过价格预测进行灵活购买	➤ 采购成本 ▼ 4%
	➤ 数字化业务磋商	➤ 生产效率 ▲ 20%
	➤ 通过技术分析优化生产计划	➤ 服务成本 ▼ 6%
	➤ 人工智能引导的机器性能优化	➤ 逃逸性排放 ▼ 50%
	➤ 物联安全管理	➤ 劳动力安全覆盖 ▲ 29%
Petkim 土耳其	➤ 利用工业物联网提高产量和吞吐量	➤ 产出 ▲ 4%
	➤ 通过预测分析优化能源	➤ 能耗 ▼ 2%-7%
	➤ 通过预测分析提高质量	➤ EBIT ▲ 2%
	➤ 虚拟现实HSE培训	➤ 损失时间率 ▼ 90%
	➤ 数字化维修	➤ EBIT ▲ 1%

3.2 灯塔工厂建设关注点——电子行业

电子行业是离散型制造业的代表，生产过程通常分成多个加工任务，对生产计划及工序加工的管理要求较低。数字化的重点在于通过人工智能和机器人等自动化设备的使用提高生产效率，同时对能耗也纳入考虑范围。

企业	应用名称	影响
LG电子 韩国昌原	➢ 数字化端到端物料运输系统	➢ 物流人工成本 ▼ 42%
	➢ 数字孪生物料输送系统	➢ 生产线停机时间 ▼ 96%
	➢ 数字化柔性制造	➢ 工厂生产力 ▲ 17%
	➢ 基于历史数据和传感器数据的预测性维护	➢ 设备停机时间 ▼ 50%
	➢ 基于人工智能的自动化质检	➢ 误检率 ▼ 96%
爱立信 美国华盛顿	➢ 5G写作机器人与自动化	➢ 单个员工产出 ▲ 120%
	➢ 5G机器人支持的物流执行	➢ 人工操作 ▲ 65%
	➢ 基于5G传感器的能耗数据收集	➢ 二氧化碳排放 ▼ 97%
	➢ 人工智能驱动的光学检测	➢ 生产量 ▲ 5%
	➢ 用于远程优化的数字孪生	➢ 效率 ▲ 8%
富士康 中国成都	➢ 数字化的人机匹配	➢ 劳动生产率 ▲ 200%
	➢ 人工智能驱动的光学检测	➢ 人工操作 ▼ 92%
	➢ 聚合历史数据和传感器数据的预测性维护	➢ 设备综合效率 ▲ 17%
	➢ 物联网制造质量管理	➢ 质量预警时间 ▼ 99%
	➢ 通过先进的分析技术优化生产计划	➢ 存货 ▼ 25%
纬创资通 中国昆山	➢ 全机器人物流集成	➢ 全流程库存水平 ▼ 20%
	➢ 数字化强化劳动力互联	➢ 生产线平衡 ▲ 15%
	➢ 数字化供应商绩效管理	➢ 物品运输效率 ▲ 63%
	➢ 数字仪表监控设备效率性能	➢ 设备综合效率 ▲ 5%
	➢ 预测分析优化能源	➢ 能耗 ▼ 49%

资料来源：世界经济论坛&麦肯锡 前瞻产业研究院整理

3.2 灯塔工厂建设关注点——汽车行业

汽车行业属于长生态链的离散型制造业，基于人工智能、协作机器人、物联网等技术实现自动化生产、柔性生产及端到端的价值链打通是灯塔工厂建设重点。

企业	应用名称	影响
博世 中国湖南长沙	➤ 端到端物流平台	➤ 单位产品生产时间缩短 ▼ 36%
	➤ 基于算法的耗材寿命延长	➤ 随时间推移而变化 ▲ 50%
	➤ 基于聚合历史数据和传感器数据的预测性运维	➤ 维护费用 ▼ 25%
	➤ 透明的车间管理	➤ 劳动生产率 ▲ 20%
	➤ 支持人工智能的生产能源管理	➤ 能耗 ▼ 18%
中信戴卡 中国秦皇岛	➤ AI光学检测	➤ 检验人力 ▼ 81%
	➤ 数字化柔性制造	➤ 最小批量大小 ▼ 75%
	➤ 人工智能数控质量专家系统	➤ OEE CNC ▲ 80%
	➤ 用于产品设计和测试的3D模拟/数字孪生	➤ 节拍时间 ▼ 50%
	➤ 实施资产监控和可视化	➤ 劳动生产率 ▲ 80%
雷诺集团 巴西	➤ 客户连接：B2C电商平台	➤ 一款车型销量 ▲ 10%
	➤ 联网的员工队伍推动业绩	➤ 无价值活动 ▼ 19%
	➤ 通过AGV和协作机器人实现灵活自动化	➤ 单位成本 ▼ 10%
	➤ 端到端的车辆交付跟踪	➤ 发货准备时间 ▼ 30%
	➤ 为车间量身定做的招聘平台	➤ 填补岗位时间 ▼ 20%

3.2 灯塔工厂建设关注点——医药行业

医药行业属于流程制造业，成本控制，生产效率提升、快捷交付是企业的关注重点。企业基于数字化技术支持的购买决策、电子拍卖、绩效管理降低了生产运营成本，通过人工智能、数字孪生、机器人等技术使用提升了生产效率。

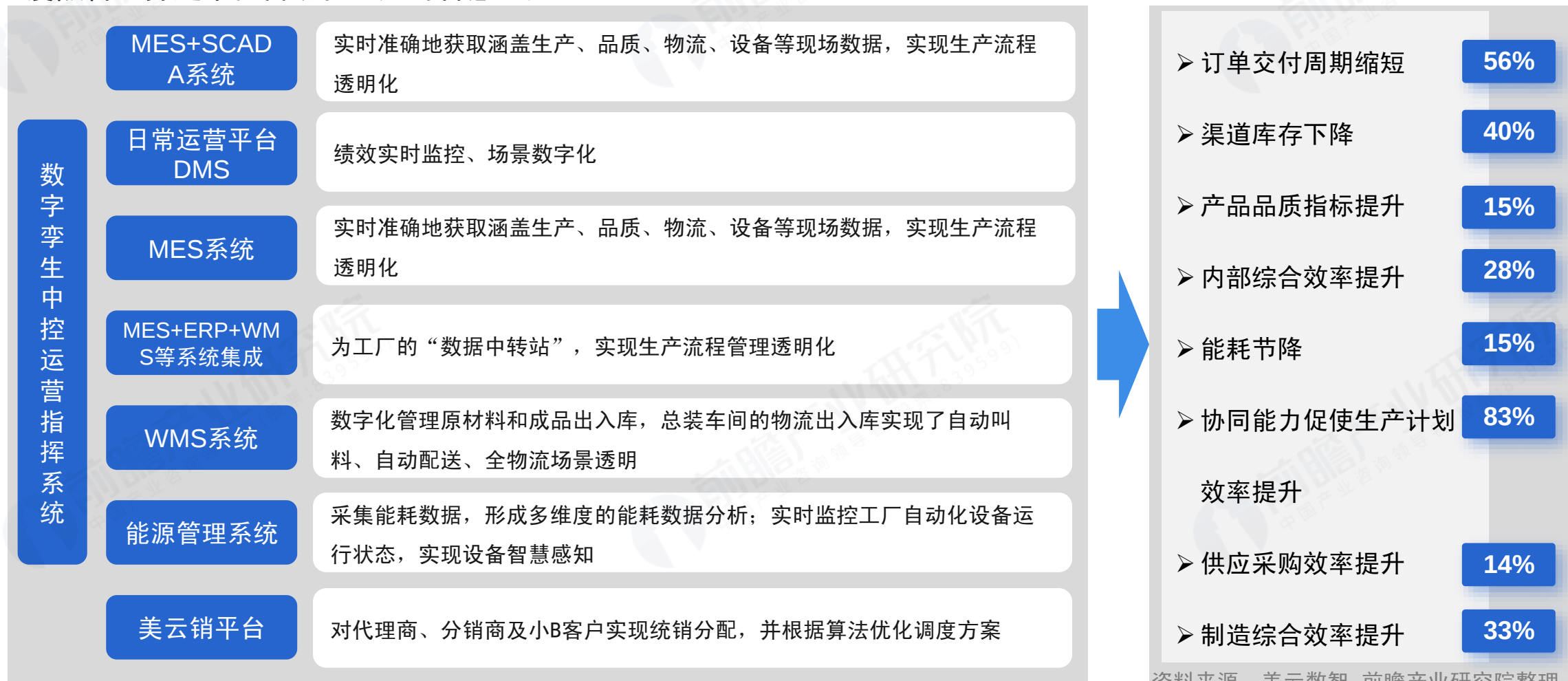
企业	应用名称	影响
赛诺菲 法国巴黎	➤ 制造与购买决策的应用建模	➤ 目录产品花费 ▼ 10%
	➤ 投标分析平台	➤ 投标所需时间 ▼ 67%
	➤ 数字化供应商绩效管理	➤ 响应时间 ▼ 100%
	➤ 通过电子拍卖进行数字化的谈判	➤ 电子拍卖节约成本 ▼ 281%
	➤ 全球支出数据湖	➤ 所需劳动力 ▼ 13%
强生旗下杨森制药 意大利拉蒂娜	➤ 数字化柔性制造	➤ 加工时间 ▼ 60%
	➤ 数字化的批量释放	➤ 质量控制准备时间 ▼ 84%
	➤ 价值链数字孪生	➤ 交付时间 ▼ 13%
	➤ 机器人支持的物流运行	➤ 物流人工成本 ▼ 72%
	➤ 能源优化分析和服	➤ 温室气体排放 ▼ 15.50%
诺和诺德丹 麦希勒勒	➤ 通过先进的分析技术优化生产线	➤ 停机时间 ▲ 70%
	➤ 数字化车间应用	➤ 解决问题效率 ▼ 10%
	➤ 数字化调度	➤ OEE ▲ 3%
	➤ 自动化OEE数据收集	➤ 生产率 ▼ 7%
	➤ 数字化绩效管理	➤ 生产率 ▼ 9%
葛兰素史克 GSK英国	➤ 基于先进分析技术的机器性能改进	➤ OEE ▲ 10%
	➤ 深度学习图像识别以检测质量缺陷	➤ 成本节约 ▼
	➤ 人工智能指导下的机器产量优化	➤ 单位时间产量 ▲ 21%
	➤ 数字孪生规划	➤ 生产率 ▲ 13%
	➤ 周期时间监测和可视化数字工具	➤ 节拍时间 ▼ 9%

资料来源：世界经济论坛&麦肯锡 前瞻产业研究院整理

工业机械大多属于非标、离散型制造业，生产过程完全自动化实施难度较大，企业更关注于生产线的柔性化以适应多品种换线生产；同时利用数字化技术加速产品开发设计，缩短交付时间；利用物联网技术实现资产实时监控远程运维；通过使用焊接机器人、AGC、协作机器人等自动化设备，提高生产效率。

企业	应用名称	影响
三一重工 中国北京	➤ 机器人自动焊接	➤ 焊接效率 ▲ 130%
	➤ 人工智能引导的机器人性能优化	➤ 生产效率 ▲ 100%
	➤ 协作机器人与自动化	➤ 模型更改时间 ▼ 83%
	➤ 基于5G的双台重型物流AGV	➤ 平均运输时间 ▼ 50%
	➤ 人工智能引导的机器人性能优化	➤ 机器效率 ▲ 31%
爱科 德国	➤ 数字化的可变生产时间	➤ 节拍时间 ▼ 60%
	➤ 设计到构造生产线的虚拟构造平衡	➤ 生产力 ▲ 24%
	➤ 智能交通管理系统	➤ 运输费用 ▼ 28%
	➤ 基于先进技术分析的质量监控	➤ 确定质量问题时间 ▼ 30%
	➤ 数字化供应商绩效管理	➤ 按时交货 ▲ 25%
潍柴 中国山东潍坊	➤ 数字化产品开发	➤ 开发交付时间 ▼ 10%
	➤ 以客户为中心的车联网	➤ 故障率 ▼ 19%
	➤ 资产实时监控	➤ 维护费用 ▼ 10%
	➤ 自动化仓库	➤ 成本 ▼ 30%
	➤ 数字化供应商质量管理	➤ 供应商质量 ▲ 20%

作为全球最大的微波炉制造基地，美的顺德工厂通过数字化产品、软件和解决方案，实现贯穿研发、制造、采购等方面的全价值链数字化运营。围绕“全价值链卓越工厂”框架，通过产品标准化、精益自动化、自动化系统与IT系统深度融合，打造柔性自动化生产的智慧工厂。



2020年1月10日，潍柴入选第四批“灯塔工厂”。近年来，潍柴持续推进企业数字化转型，逐步形成了以快速设计为导向的智能制造和产品全生命周期智慧质量管理。从战略部署到研发、生产、服务、产业链等经营涉及的各个环节，潍柴打通从企业端到用户端的全价值链。

制定智能制造转型规划

2015年潍柴发布智能制造战略规划，对智能制造的组织架构、技术架构、资源投入、人工配置等进行规划部署

打造精益化智能工厂

基于WPS生产管理体系，全面梳理各项指标，覆盖工序管理、班次、产线、分厂等多维度，实现生产透明化，管理可视化、移动化、云化；通过物联网技术，实现设备的互联互通，现场状态数据收集，同时经大数据分析实现实时监控

搭建数据化研发体系

利用数字化快速建模设计、虚拟开发仿真和基于物联网的智能测控系统，建立以产品数据管理（PDM）为核心的智能研发平台，打造端到端的智慧研发体系，实现设计、仿真、试验一体化

以信息化技术创新商业模式

打造车联网“智慧云”平台，向产业链下游的整车厂、经销商、终端客户、维修站提供云服务。同时，通过云平台实现数据收集、远程锁车、远程诊断、大数据故障预警等功能，构建起全生命周期支持系统

提升产业链数据化水平

通过搭建覆盖全价值链的信息化支撑平台，在生产、研发、服务、产业链等经营涉及的各个环节，打通端到端全流程，从生产装备的智能化、自动化、数字化延展至整个企业运营，并形成独具特色的潍柴运营管理体系（WOS）

3.3 三一重工北京桩机工厂—基于MOM架构打造“智能大脑”

三一重工是全球最大的桩工机械制造基地，2021年9月27日，三一重工北京桩机工厂入选“灯塔工厂”名单，成为全球重工行业智能化程度最高的工厂之一，其背后依托的是由树根互联打造自主可控的工业互联网操作系统——根云平台，支撑全局智能化运维。依托“根云平台”，工厂实现生产制造要素全连接，大数据、互联网、人工智能的深度融



“智能大脑” FCC 工厂控制中心

实时准确地获取涵盖生产、品质、物流、设备等现场数据，实现生产流程透明化



机器视觉系统

借助2D/3D视觉传感技术、AI算法以及高速的5G网络，桩机工厂实现了智能工业机器人在大型装备自适应焊接、高精度装配等领域的深入应用



智慧物流

基于精准授时、低时延的5G网络，首创2台AGV联动，实现27米超长超重物料的同步搬运和自动上下料



人机协同

基于5G+AR设备的“人机协同”技术已得到广泛应用。物料分拣、销轴装配等传统劳累活、危险活不再需要人力操作，全部由机器人高效完成

3.3 富士康—从灯塔工厂到灯塔工业建设灯塔集群

富士康以深圳厂入选灯塔工厂为契机推动灯塔工厂集群建设，在大陆地区已完成30余座内部灯塔工厂改造。目前共有4座工厂入选灯塔工厂，分别位于深圳、成都、武汉、郑州。富士康灯塔工厂有一套自己的评价标准。在建设过程中，富士康制定了系统智能化（生产系统、供应链、产品生命周期）、智能技术应用（自动化技术、互联技术、智能化技术）、智能管理和组织（人才、组织与管理、文化）3大模块共18个维度的灯塔工厂评价体系，为灯塔工厂集群建设提供依据。



转型战略规划

F2.0数字富士康建设，是以One Digital Foxconn为目标方向，通过三个版块落地，分别是平台建设、组织及文化建设。其中，平台建设包括了物联网、工业大数据、生产管理等，目标是实现生产关键数据的互联互通

数字化转型团队建设

富士康于2020年首次设立了首席数字官这一岗位，并组建工业互联网办公室，负责集团数字化转型和智能制造战略规划，推动灯塔工厂、数字化平台及工业互联网的落地

破除数据孤岛，打通端到端价值链

订单主线会进行需求分析，减少插单、补单频率，同时对供应商进行绩效管理；对生产环节进行精准把控、智能排产、优化库存，在保证质量的前提下按时交付订单；搭建全生命周期的项目研发管理体系，促进产品研发快捷交付

自动化智能化设备使用

采用全自动化制造流程，配置人工智能型设备自动优化系统、自我维护系统和生产状态实时监控系統，可实现从采购、物料准备、叫料到生产、包装、库存、出货等的端到端，全产业链生产控制

3.3 富士康—从灯塔工厂到灯塔工业建设灯塔集群



深圳
笔记本电脑
智能手表等

物料供应需求激增、设备保
养维护优化

- 端到端价值链管理，包括供应商智能协调、订单智能排产，优化库存等；全生命周期的项目研发管理；

➤ 影响：工厂生产效率提高了 30%，库存周期降低了 15%



成都
笔记本电脑
智能手表等

快速增长的业务需求及熟练
工人的匮乏

- 采用了混合现实（MR）、人工智能（AI）和物联网（IoT）等技术

➤ 影响：生产效率提高了 200%，设备综合效率提高了 17%



武汉
台式电脑
服务器等

客户更大程度的定制需求及
更短的订单交付要求

- 利用尖端的先进分析技术、柔性自动化技术重新设计制造系统

➤ 影响：生产率提高了86%，质量损失减少了38%，并将订单交货周期缩短29%



郑州
手机
通信等零组件

技术工人短缺、产业质量稳
定性及不确定性需求

- 采用柔性自动化生产；利用数字化和人工智能质量检测；数字化打通各环节数据流

➤ 影响：生产率提升102%；质量缺陷减少38%，综合设备效率提升27%；数据驱动各运营环节价值协同

订单交付时间和新产品开发时间降低50%，定制化啤酒的份额和营收分别增加了33%和14%

鉴于消费者日益需要个性化、差异化和多样化，青岛啤酒工厂在价值链上重新部署了智能化数字技术，包括个性化云定制、基于消费者需求的产品开发模式、全生命周期的计划管理模式、柔性生产、全方位的数字化智能质量管理体系。

个性化云定制

将个性化定制嵌入大规模生产，即在每小时生产6万至8万罐啤酒的流水化生产线上，实现大批量生产、大批量定制和小批量个性化定制三种生产模式

基于消费者价值挖掘的产品研发模式

创新性地提出了“解码”的概念，并形成了一套完整的“消费需求解码、产品解码、工艺解码”的“三解码”管理体系。加快新品研发、测试、上市的速度

端到端满足客户需求的计划管理模式

通过消费者大数据分析，精准识别用户需求，与研发、生产、物流、供应商、销售终端实时共享数据；通过工业互联网平台卡奥斯，连接企业和消费者

柔性化智能化的拉动式生产

基于工业互联网实现了小批量定制化生产。以上游制罐厂为例，当工厂接到订单，制罐厂可以同步接收，完成个性化印制后，易拉罐不用二次复检直接进入青啤灌装车间

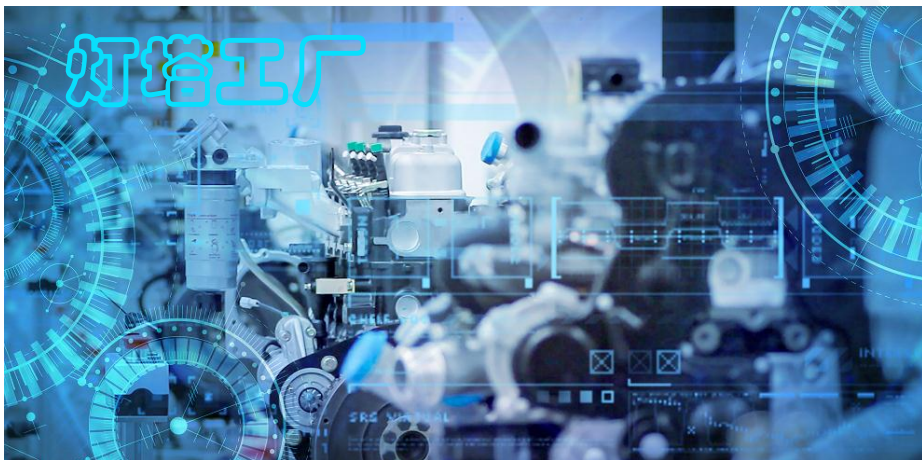
全方位的数字化智能质量管理体系

依托各种传感器、智能识别和数据传输，生产的全过程实现全自动控制，例如机器视觉替代人眼检测，智能化设备取代人工作业，成品自动入库管理等



案例经验借鉴	解析	解决问题
制定科学可行的转型战略规划	三一重工在2018年全面启动数智化转型战略，具体以灯塔工厂建设为核心，以数据采集与应用、工业软件应用、流程四化为抓手，向智能制造数据驱动型公司发展。富士康制定了F2.0数字化转型战略，提出了“One Digital Foxconn”转型目标。制定转型战略是企业转型的首要任务，包括自上而下的组织架构调整、发展目标拆解，技术框架搭建，自下而上的低层资产数字化，网络建设、中台建设等	企业缺乏转型愿景及目标，员工数字化认识不充分
数字化团队建设	一是敏捷组织架构的打造，增设数字化专属职位或部门；二是员工数字化智能化技术知识培训，培养既懂技术又懂业务的专业人才。对于大型企业，一般会单独成立一家企业或一个部门来负责数字化业务，中小企业可考虑增设数字化岗位	数字化转型后，如何赋能员工从事更高价值的工作，实现人机协同
结合行业特点及企业发展部署关键用例	不同行业灯塔工厂的部署用例关注点不同，消费品关注个性化定制、快捷交付、产品敏捷开发、库存管理，需要以消费者需求、数据驱动为核心，选择正确的技术	企业数字化转型效果不明显，投资带来收益低问题
制定科学可行的转型战略规划	美的集团通过MES+SCADA+ERP+WMS等系统集成，实现全价值链数字化运营；三一重工基于MOM架构，打造“智能大脑”FCC，实现生产流程的透明化。端到端价值链的打通需要企业实施数字化主干解决方案。同时由于IT系统越来越复合，整合难度上升，企业更倾向于选择标准化解决方案	解决企业内部数据孤岛问题及由于标准不一，数据异质异构，数据碎片化导致的难以统一维护管理问题

/04



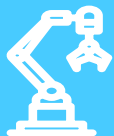
企业建设灯塔工厂面临的挑战及建议

- 4.1 企业建设灯塔工厂面临的主要问题
- 4.2 中小企业建设灯塔工厂发展建议
- 4.3 大型企业建设灯塔工厂发展建议



智能制造相关标准不够完善

制造业智能化所需的各种智能硬件、网络通信接口、系统软件的集成等，都需要有一个统计的标准，为制造业实现互联互通提供便利。目前美国德国等国家把控了先进制造业国际标准的控制权，国内的智能制造理论体系和标准体系仍不完善，工控安全防护体系相对滞后。这导致了国内大部分制造业使用的硬件设备、系统软件来源于多个厂商，软硬件之间存在异构异质问题，形成数据孤岛



关键设备和核心部件仍受制于人

部分制造业的自动化设备的核心部件，仍需要依赖国外企业，包括工业机器人、高端数控机床、高端轴承、伺服电机等。由于早期企业大量使用国外系统，主要技术工艺依赖进口，与之配套的工业控制系统亦依赖国外进口



研发设计类工业软件国产化率较低

目前经营管理类和生产控制类工业软件国产化率均超过了50%，但研发设计类工业软件仅占5%左右。这主要由于国内相关标准水平低，研发设计类软件技术壁垒高，以及国内在基础科学和先进制造领域的沉淀不足

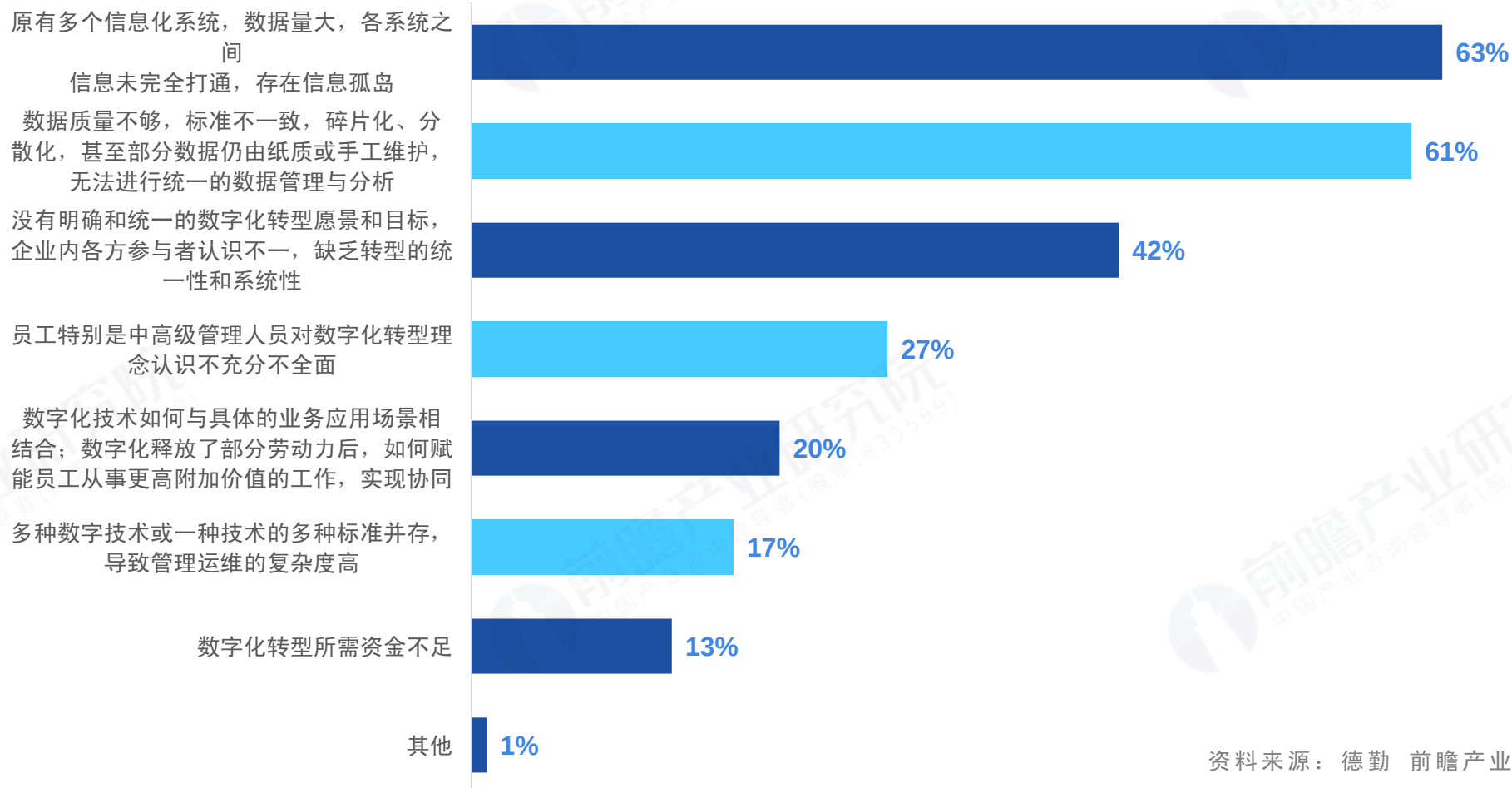


智能制造复合型人才缺乏

围绕智能制造，需要高标准、多层次、复合类型的人才队伍支撑。目前智能制造发展所需的高层次人才仍存在短缺，同时具备流程制造技术和信息化智能技术的复合型人才以及熟悉智能化设备操作的技能人才严重短缺

4.1 企业建设灯塔工厂面临的主要挑战

根据德勤对中国145家企业（其中国企占77%）数字化转型现状的问卷调查，有六成的企业认为，在数字化转型过程中，主要面临的挑战集中在，原有多个信息化系统的整合、数据质量和可用性、缺乏统一的数字化转型愿景和目标这三个方面。此外，对于大部分中小企业来说，数字化转型面临“不会转”“不能转”成本高等共性问题。



为降低数字化门槛加速数字化赋能中小企业，工信部印发了《中小企业数字化转型指南》，从五个方面明确了中小企业转型路径。中小企业数字化转型的关键在于多方协同，遵循“大企业建平台、中小企业用平台”由大型企业输出成熟行业数字化转型经验，带动产业链供应链上下游中小企业协同开展数字化转型。《指南》呼吁聚焦中小企业痛点难点，提供“小快轻准”的产品和解决方案。

01

开展数字化评估

从数字化基础水平、企业经营管理现状、内外部转型资源等方面进行数字化评估，结合业务环节和管理环节的潜在转型价值，明确数字化转型优先级，切实提高转型效率

02

推进管理数字化

构建与转型适配的组织架构和管理制度，加强数字化人才培养，深化跨部门沟通协作，提升企业管理精细化水平，优化企业管理决策。

03

开展业务数字化

开展数字化转型的过程中，应充分应用订阅式服务、轻量化产品等降低转型成本。开展研发设计、生产制造、仓储物流等业务环节转型，实施产品全生命周期管理，发展基于数字化产品的增值服务

04

融入数字化生态

积极对接产业链供应链核心企业、行业龙头企业、园区/产业集群等生态资源，基于工业互联网平台深化协作配套，利用共性技术平台开展协同创新

05

优化数字化实践

从数字化水平和企业经营管理水平等方面评估数字化转型成效，根据现阶段资源禀赋和转型现状调整数字化转型策略，选用相应的数字化产品和服务，提升转型策略的适配性

中小企业数字化转型更多关注于“转型的成本”，转型带来的可预见收益。因此，在技术架构选择上，可以优先选择模块化单体架构，系统建设成本低，效率高。同时依据行业及企业特点，对影响效益较大的业务、场景，优先部署数字化用例。例如消费品行业中小企业基于产品敏捷开发和个性化定制，优先考虑搭建客制化平台，以消费需求为驱动，数据为核心进行产品设计开发，同时利用大数据/人工智能技术辅助产品设计开发，缩短开发周期。

选择“小轻快准”技术架构

模块化单体架构显然更适合中小企业，相较于微服务架构，模块化单体架构部署成本较低，对企业的技术成熟要求不高。同时中小企业可以依据自身亟需数字化用例，对应部署模块化组件，针对性更强。未来随着企业业务规模扩张，模块化架构可以提取为微服务

选择合适用例, 云部署

评估企业各业务和管理环节潜在的转型价值，依据影响效益确定转型的优先级，结合灯塔工厂转型经验，选择合适的用例。此外，云部署方式适合经验不足，资金压力较大的中小企业。企业只需订阅服务，可以快速获得想要的数字化能力，同时项目测试不需要额外购置硬件，降低试错成本

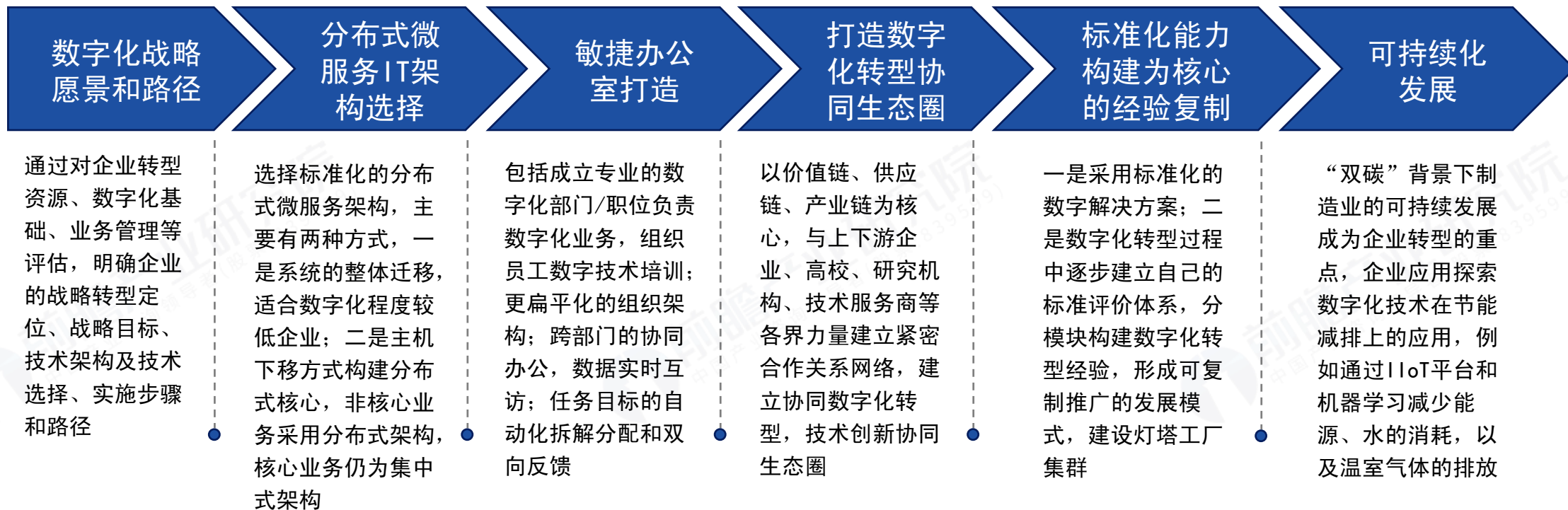
打通数据流价值链，融入生态

打通产品研发、生产、仓储物流数据流，实行产品全生命周期管理。对接供应链产业链上下游，围绕产业供应链核心企业数字化平台，通过工业互联网平台，融入园区生态，产业集群生态。

4.3 大型企业数字化转型建设灯塔工厂发展建议

根据德勤的问卷调查，大型企业大部分启动了数字化转型，但自评不高。主要的难点在于统一认识、统一业务数据和管理，以及技术与业务应用场景的结合。传统大型企业早期使用的IT系统主要为IOE架构（IBM 小型机+Oracle 数据库+EMC存储设备），随着企业数据处理需求呈现爆发式增长，系统的横向拓展成必然。而IOE架构的横向拓展能力有限，只能通过部署新系统实现业务扩容，各系统之间的数据可利用能力差。云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术出现驱动企业IT基础架构逐步向虚拟化云基础、分布式、模块化发展。

大型企业业务系统庞大，部分企业对业务部署的弹性、灵活性有较高的要求，可以考虑将分布式微服务架构作为IT基础架构。面向服务架构的核心在于标准的统一，采用标准化的数字化解决方案是成功实施数字化转型的基石。此外随着全球暖化加剧，绿色可持续发展逐渐成为企业数字化转型的另一个关注点。



中国产业咨询领导者



产业研究

持续聚焦细分产业研究22年
细分产业报告、产业图谱、
课题研究、专项调研



产业规划

复合型专业团队
1300余项目案例



园区规划

首创「招商前置规划法」
+ 独有「园区招商大数据」

IPO

IPO咨询

IPO募投可研
IPO细分市场研究
研究底稿



碳中和研究

战略咨询、课题研究
技术咨询服务、碳中和商学院



产业链招商

产业规划 + 招商策划 +
落地 + 资源导入

- 政府产业规划资深智库
- 企业产业投资专业顾问



扫码获取更多免费报告

全球产业分析与行业深度问答聚合平台



10000+

行业报告 免费下载



100000+

资讯干货 一手掌控



1000000+

行业数据 精准把握



500+

资深研究员 有问必答



10000+

全球产业研究 全面覆盖



365+

每日产经动态 实时更新

- 解读全球产业变迁趋势
- 深度把握全球经济脉动



扫码下载APP



前瞻产业研究院

前瞻产业研究院是中国产业咨询领导者！隶属于深圳前瞻资讯股份有限公司，于1998年成立于北京清华园，主要致力于为企业、政府、科研院所提供产业咨询、产业规划、产业升级转型咨询与解决方案。



前瞻经济学人 让你成为更懂趋势的人

前瞻经济学人APP是依托前瞻产业研究院优势建立的产经数据+前沿科技的产经资讯聚合平台。主要针对各行业公司中高管、金融业工作者、经济学家、互联网科技行业等人群，提供全球产业热点、大数据分析、行研报告、项目投资剖析和智库、研究员文章。

 报告制作：前瞻产业研究院

 联系方式：400-068-7188

 产业规划咨询：0755-33015070

 主创人员：李明俊 / 吴小燕 / 朱茜

 更多报告：<https://bg.qianzhan.com>