

工业互联网发力新基建

邬贺铨

2020.04.23

新基建战略与内涵

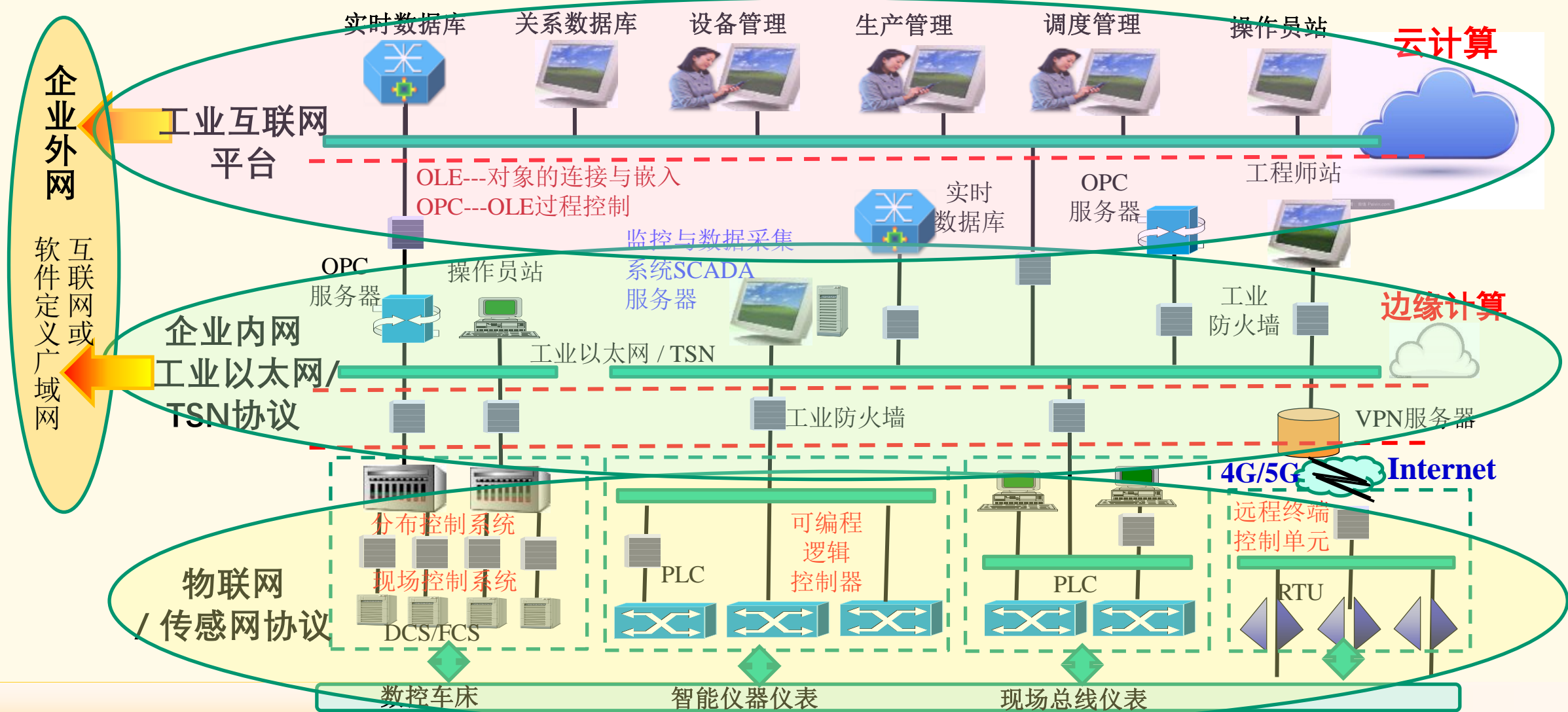
2018.12	2019.03	2019.07	2019.12	2020.02	2020.03
中央经济工作会议	政府工作报告	中央政治局会议	中央经济工作会议	中央深改委会议	中央政治局常委会
加快5G商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设	加强新一代信息基础设施建设	加快推进信息网络等新型基础设施建设	加强战略性、网络型基础设施建设	统筹存量与增量、传统与新型基础设施发展，打造集约高效、经济适用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系	加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度

以新发展理念为引领，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。



工业互联网的组成

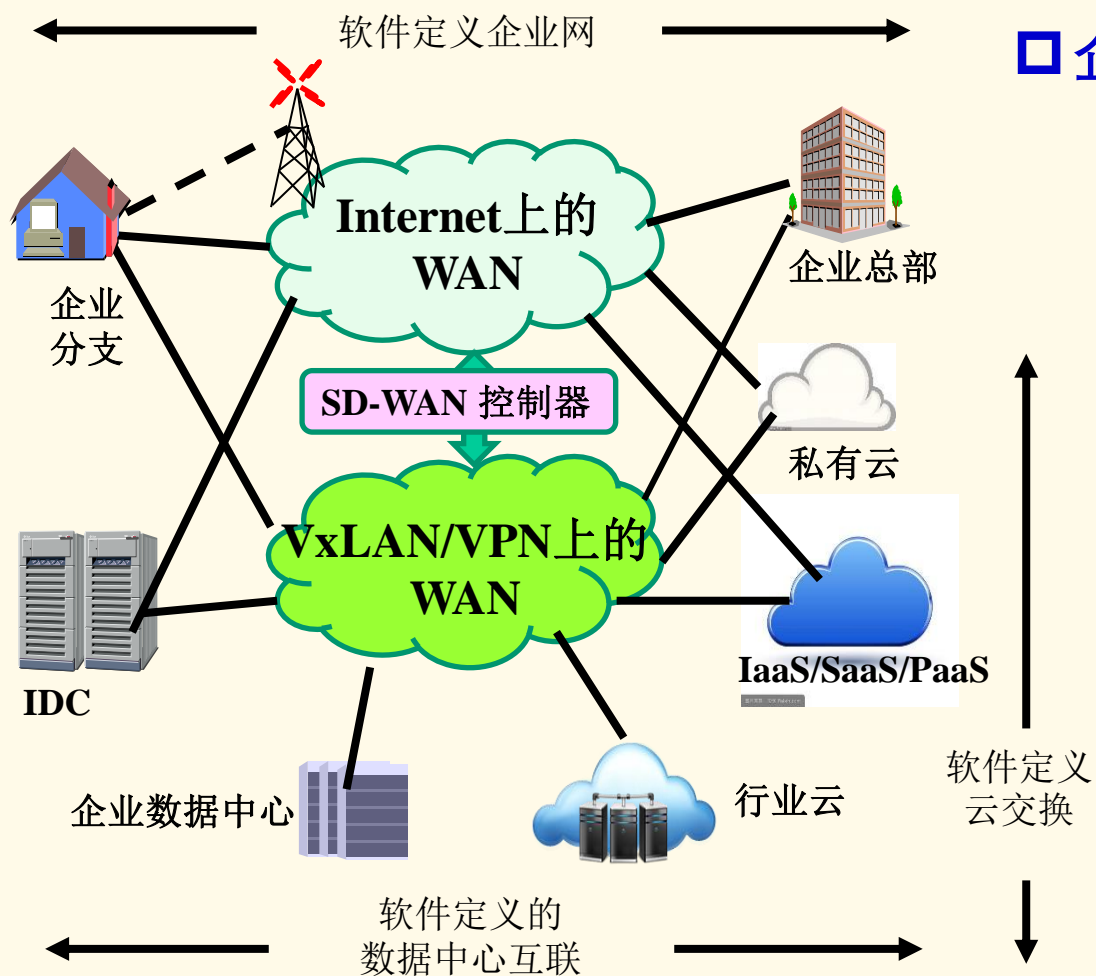
工业互联网的各部分构成从数据采集汇聚、传输分发、分析处理、决策应用全过程，支撑数据发挥生产要素作用



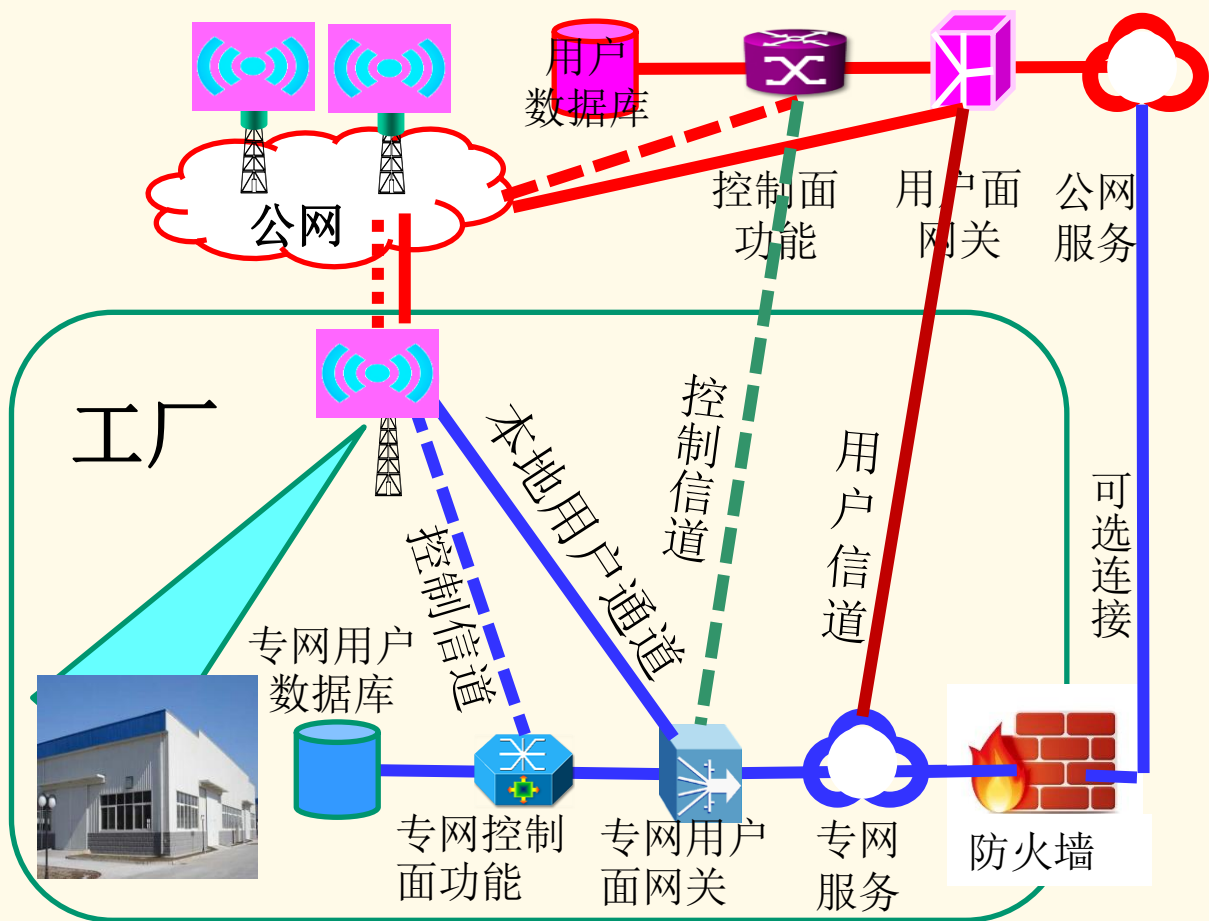
企业外网

□ 企业总部与分支机构及IDC的联系有三种方式

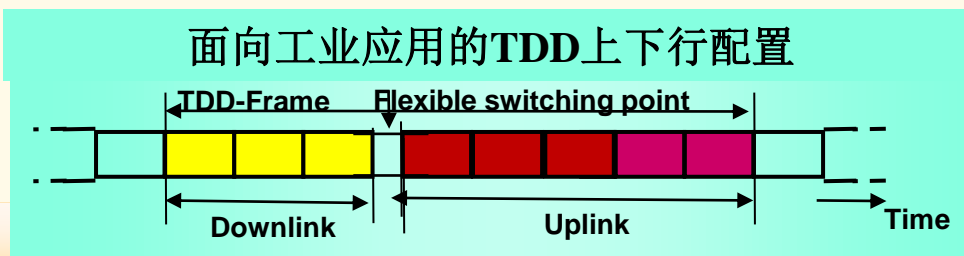
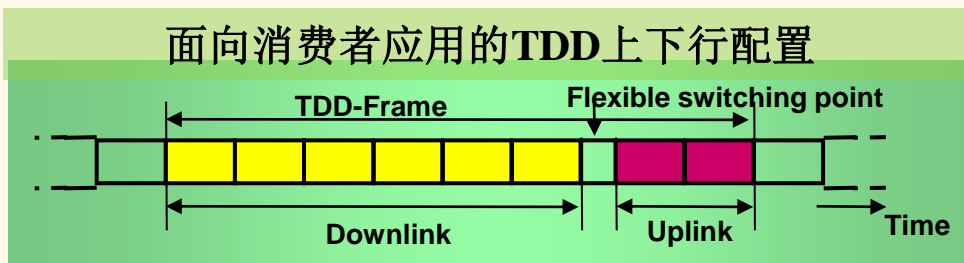
- ◆ 租用VPN专线有质量保证，但不能立即开通且成本高，新业务不断产生峰值流量，导致专线频繁扩容；
- ◆ 通过公众互联网虽廉价但缺服务质量保证，仅可用于对安全性和时延要求不高的业务流；
- ◆ 软件定义广域网（SD-WAN）根据客户对业务类型和链路性能的要求，按需分配网络资源，自动选择VPN专线或公众互联网，提供切片与分层，网络实时监测链路性能，实现主动运维和故障分钟级定位及自恢复。



企业内网的无线技术



- 企业的场景适于用无线联网。但WiFi因稳定性、扩展性等问题使得其在工业领域利用率仅4%。5G适应工业互联网低时延要求。
- 企业可租用运营商5G公网，以网络切片方式提供VPN。考虑到企业内应用与消费者应用对TDD上下行配置的不同，企业可申请频率自建5G专网。



企业内网无线技术

全部使用5G专网；
 使用部分5G专网+公网的无线接入网；
 使用部分5G专网+公网的无线接入网及控制面；
 全部使用公网。

企业内网的协议

现场总线

工业现场总线占目前市场近半，但标准碎片化，兼容性差，时延无保证

以太网

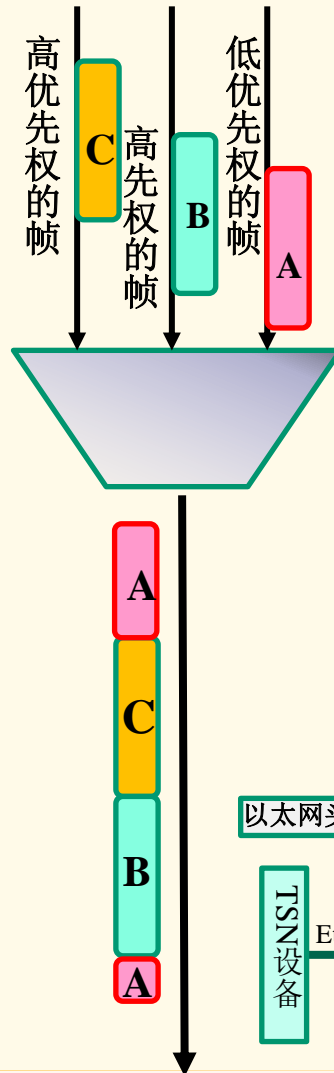
以太网为办公自动化设计，但工业环境设备多，重发频繁，效率太低

工业以太网

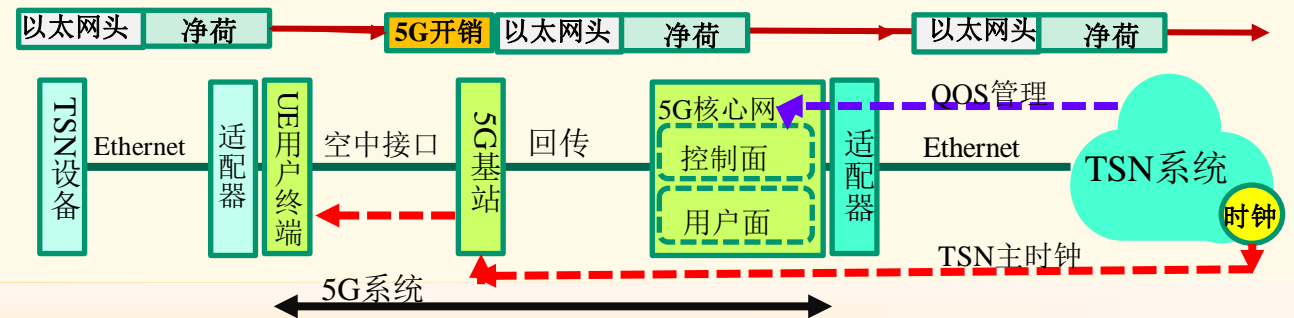
工业以太网从高速、交换和同步机制三方面提供实时和可靠性，目前占约一半市场，但时延仍大

延时敏感网 (TSN)

TSN改进工业以太网，在数据链路层报头的VLAN标签中增加QOS分类，允许高优先级的帧抢占低优先级帧，保证低时延传输



Application					
Any of dozens of L2/L3/L4 (and up) Transport Protocols					
No L3 at all	IPv6	IPv4			
IETF MPLS Pseudowire Seamless Redundancy	IEC 62439.3 Seamless Redundancy	No Seamless Redundancy	IEEE 802 Seamless Redundancy		
IETF MPLS	ITU-T G.8032 Ring	IEC 62439-2 MRP	IEC 62439.3 HSR/PRP	No bridging at all	IEEE 802 bridging
IEEE 802.1 TSN Time-Sensitive Queuing Model					
IEEE 802.WiFi	MoCA / Ether over Power	IEEE 802 Ethernet			

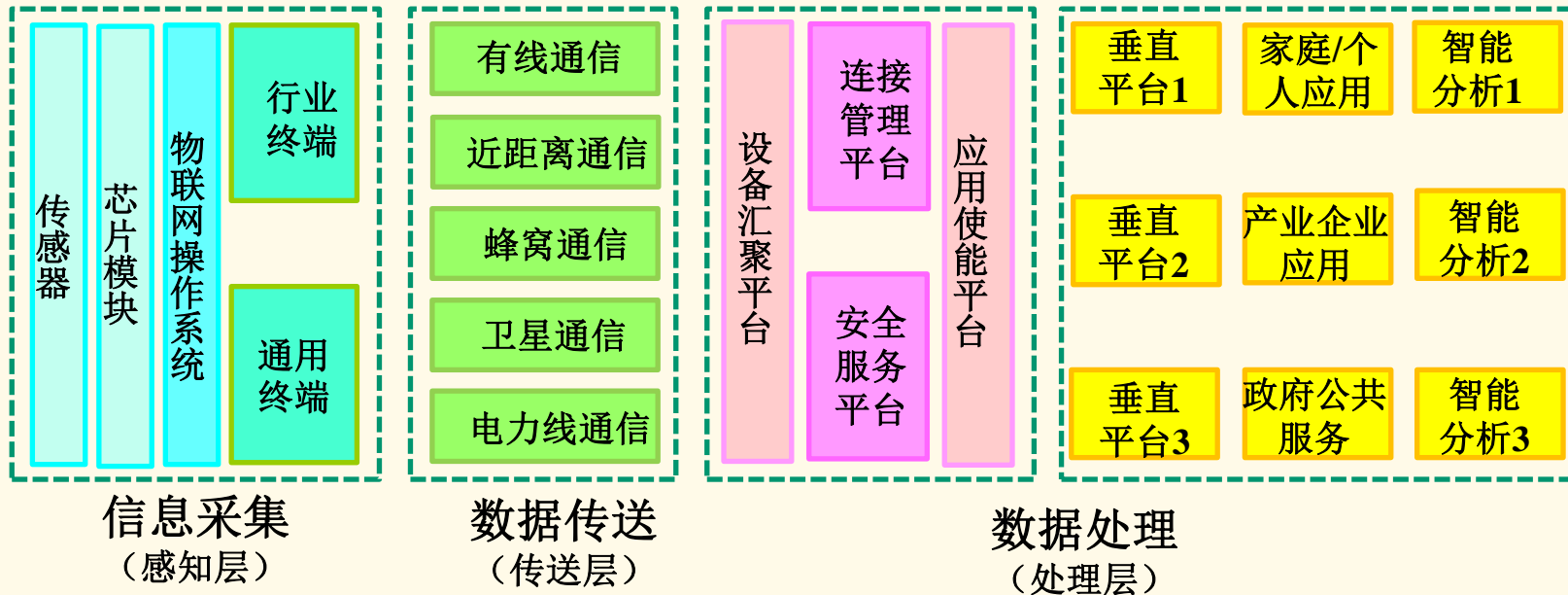


企业物联网

物联网产业链各环节占市场规模：

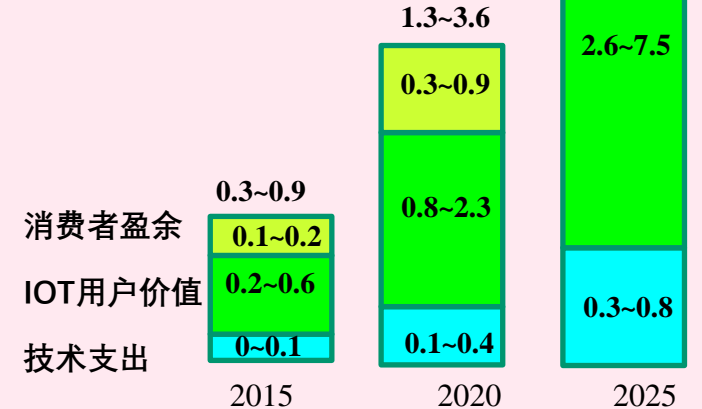
来源：Ericsson AB 2016

硬件/终端 25% 通信服务 10% 平台服务 10% 软件开发/系统集成/增值服务 55%



- 物联网的价值70%在企业物联网。
- 2025年全球企业物联网将创造3.9~11.1万亿美元的价值。
- 企业物联网的价值主要是由使用者获得。

Mckinsey, THE INTERNET OF THINGS: MAPPING THE VALUE BEYOND THE HYPE, June, 2015

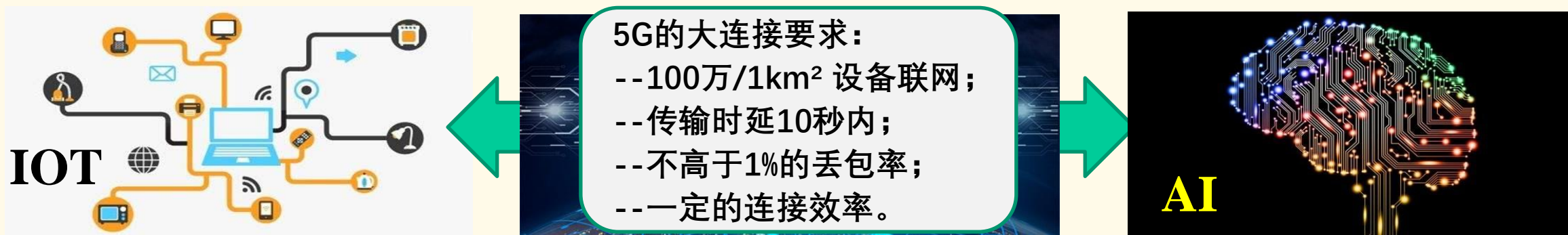


除了手机与汽车外，工业是传感器应用最多的领域。

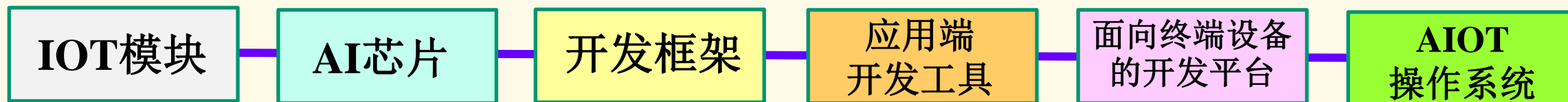
工业上使用的传感器种类繁多，从传感器种类来看，流量传感器、压力传感器、温度传感器占据最大的市场份额，分别是21%、19%、14%。但传感器类型多批量少，缺乏规模而影响成本的快速下降。

智能物联网 (AIOT)

- 物联网所感知的数据通过5G低时延直接上云，相当于云端能力虚拟到终端，增强了终端能力。可以说5G将IOT与AI无缝融合， $AI + IOT = AIOT$ （智联网）



- 超高清摄像头、机器人和无人机等物联网模块嵌入AI芯片和操作系统，使IOT与AI直接融合，相当于边缘计算能力下沉到物联网终端，帮助IoT开发者解决开发兼容问题。



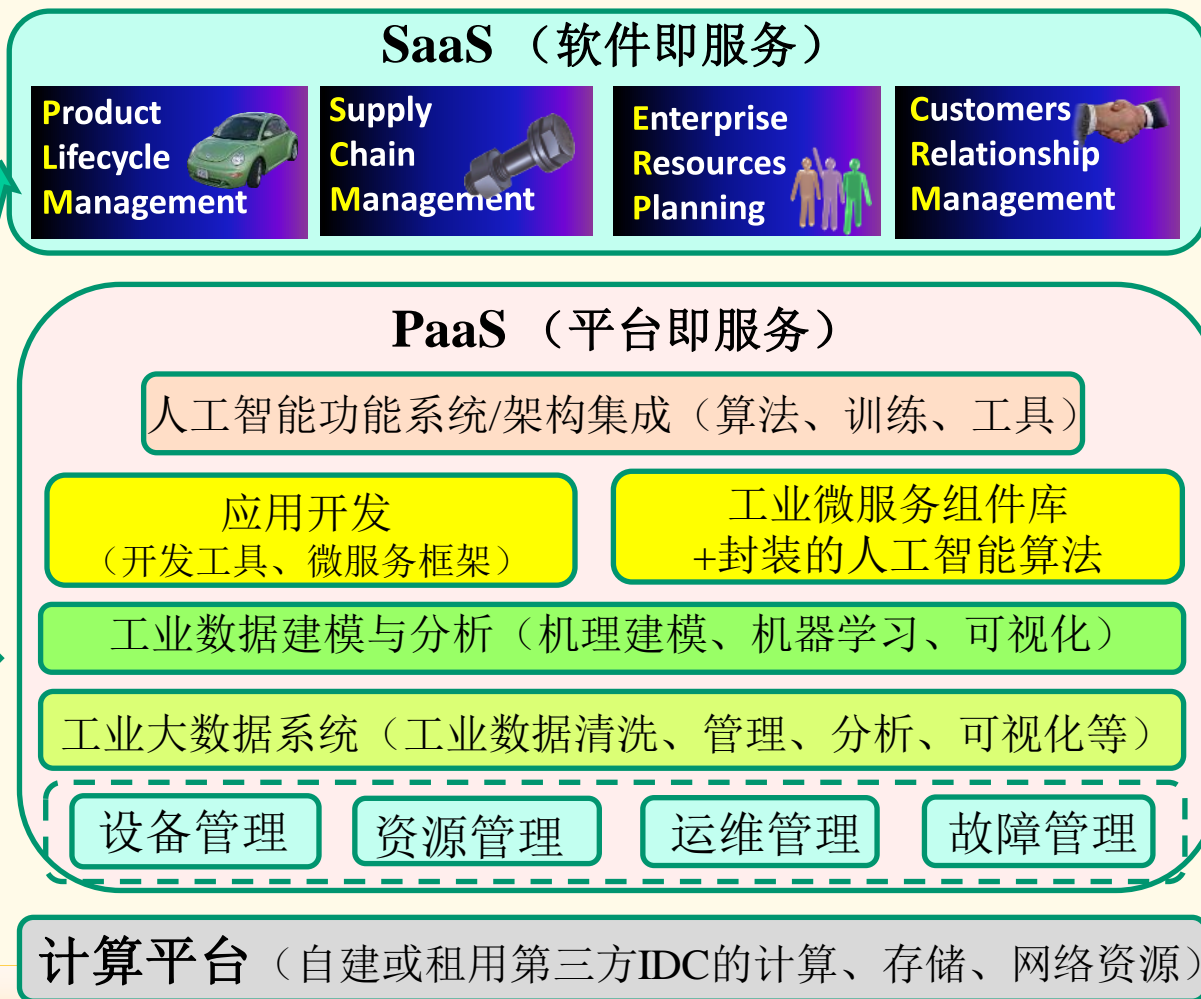
- AIoT模块还可嵌入区块链能力，保障物联网设备接入认证、数据加密及设备控制授权安全，解决基于数据的确权和数据资产化的问题。

工业互联网平台

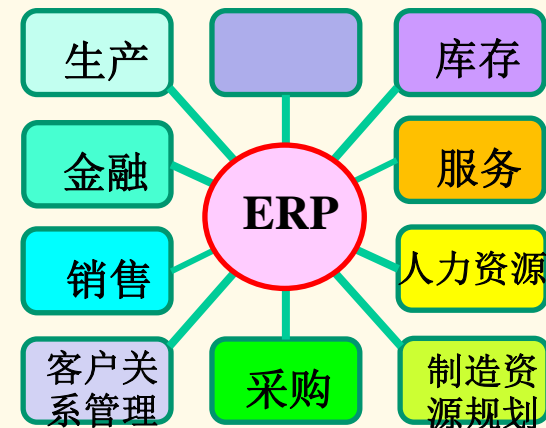
云架构



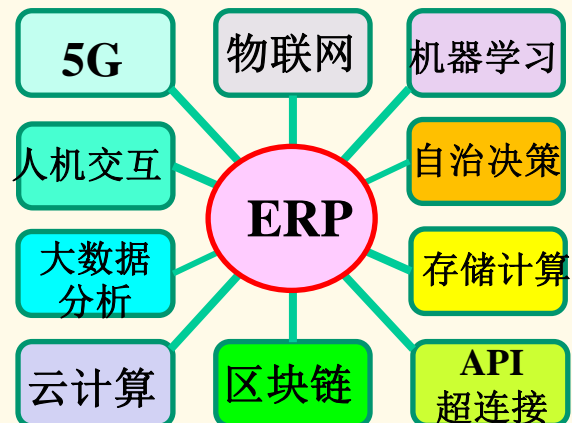
工控软件需要与物联网、大数据、云计算、AI结合，从静态发展到动态自适应实际场景。



基于Excel表的传统的ERP



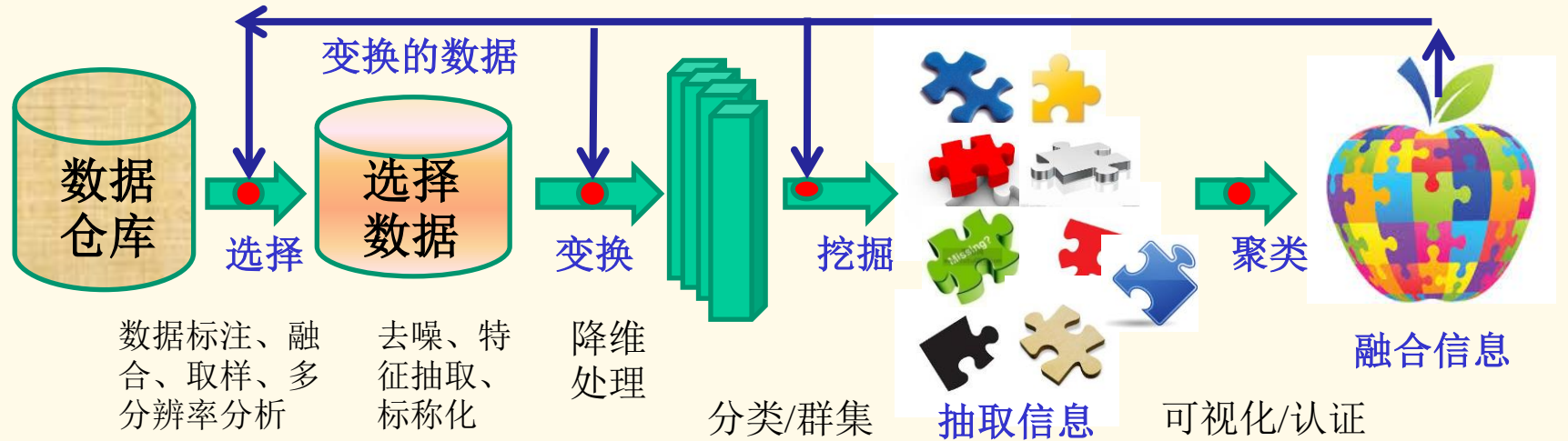
智能ERP增加的功能



执行时间能缩短25%

大数据设施

- ❑ **聚类分析**-----大数据要通过分解和融合形成聚类，难点是提取集成方向，构建集成模型
- ❑ **分类分析**-----如何利用无标记的样本来改善小数据集上构建的分类器
- ❑ **关联性分析**-----不同的数据集中呈现复杂的关联关系，如何挖掘其隐含的关联。

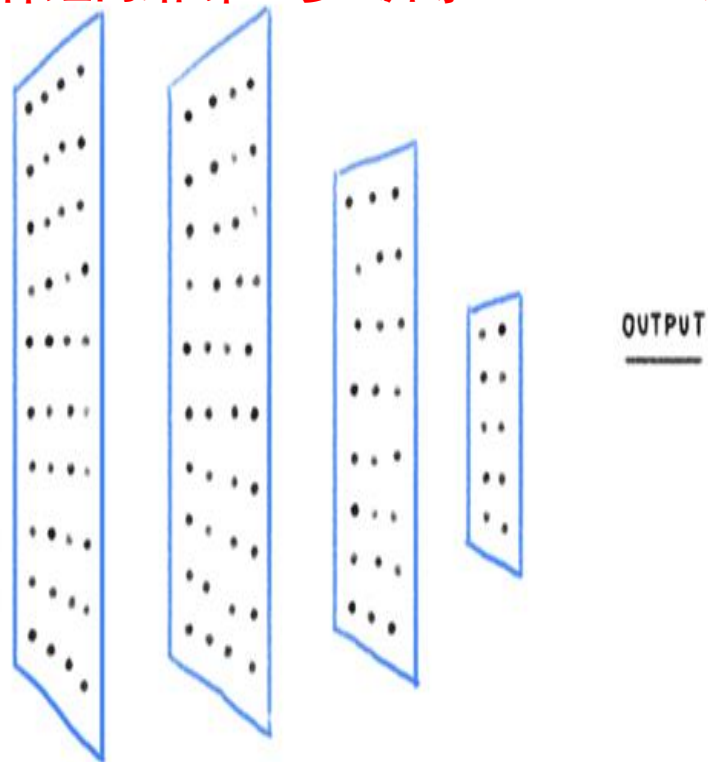


算法技术

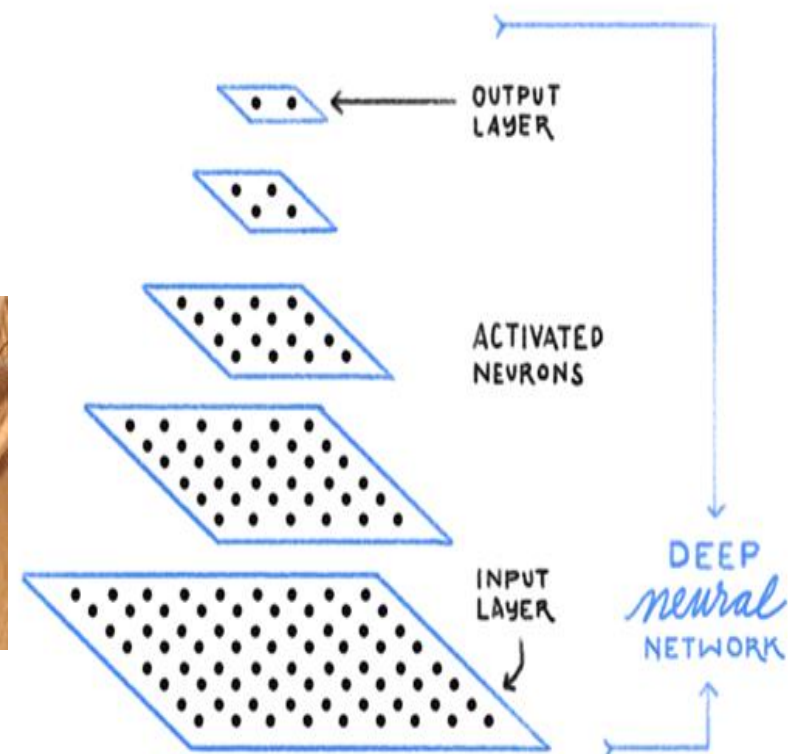
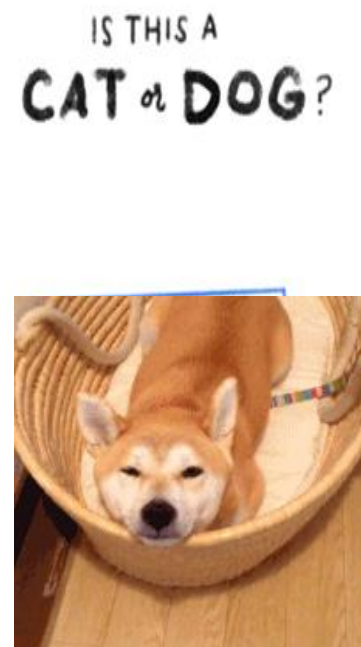
目前人工智能算法主要依靠人工神经网络，它是深度学习算法的基础，能完成分类器作用。



深度神经网络 第一步: 训练



深度神经网络 第二步: 测试 CAT DOG 来源: Google



目前AI算法需要大量有标注的数据作为样例，依靠大量算力与海量数据来针对特定任务试错训练，大数据大算力小任务，效率不高，未来需要结合类脑计算，实现小数据小算力大任务。

算力设施

机器学习对算力的要求

据斯坦福《AI Index 2019》报告，2012年之前AI的算力需求每两年翻一番，2012年后则3~4个月翻番。根据OpenAI统计，从2012~2019年，随着深度学习模型的演进，AI所需计算量已经增长30万倍。

机器学习的计算特点

- ❑ 机器学习计算大部分场景仅需要低精度计算即可，一般应用场景下8比特即可满足95%以上需求，无需FP32、FP16等高精度计算；
- ❑ 机器学习计算只需要很小的操作指令集，只需要高性能运行矩阵乘法、向量计算、卷积核等线性代数计算，无需分支预测器、推测执行、超线程执行处理核、深度缓存内存层次结构等计算技术；
- ❑ 深度学习模型越来越复杂，已经无法在单片芯片完成计算，需要使用多芯片多场景的异构计算，因此必须考虑分布式的计算任务的通信与协同调度，实现密集且高效的数据传输交互。

对策

加速提升通用计算能力

重视发展专用计算能力
(算力定制化)

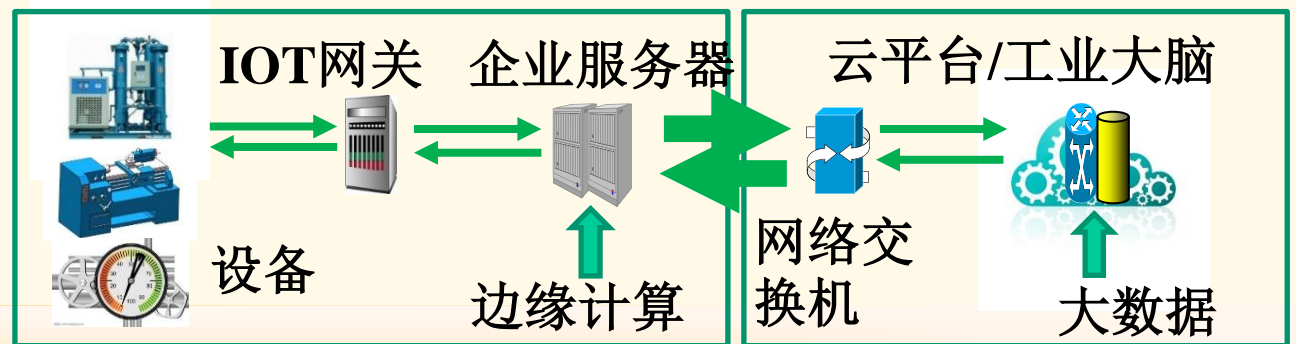
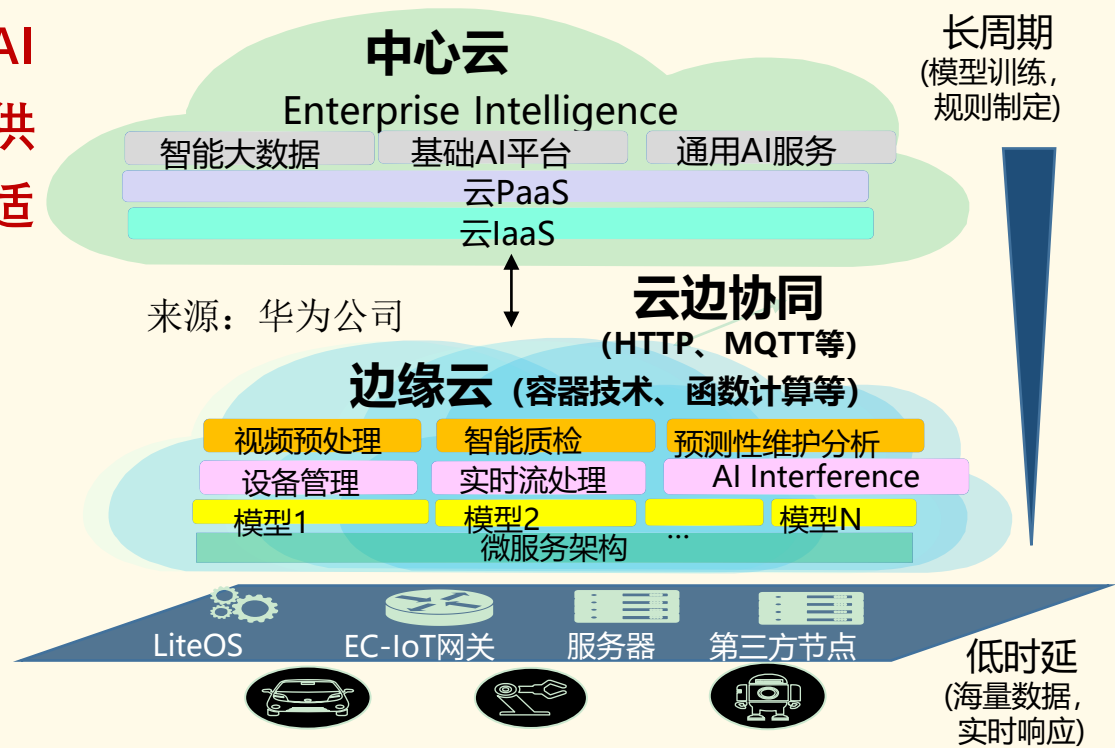
提前布局多系统多平台协同生态
(通用平台+专用平台；
通用平台+端侧平台)

参考：王蕴韬，通信世界，2020.03.12, <http://www.elecfans.com/rengongzhineng/1180078.html>

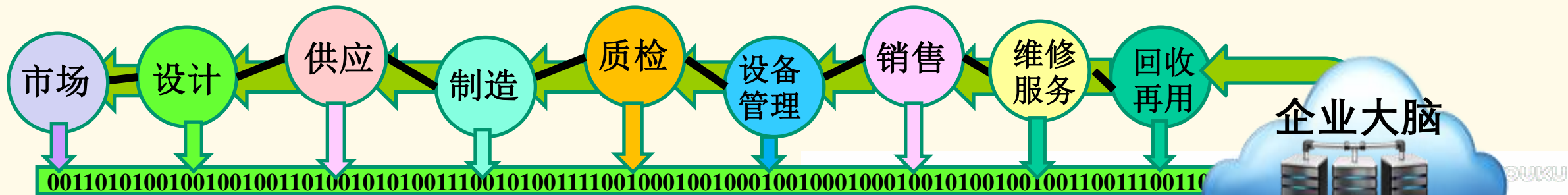
边缘计算

大企业通常自建中心云（配大数据和算力基础设施及AI算法）和边缘云，中小企业可租用公有云（为租户提供数据隔离），自建边缘云。需要注意公有云不一定有适合企业任务的AI算法，需要通过与AI企业合作开发。

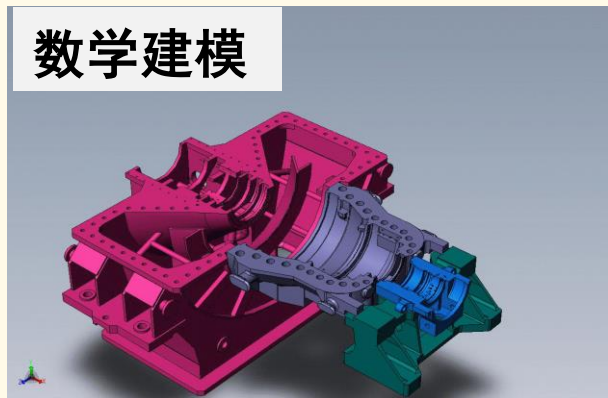
- ◆ 工业生产线上的传感器、工件、机器人、工业的VR/AR应用都要求快速响应；
- ◆ 在降低无线空口时延的基础上，还需要将计算能力下沉，利用边缘计算实现本地缓存和过滤数据，降低到中心云的带宽压力；
- ◆ 提供确定性的传输时间，增强可靠性。
- ◆ 据IDC预测未来将有超过50%的数据在边缘侧处理。到2020年边缘计算支出将占物联网基础设施总支出18%。成本仅为单独使用中心云计算的39%。



工业互联网应用开发



数学建模



协同设计



数字孪生/预防性维护



智能制造

正在改变世界
产线部署数百台机器人



机器视觉

AR in China

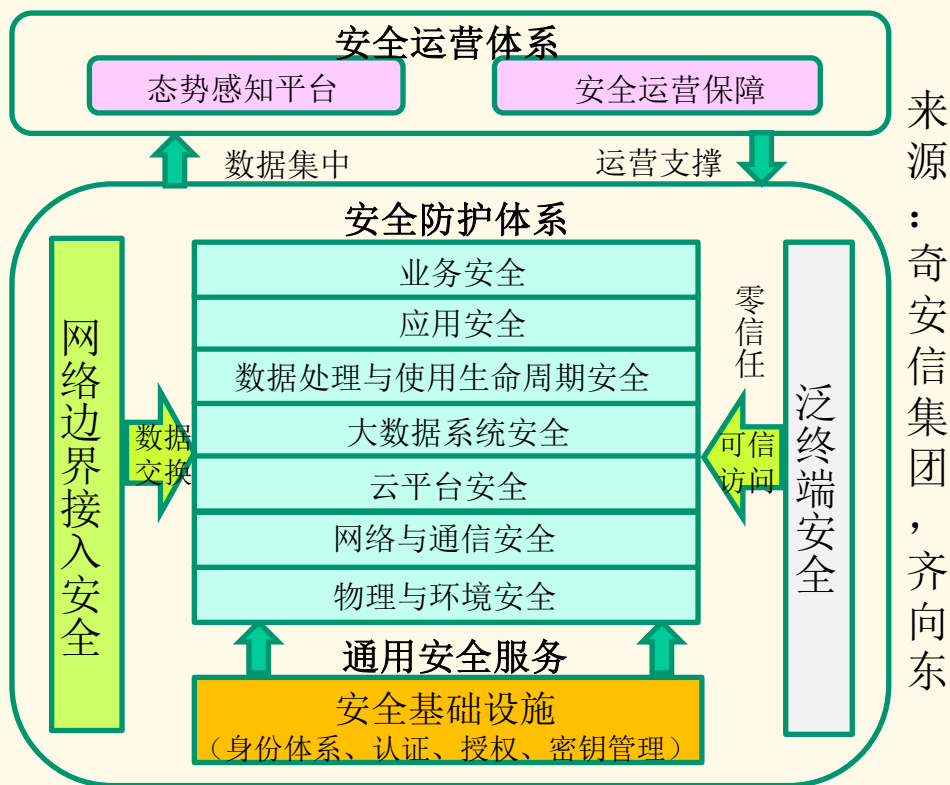


供应链管理



市场管理

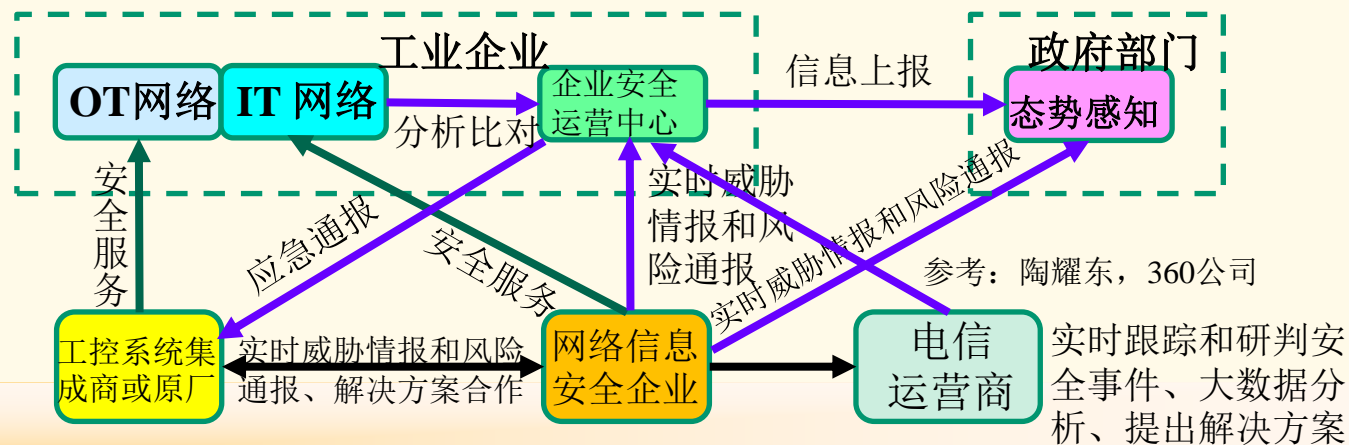
工业互联网安全体系



来源：奇安信集团，齐向东

- ◆ 工业互联网的传感器和PLC量大且永远在线易受木马入侵而成为DDoS的跳板。需要基于零信任架构，支持动态和迁移的群组节点信任关系建立，实现低成本和低功耗的安全与加密。
- ◆ 传统的认证和加密流程等协议不适于支持工业互联网大连接与低时延，需要高可靠快速群组认证。
- ◆ 数字孪生数据可能通过外网传输，仅靠加密仍难避免数据被劫持，会遭遇外界勒索或导致企业经营混乱。

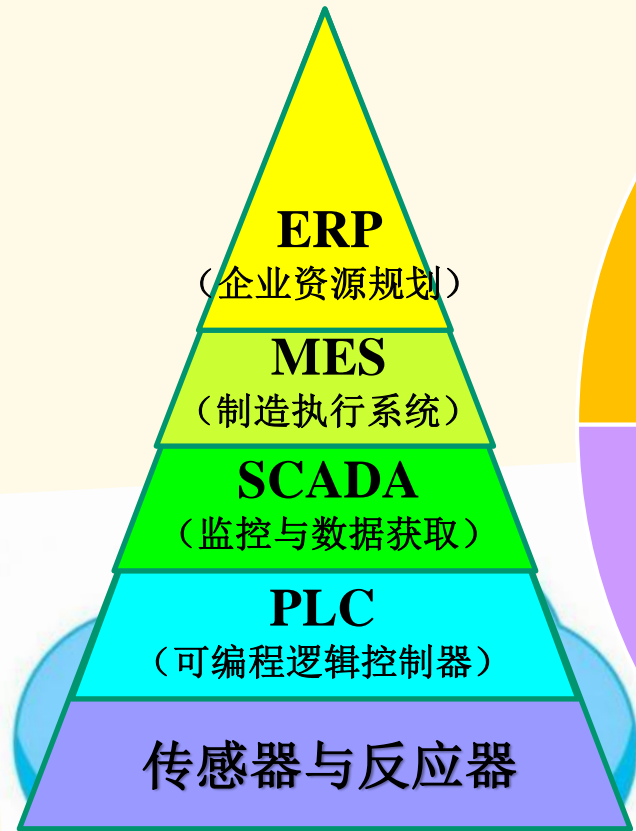
企业需要建立IT与OT统一的安全团队和企业安全运营中心，还要与企业的上下游实现威胁情报共享和安全防护的协同联动，并从政府获得安全态势感知信息。



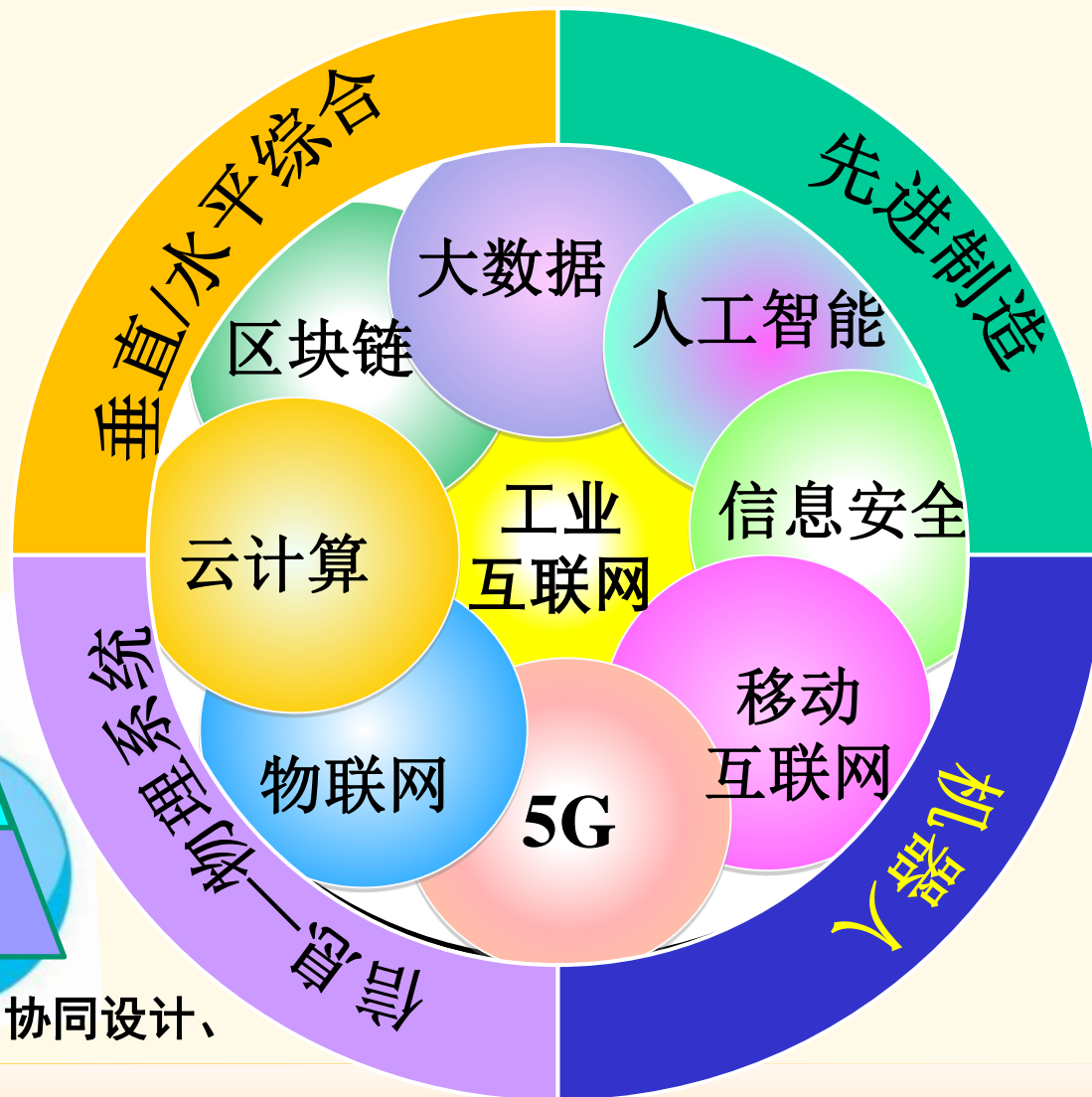
IT与OT技术融合支撑工业互联网

工业IT技术

Information Tech.



时延敏感网络、边缘计算、协同设计、
数字孪生、区块链……



工业OT要素

Operating Tech.

Material

——材料特性和功能

Machine

——机器精度和自动化

Methods

——工艺、效率等方法

Measurement

——测量与监控

Maintenance

——维护和售后服务

Management

——管理

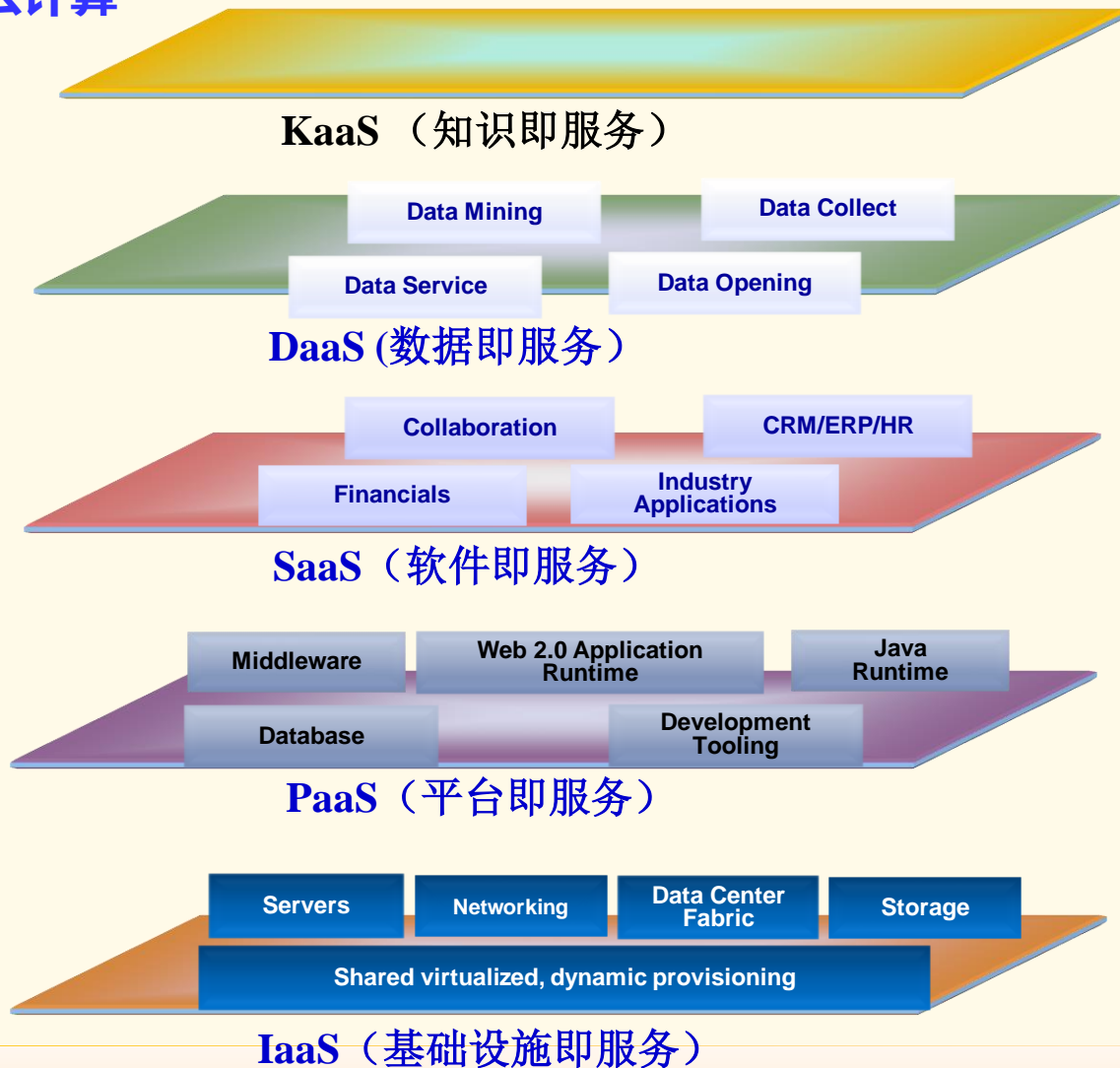
Modeling

——数据和知识建模

参考：浙江大学 谭建荣院士

工业互联网与云计算关系

云计算



工业互联网应用企业
(通常向下包容DaaS)

工业互联网平台企业
(可以向下包容PaaS/SaaS, 未来还可以向上包容KaaS)

公有云 / 私有云 / 混合云
(可以向下包容IaaS)

IDC / 企业数据中心

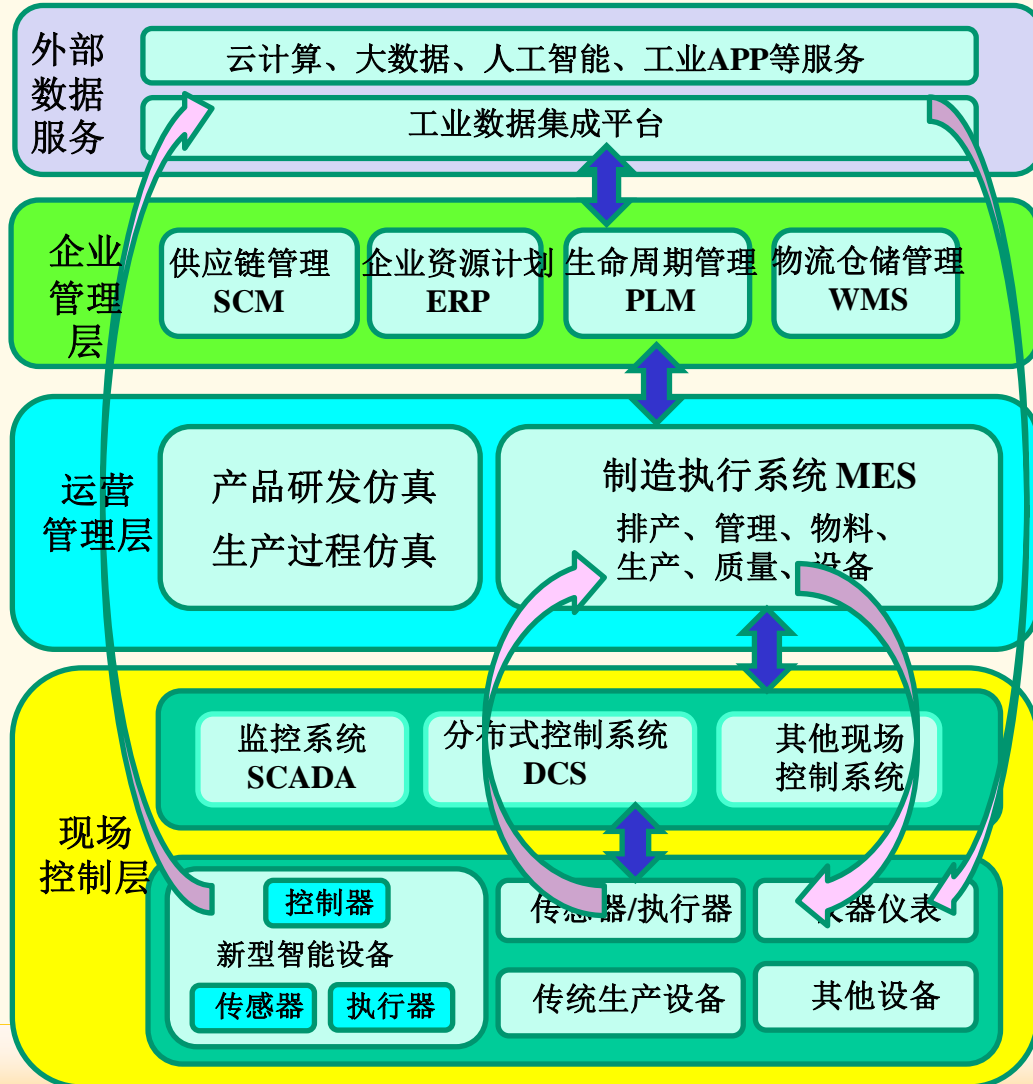
工业互联网的产业链

- IDC企业-----提供IaaS层数据设施和计算设施，包括计算、存储和网络等虚拟化资源池。
 - 公有云企业-----提供PaaS（数据库、中间件、Web/Java运行平台、工具软件）和SaaS（各类工业控制与企业管理软件）能力，公有云企业也可包含IDC功能。
 - 工业互联网平台企业-----专用于工业互联网的公有云，最好能提供DaaS(大数据建模与挖掘) 和KaaS（机器学习和AI算法）。该平台企业可直连客户公司的设备，但更重要的是将平台软件作为产品销售或出租到客户指定的公有云/私有云/边缘云，并对客户提供技术支持与开发服务。
 - 工业互联网应用企业-----大企业可自建，中小型企业可租用平台，需开发DaaS和KaaS应用。
- AI企业-----提供AI算法和/或AI芯片。
 - 工业APP企业-----提供工业APP及服务。
 - 物联网企业-----提供各类传感器、AIOT模块等。
 - 监控单元产品企业-----DCS/FCS/PLC/SCADA等。
 - 工控与管理软件企业---SCM/PLM/ERP/CRE/MES等
 - 工业互联网安全技术与产品企业
- 工业互联网标识解析中心
 - 工业互联网安全监测中心
 - XX行业用工业互联网创新中心（应用开发）
 - 工业互联网技术支撑与服务中心（解决方案）
 - 工业互联网产业联盟

工业互联网本身也是一个规模很大的新兴产业！

工业互联网的起步模式

CPS（信息物理系统）



- ❑ 从AI神经网络算法、算力切入（华星光电）
- ❑ 从大数据分析软件切入（金凤科技、协鑫、中策）
- ❑ 从云计算切入（航天云网、吉利）

- ❑ 从企业管理软件切入（富士康）
- ❑ 从市场和销售数据分析切入（亚马逊、波司登）
- ❑ 从售后预防性维护切入（三一重工）
- ❑ 从物流仓储自动化切入（京东、青岛港）
- ❑ 从供应链管理切入（万向）

- ❑ 从数字化设计与制造软件切入（杭汽、潍柴）
- ❑ 从机器视觉质量检测切入（商飞）

- ❑ 从边缘计算切入（富士康）
- ❑ 从物联网切入（天合光能、无锡钢铁交易）
- ❑ 从自动化生产线切入（汽车行业）
- ❑ 从标识电子凭证联结总装与汽配切入（北汽福田）

工业互联网可从生产流程任一环节或CPS任一层次切入，取决于切入点是痛点而且能够获得数据支撑！

工业互联网成效的评估

- 工业互联网的效益应体现在企业提质、增效、降本、减排、安全和柔性上。
- 数据是生产要素，工业互联网推动企业数据的盘活，不仅看数据被采集的量，还要看数据经分析后反馈决策的效果，工业互联网的水平反映在数据应用的层次与深度上。
- 工业互联网应用的广度可以用生产流程环节的覆盖宽带来衡量，工业互联网应用的深度可以用CPS层次覆盖范围来衡量。
- 工业互联网应用企业不可能也不需要工业互联网产业链条全部能力都包括，应用水平体现在利用外部资源有机协同。
- 目前工业互联网平台没有标准，事实上不同行业甚至同一行业的不同企业，所需要的工业互联网平台也不相同。平台软件可以买得到，但不可能即插即用，需针对企业个性化适配。
- 对提供工业互联网平台的企业，规模不能只看连接的设备数，设备多种多样，重要性与产生的数据量差别很大；工业互联网平台不仅是连接生产装备，还可以连接生产线上工件，以及已经出售的产品，更重要的是连接各类工控系统（ERP/CRM/MES等）。
- 工业互联网的推广深化过程是企业数字化转型的过程，同时需要企业流程再造来适应。

工业互联网的主体与政府的作用

- 公众互联网主要面向消费用户，工业互联网主要面向企业，在企业间可共享公众互联网作为外网，但企业内网均为企业专用，各企业对工业互联网的应用具有鲜明个性。
- 工业互联网的投资、建设、运行及应用开发主体是垂直行业企业，ICT企业提供支撑。
- 政府在工业互联网新基建中的作用：
 - 制定工业互联网发展的规划、政策、法规等；
 - 制定工业互联网标准（功能、性能、接口、协议等），提出与现有生产装备/软件兼容解决方案；
 - 建立标识解析系统；
 - 建立工业互联网安全监测平台；
 - 建立面向中小微企业的工业互联网技术支撑与服务平台或中心；
 - 组织工业互联网核心技术的研发，特别是高端传感器和基础软件及工具软件；
 - 组织和指导工业互联网基础设施中关键设备的生产与入网管理；
 - 人才培养，特别是既掌握ICT技术有熟悉垂直行业生产流程的专业人才。

要深入实施工业互联网创新发展战略，系统推进工业互联网基础设施和数据资源管理体系建设，发挥数据的基础资源作用和创新引擎作用，加快形成以创新为主要引领和支撑的数字经济。

-----习近平：在中共中央政治局第二次集体学习会讲话，2017.12.08

当前，全球新一轮科技革命和产业革命加速发展，工业互联网技术不断突破，为各国经济创新发展注入了新动能，也为促进全球产业融合发展提供了新机遇。

-----习近平：2019工业互联网全球峰会的贺信，2019.10.18

谢谢!



THANK YOU