

新形势下的工业互联网与 数字化转型之路

中国信息通信研究院（CAICT）

工业互联网产业联盟（AII）

余晓晖

2021年1月12日

厚德實學 興業致遠

(一) 疫情、供应链多元化、数字化转型和第四次工业革命

新冠疫情下的共识： 数字化转型的加速

Who led the digital transformation of your company?

- A) CEO
- B) CTO
- C) COVID-19

数字化转型：信息通信技术驱动的产业变革过程。以数据作为关键要素，以信息通信技术与各个行业的全面深度融合为主线，以提升质量和效益为目标，变革生产方式、商业模式和产业组织方式的系统转型过程，包含“**数字化、网络化、智能化**”的全部内容。

发达经济体：预计在未来十年中，（美国和西欧）潜在生产力增长每年至少可达到**2%**，其中大约**60%**是通过数字化实现的。 —麦肯锡“SOLVING THE PRODUCTIVITY PUZZLE: THE ROLE OF DEMAND AND THE PROMISE OF DIGITIZATION”，2018年2月

新兴经济体的数字化转型

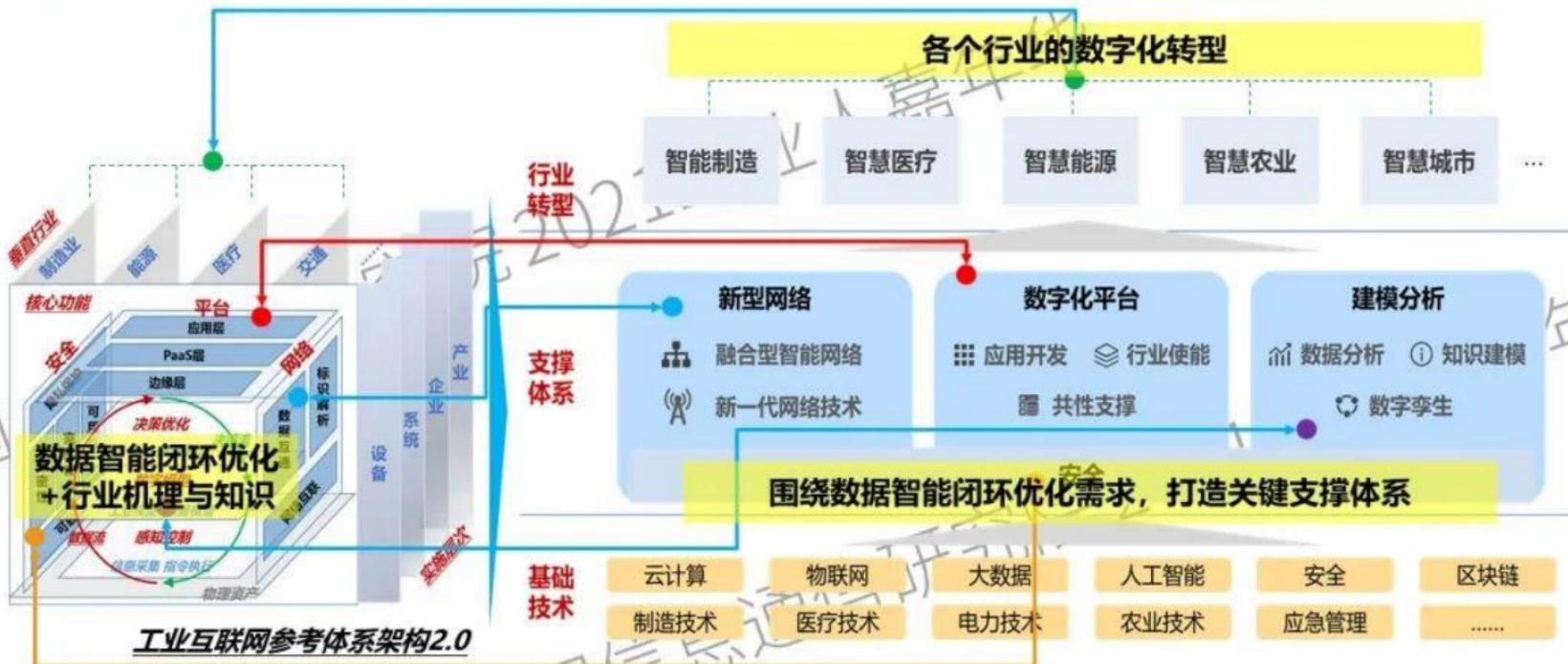
(越南汽车制造商)

- 21个月内建立了汽车工厂
- 利用数字孪生技术在3周时间内掌握和改进了呼吸机制造，每月生产5.5万台呼吸机

数字产业化占GDP比重	2005	产业数字化占GDP比重	2019
7.2%		7.0%	
			29.0%

来源：中国信息通信研究院

(二) 工业互联网是数字化转型的路径和方法论：数据驱动、行业机理与智能科学结合、数字空间与物理世界融合的智能化决策闭环



工业互联网是数据驱动、工业机理与智能科学结合、数字空间与物理世界融合的优化新范式

工业互联网机理

行业模型
数据模型

“数据驱动+行业机理与知识”创新增强范式

“数据驱动+自动化+信息化”生产运营智能优化

“数据驱动+信息化”产业链价值链协同优化

数字化变革

商业模式

数字化创造新商业价值
数字化提升传统商业价值

资源配置

企业能力与资源全局性优化配置
产业链价值链资源要素最优化利用

生产运营

生产制造智能优化
运营管理智能决策
面向需求的敏捷化响应

研发创新

设计仿真和研发效率与模式的优化变革

组织机制

向扁平化、柔性化组织演进

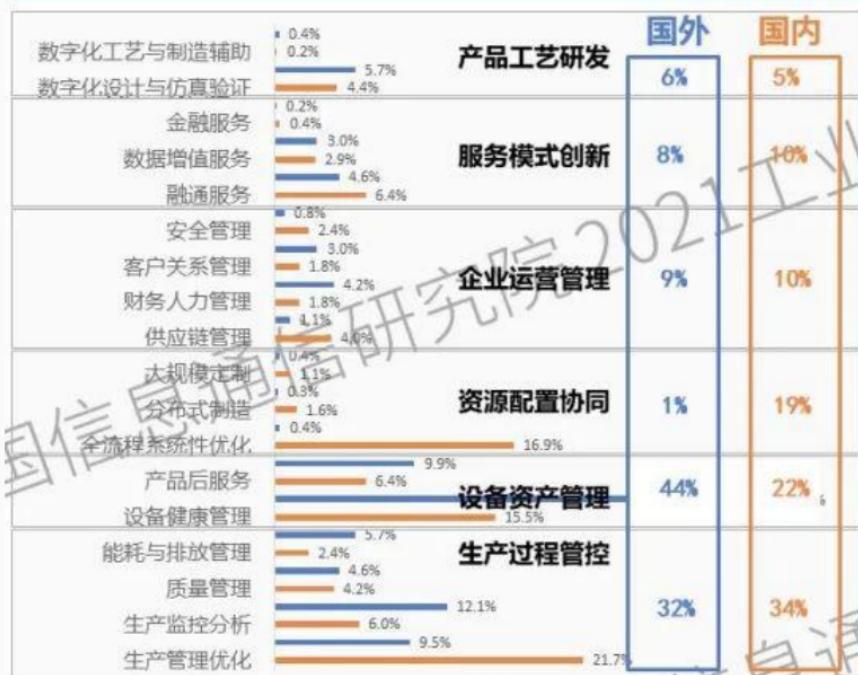
应用模式

智能化生产
规模化定制
网络化协同
服务化延伸
数字化管理

.....

三大功能体系
· 网络是基础
· 平台是关键
· 安全是保障

(三) 我国工业互联网应用实践：信息化补课+数字化提升+智能化突破并举



相同

- 生产优化（自动化向智能化升级）+设备资产为中心的优化和商业模式创新—国外 76%，我国 56%
- 基于数据价值挖掘的服务与商业模式创新兴起—国外 8%，我国 10%

相同中的差异

- 国外生产优化：自动化信息化向智能化升级
- 国内生产优化：自动化信息化向智能化升级+利用工业互联网实现数字化信息化普及补课（如中小企业的云化MES、ERP等）
- 设备资产管理：跨国企业由于生产高价值产品，比例显著高于国内

差异

- 国内基于工业互联网的要素资源大范围连接与优化配置凸显更强的需求与应用前景（制造能力共享和交易、产融结合等）—我国 19%

国外：基于高水平的数字化基础，实现基于设备物联的数据价值挖掘和特定场景的深度优化应用

国内：一方面承载补课提升的功能，另一方面聚焦广阔的资源配置优化，激发模式与服务创新活力

工业互联网推动我国各个行业数字化转型

工业互联网应用向垂直行业覆盖更加全面，
并逐步由制造业向非制造业延伸



行业工业互联网应用模式和特色路径逐步形成

1、装备和电子家电行业注重设备资产管理和生产过程管控

- 装备行业设备资产管理和生产过程管控应用占比80%
- 生产设备多为高价值设备，产品质量管理要求严格

2、原材料行业具有较好的信息化基础，进一步聚焦设备管理、安全环保和资源配置优化

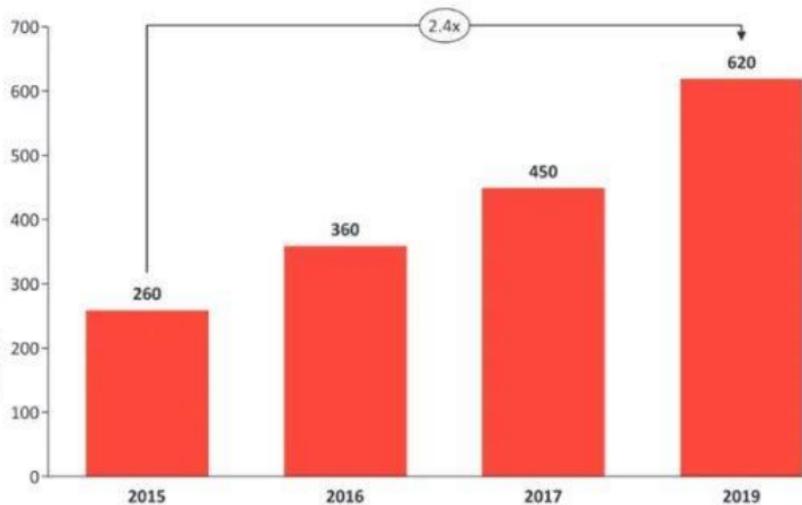
- 设备停机损失巨大，需严格把控连续生产流程
- HSE（安全、环保……）
- 全要素生产率提升成为主要痛点，需进一步统筹优化资源配置

3、消费品行业大力发展战略创新服务模式

- 服务模式创新占19%，位于各行业之首
- 通过创新服务强客户黏性

(四) 工业互联网平台：多层次系统化工业互联网平台体系的形成

国际工业/产业互联网平台发展情况



50% 制造业 31% 智慧城市 19% 零售业 9% 智慧建筑
34% 能源 23% 医疗健康 13% 农业 7% 电信业
32% 车联网 21% 供应链 12% 公共服务 7% 金融业...

Source: IoT Analytics Research, 2020

我国多层次系统化平台体系
(600余家, 具有影响力的100余家)

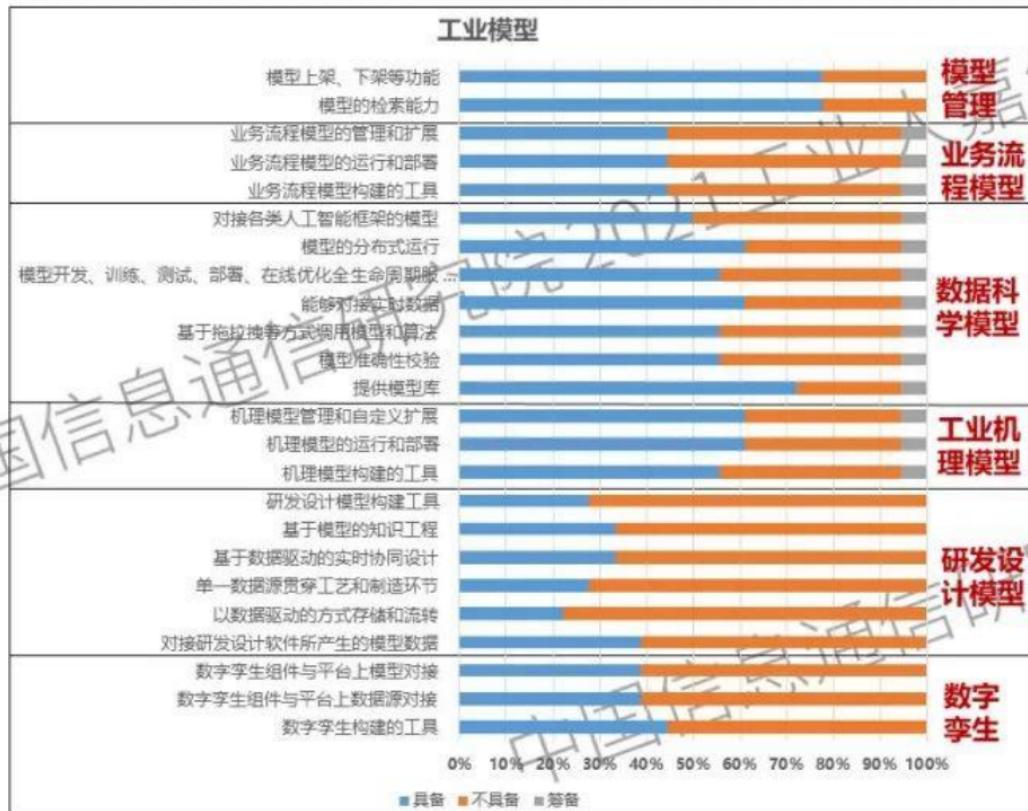
跨行业跨领域综合型平台：数据、模型、算法资源汇聚和配置的枢纽，AI、5G、低代码开发等技术通用底座。

- 遴选出海尔、航天云网、东方国信、徐工信息、树根互联、用友、阿里云、浪潮云、华为、富士康、腾讯、忽米、宝信、蓝卓、紫光等2020年双跨平台。
- 平均：工业设备连接数超过160万台，工业app数量达到7000个，服务工业企业1万余家

特定行业/区域特色型平台：聚焦特定行业，促进行业知识、机理模型、数字化工具沉淀复用和赋能

特定技术领域专业型平台：聚焦特定专业领域和环节，跨行业赋能-云仿真设计、能源优化、大数据分析等

工业互联网平台的能力积累（中国信息通信研究院2020年测试结果）



平台在工业模型领域快速发展，但整体水平还有待提高，研发设计和数字孪生领域仍是短板。

- **业务流程模型**技术相对成熟，近50%平台具备流程模型构建能力，支撑业务流快速构建。
- **数据科学模型**发展迅速，50%以上的平台具备数据科学模型的构建能力。
- 企业重视**工业知识和机理的封装**，60%左右平台提供机理模型构建能力。
- 国内设计、建模等能力仍受制于国外，我国平台上**研发设计模型**短板明显，评测中仅30%左右的平台具备模型构建能力。
- **数字孪生**作为逐渐成为新趋势，40%左右的平台具备数字孪生构建能力。

平台新型业务模式尚在起步，从技术、产品到商业还面临一系列挑战

“产品+数据”服务

远程运维、预测性维护等

数据衍生服务

数据分析、融资租赁、仓储物流等

新型交易服务

数据、模型、知识、能力等交易

资源协同服务

设计、制造等资源协同共享

价值取向

- 连接设备 Vs 连接产业链价值链
- 工业机理 Vs 数据模型
- 生产优化 Vs 价值链管控
- 质量品牌 Vs 商业模式
- 柔性生产 Vs 供应链弹性
- 稳定可靠 Vs 快速迭代……

供需对接

功能订阅

产融结合

平台租售……

(五) “5G+工业互联网”已初步展现变革性的赋能意义



青岛港5G远程控制

- 作业现场无人化操作，节省了70%的人力



内蒙白云鄂博5G无人矿卡

- 车速 10km/h → 35km/h
- 节省人力成本100万/车/年



5G全连接工厂

- 设计、生产、装配、检测、等上百个应用场景
- 5G+高清视频+AI检测，效率提升300%



南方电网5G智能巡检

- 5G+无人机智能巡检



鹿特丹-壳牌Pernis工厂

- 移动机器人快速检测泄漏
- 无线传感器监视生产资产
- 互联工人
- 管架预测性维护



瑞典铜矿

- 覆盖100平方公里
- 人员和设备实时定位
- 远程控制操作和全自动钻探



德国亚琛电动汽车工厂

- 1.6万平米工厂，5G覆盖装配和物流
- 5G+RFID跟踪端到端制造流程
- 5G+视频+MEC用于装配线的视觉分析
- MEC+AGV运送底盘，替代传统生产线
- **制造过程精准控制：**工厂数字孪生，每个零件均用标识精准定义，按需精准到达生产线，工人工具互联并能自动精准调整扭矩



“5G+工业互联网”可复制可推广场景的扩展

工业环节	细分领域	5G+AR/VR	5G+AI	5G+设备融合	5G+信息采集
研发设计	协同问题定位	●			
	协同设计	○			
生产制造	加工			○	
	装配	●			
	质检		●		
	物流			●	
	人		●		
	机			○	
	料				●
	环				●
运营管理	销售	○			
	运维	●		○	
	培训	○			
可复制推广：● 验证阶段：○					

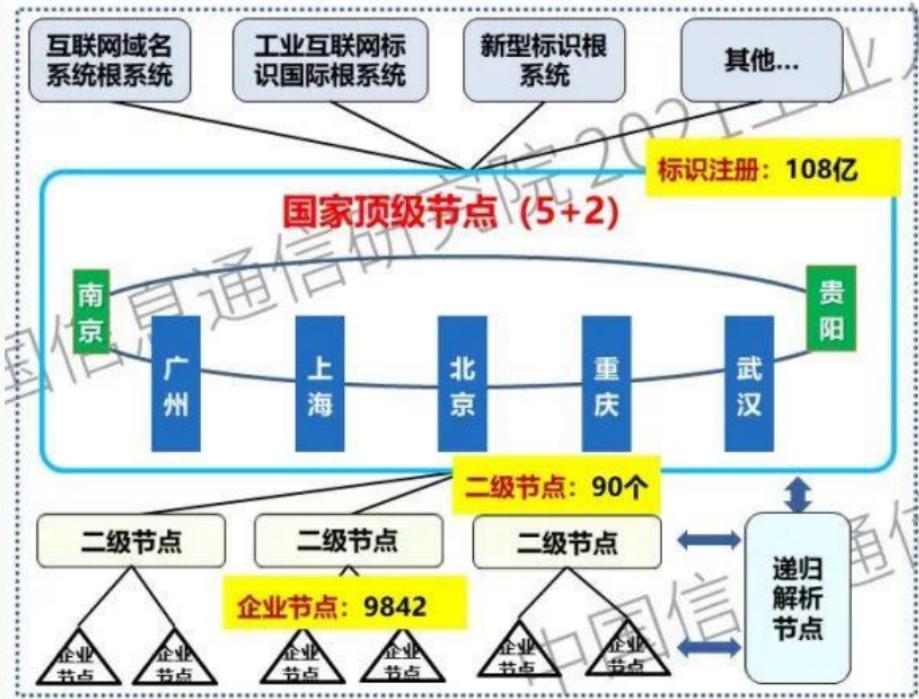
增量创新（全新场景全新应用）

技术替代（部分替代，摆脱布线束缚）

变革升级（融入工业体系，智能变革）

(六) 工业互联网标识解析体系进展：中国实践与国际实践

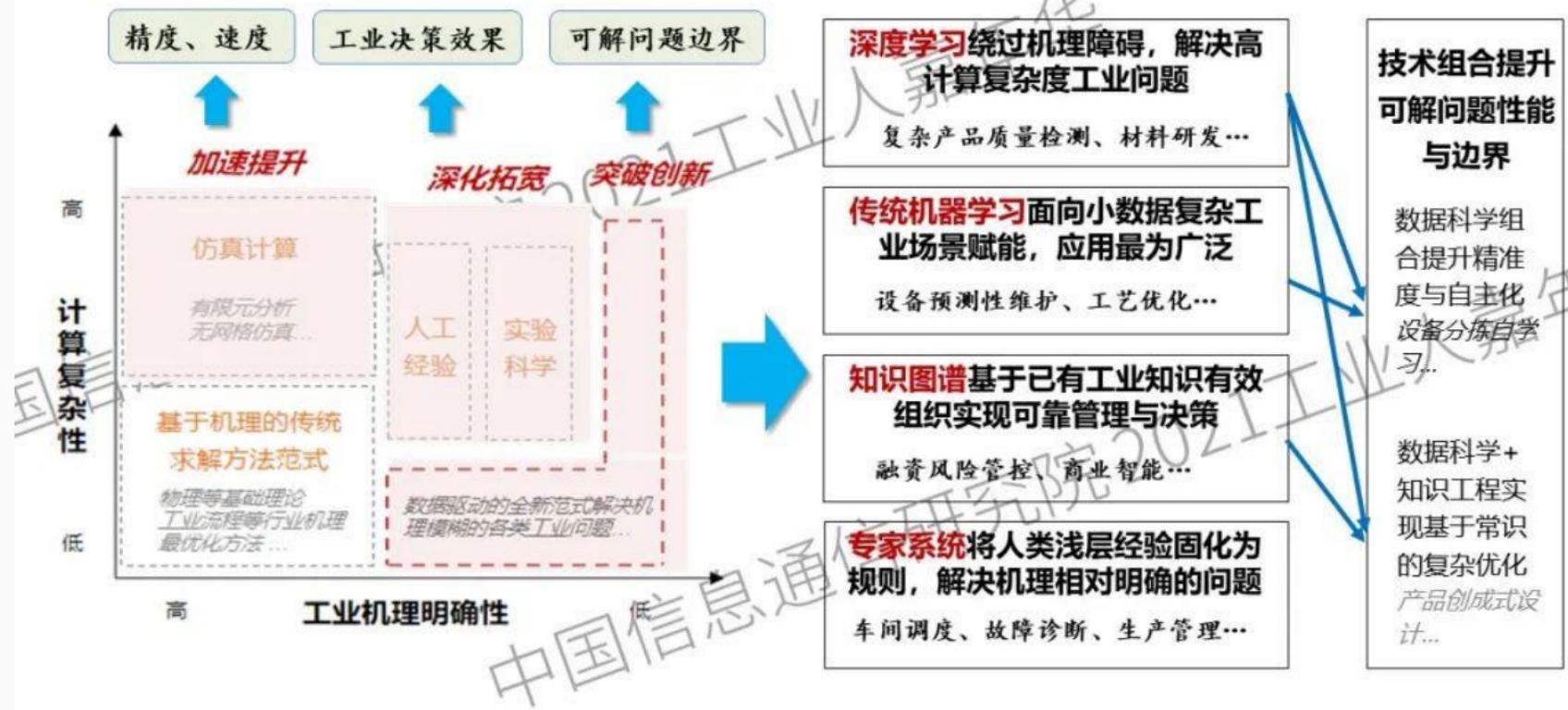
国家标识解析体系建设



标识解析应用层级

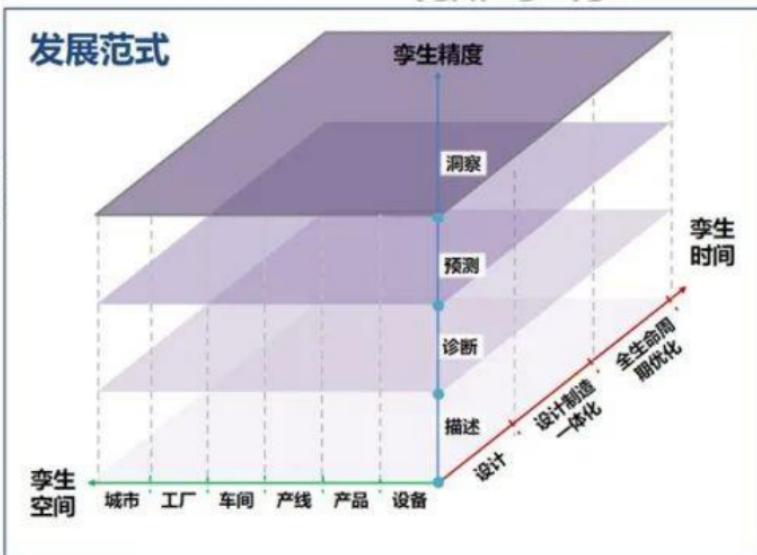


(七) 人工智能：突破传统工业问题解决方法，形成数据驱动的优化决策范式



(八) 数字孪生：物理世界和数字空间深度融合，模型+数据

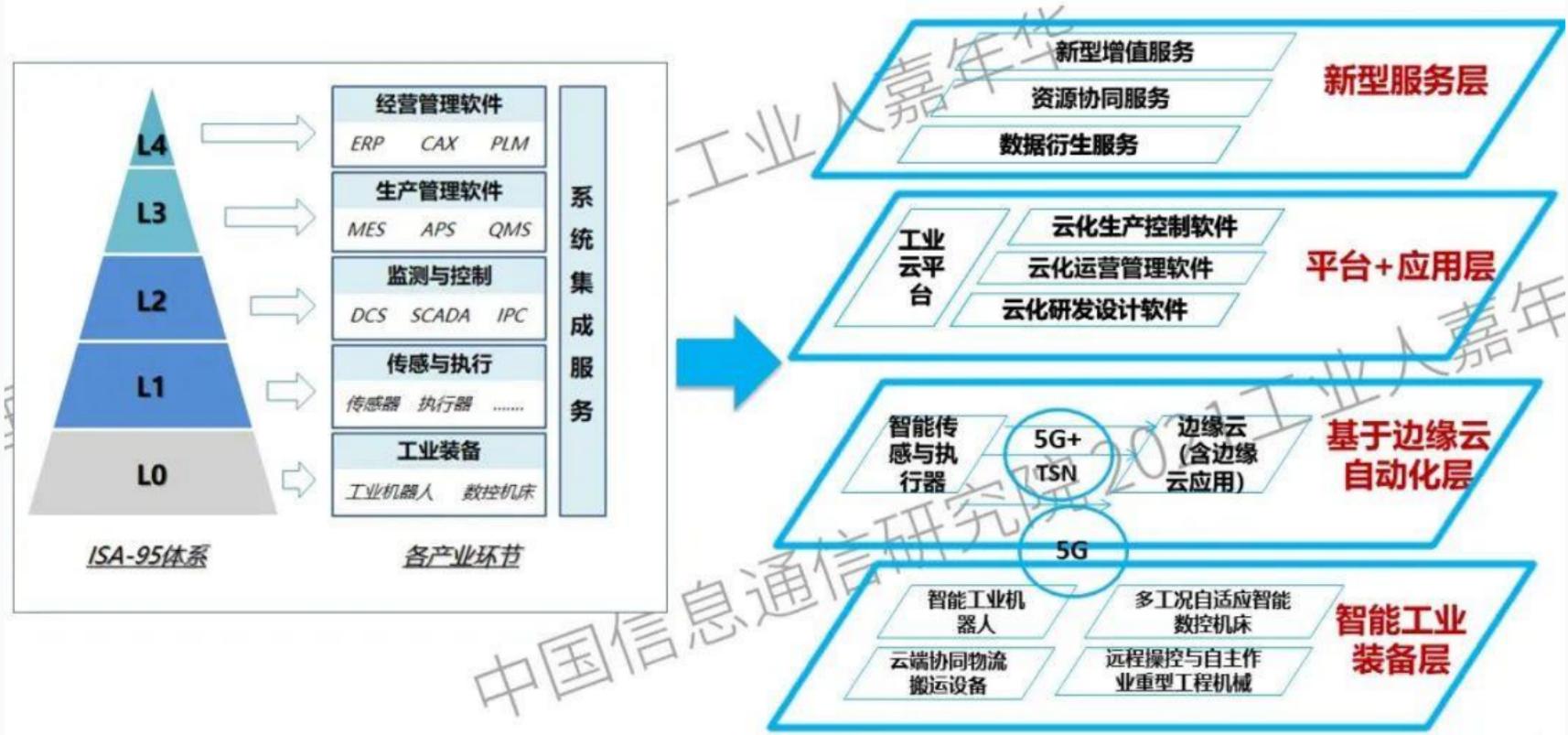
工业数字孪生是以数据与模型的集成融合为核心，基于多类建模工具在数字空间构建物理对象（包括资产、行为、过程等）的精准数字化映射，并通过数据对各类模型进行实时驱动和修正，构建起综合决策能力，推动工业全业务流程闭环优化。



工业数字孪生应用处于初级阶段，将近80%应用场景处于可视化描述和虚拟诊断阶段，仅有少数领先企业通过多类型、多学科数据与模型集成融合打造数字孪生智能决策解决方案。

资产的自主控制	“闭环孪生”的自主控制	2%
资产“机-电-软”设计一体化	“跨域孪生”的复杂优化	8%
产品全生命周期映射优化		
产品设计制造一体化		
资产实时仿真诊断	“虚实映射”的综合决策	16%
资产预测性维护		
产线流程虚拟规划		
设备虚拟化调试	“以虚拟实”的诊断创新	39%
产品数字化设计		
工业操作可视化培训		
物流供应链可视化描述	“虚实联动”的可视化描述	38%
工厂流程可视化描述		
基于AR/VR的设备巡检		
设备三维可视化联动		

(九) 工业互联网推动的体系变革：智能化、开放化和平台化，长板和短板



(十) 我国工业互联网的下一步发展

当前特点

1. 顶层设计

- 战略与政策**: 国务院《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》及系列落实文件
- 技术体系**: 工业互联网体系架构及三大功能体系的塑造(网络、平台、安全)

2. 模式创新: 构架在丰富工业场景和强劲转型需求上的应用创新和商业模式创新

- 逐渐成效的工业和ICT(包括互联网)界的相互融合
- 中国企业对数字技术和互联网更高的接受和理解

3. 技术产业: 深层次的综合和基础差距(工业机理、工业软件、领军企业……)与新技术机遇(5G、边缘计算、人工智能……)

4. 应用实践: 成效初步显现, 以资源协同、产融结合为特点的应用模式及中小企业数字化是我国较为独特的应用创新

下一步发展: 深耕细作、广泛普及, 全面推动数字化转型

1. 融合应用、基础设施、技术创新、产业生态、安全保障将是工业互联网下一阶段重点, 应用牵引技术创新与产业发展
2. 5G、边缘计算、人工智能、AR/VR等新技术的融入将带来巨大创新与变革机遇, 但与工业的结合仍需攻克系列瓶颈。
3. 产业支撑体系中的装备、软件、工业机理和知识的差距仍是长期挑战, 但也面临通过新一代信息技术融合进行赶超的机遇
4. 工业互联网平台竞争, 领军企业较弱、企业间协同不足; 平台与工业体系的融合也将是一个长期的过程
5. 工业互联网安全的长期持续挑战

《工业互联网发展行动计划(2021—2023年)》

下一步：企业数字化转型和工业互联网发展的提速

大企业

中企业

小企业

信息化补课

数字化提升

智能化突破

- 全数字化技术集成实现无人生产
- 基于AI提升设备、车间智能化运行水平
- 基于数据分析工具预测商业市场
- 产品研发工具在线化、协同化
- 打造用户社交工具实现用户引流

- 工业软件互联互通
- 产线自动化集成
- 设备联网运维
- 上线协同办公软件

- 设备数控化
- 客户管理在线化
- 订单管理在线化
- 人员管理在线化

中型企业依托原有软硬件工具，**聚焦数字化能力集成**，实现企业内人员管理协同、生产运行协同、经营管理协同

小企业聚焦信息化补课，通过订阅云化ERP、CRM、SCM等软件实现人员、订单、客户、库存在线化管理

大型企业探索智能化突破，
基于AI等数字化技术推动工厂无人生产，并加快利用社交工具提升用户与产品的粘性