



工业互联网 ICT 新挑战

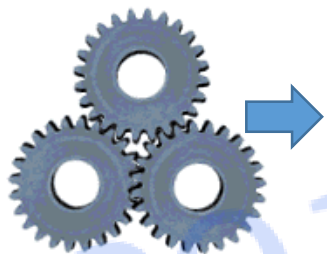
邬贺铨
2019.02.21

智联赋能 融通创新

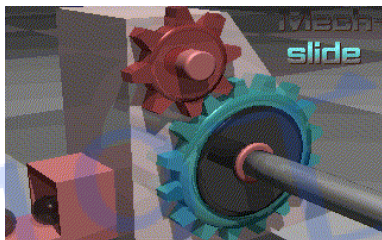
2019 工业互联网峰会
INDUSTRIAL INTERNET SUMMIT 2019

产业数字化过程

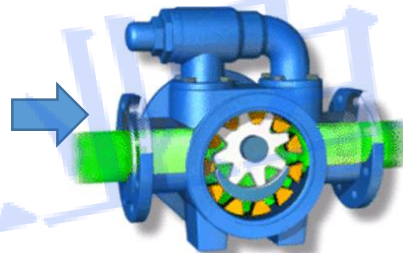
工业1.0 机械化



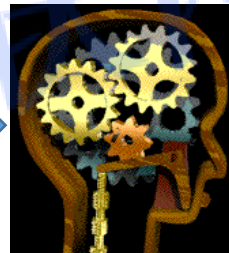
工业2.0 电动化



工业3.0 自动化



工业4.0 智能化



数字化

以提升效率为目标的
流程数字化

数字化
转型

以满足客户需求
为目标的业务数字化

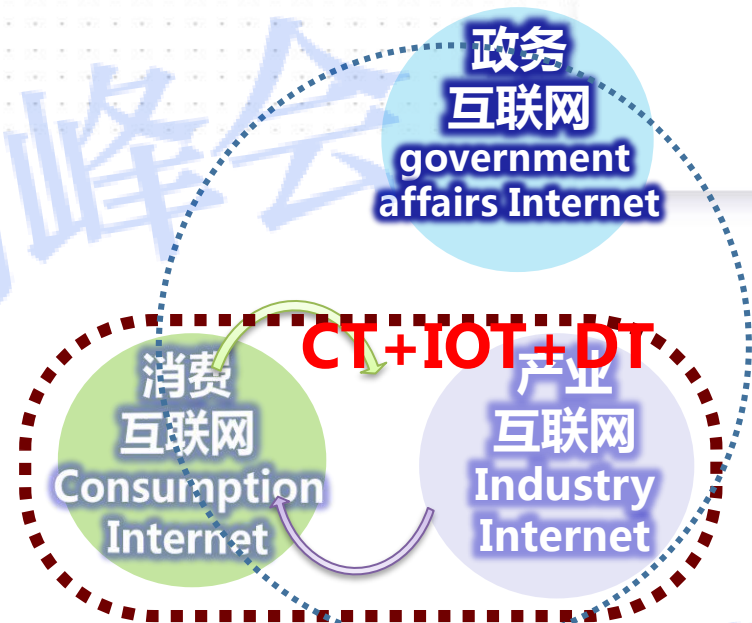
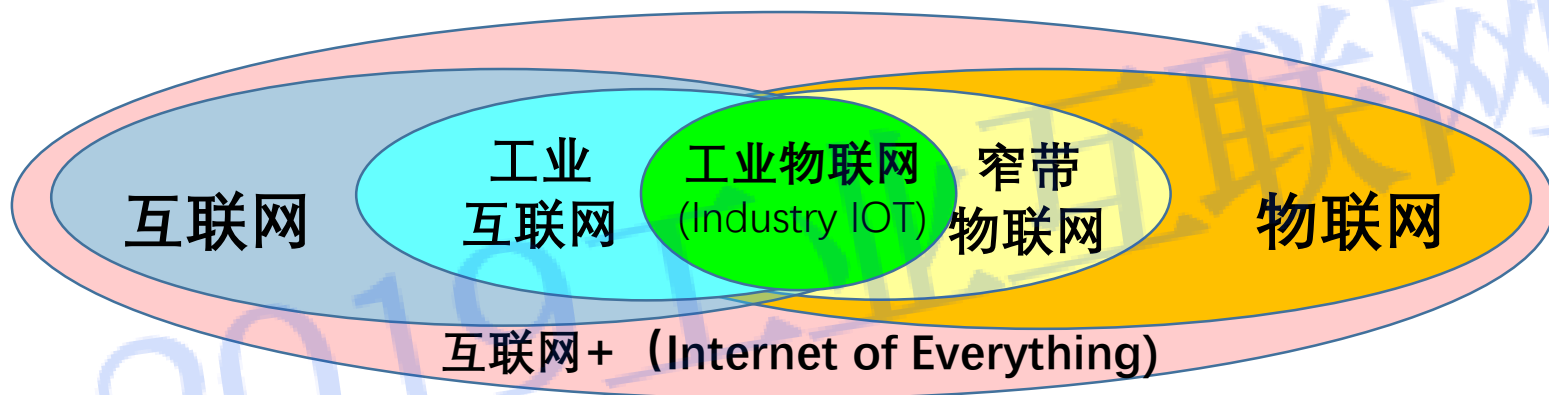
数字化
重塑

以客户体验为目标的
业务创新与企业文化
数字化

企业信息化流程

流程电子化	管理数字化	生产自动化	运行网络化	企业智能化
财务电算化 办公自动化 门户网站化	产品寿命管理 (PLM) 供应链管理 (SCM) 企业资源规划 (ERP) 客户关系管理 (CRM) 物流仓储管理 (WMS)	监控与数据采集系统 (SCADA) 分布控制系统 (DCS) 制造执行系统 (MES) 计算机辅助设计 (CAD) 计算机辅助制造 (CAM)	电子商务 协同制造 物联网 工业互联网 云制造	大数据 人工智能 信息-物理系统 (CPS) 价值链管理 生态链管理

互联网的演进



	互联网+		
	消费互联网	产业互联网	政务互联网
载体	网络	O2O (线上与线下)	政务专网与门户网站
支撑环境	智能终端与网络连接成本的快速下降	传感器、工控系统、先进制造及大数据分析能力	数据存储与数据开放及网络安全
服务对象	消费者	面向以物为主	社会大众
驱动力	网民便捷的生活体验	市场与生产及交易效率	服务与管理
主体	互联网企业	实体经济企业	政府

工业互联网的场景特点

个性化-----

- 消费互联网尽管面向十多亿网民但是共性的，而工业互联网的不同企业都是个性的。
- 消费互联网是全球性的，易于标准化，而企业网通常不需要全球联网，企业内网连接设备的多样性使得标准化难度较大。

门槛高-----

- 消费互联网终端品种简单，使用门槛低，易普及、易升级；工业互联网涉及生产设备类型多。
- 工业互联网业务链条长、服务模型复杂，需求难以提得很清晰，需要技术解决方案持续的服务。
- 工业互联网对快速响应、可靠性和安全性要求高。
- 工业互联网对资本的需求大。
- 工业互联网对既了解信息技术又熟悉企业流程的人才有迫切需求。
- 实体经济的企业对提供第三方服务的ICT企业的诚信等有很高要求，担心自身的技术诀窍和商业数据被泄漏到竞争对手。

发展工业互联网要有新思路

商业模式-----传统消费互联网比烧钱、聚人气、圈用户、攒流量、从广告和会员费等来支撑收入。这种模式无法复制到工业互联网，企业向工业互联网转型的效益通常只能间接计算。

思维-----互联网的灵魂是创新，这点对工业互联网也是如此，我们需要将互联网思维引入企业，但并不是简单地将消费互联网模式去改造企业。

实施主体-----与消费互联网赢者通吃的格局不同，工业互联网需有更多细分领域的龙头企业。在工业互联网中ICT企业可发挥先锋作用，但主体应是实体经济企业。

生态-----消费互联网依靠iOS和Android操作系统构建的AppStore平台，支撑第三方开发的APP；工业互联网缺乏类似的平台与工业APP。

工业互联网对ICT技术提出新挑战

- 多数企业工业互联网的发展目前处于叫得响、热得慢、看不清、摸不着状态
- 究其原因可能有很多，但从ICT技术自身看还有很多工作要做。尽管很多在消费互联网成功应用的ICT技术具有移植到工业互联网的基本条件，但工业互联网有更特别的要求，ICT技术需要做适应性的优化。
- 工业上有大量OT技术，ICT技术需要与OT技术融合创新。

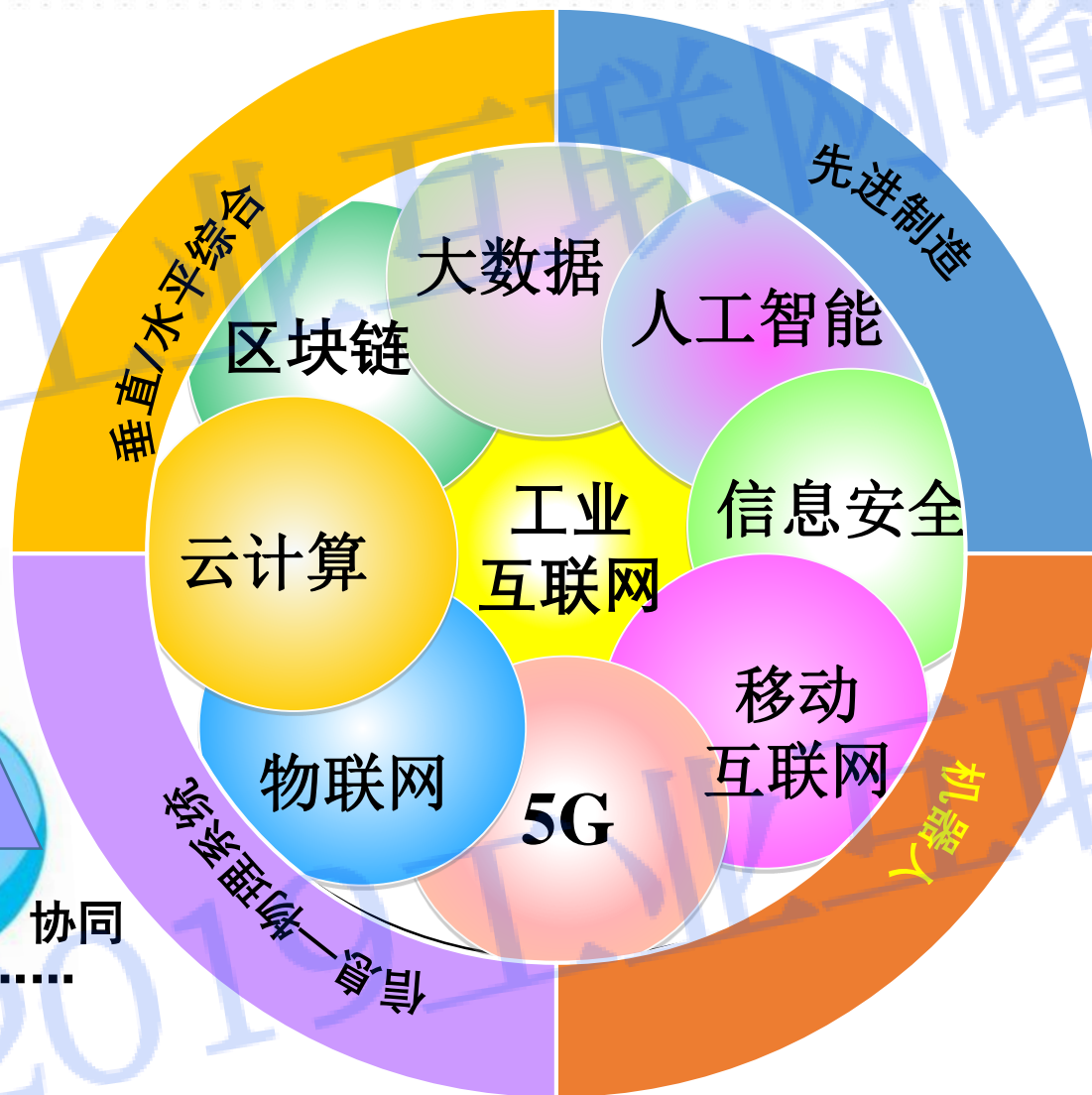
工业互联网需要IT与OT技术融合

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……

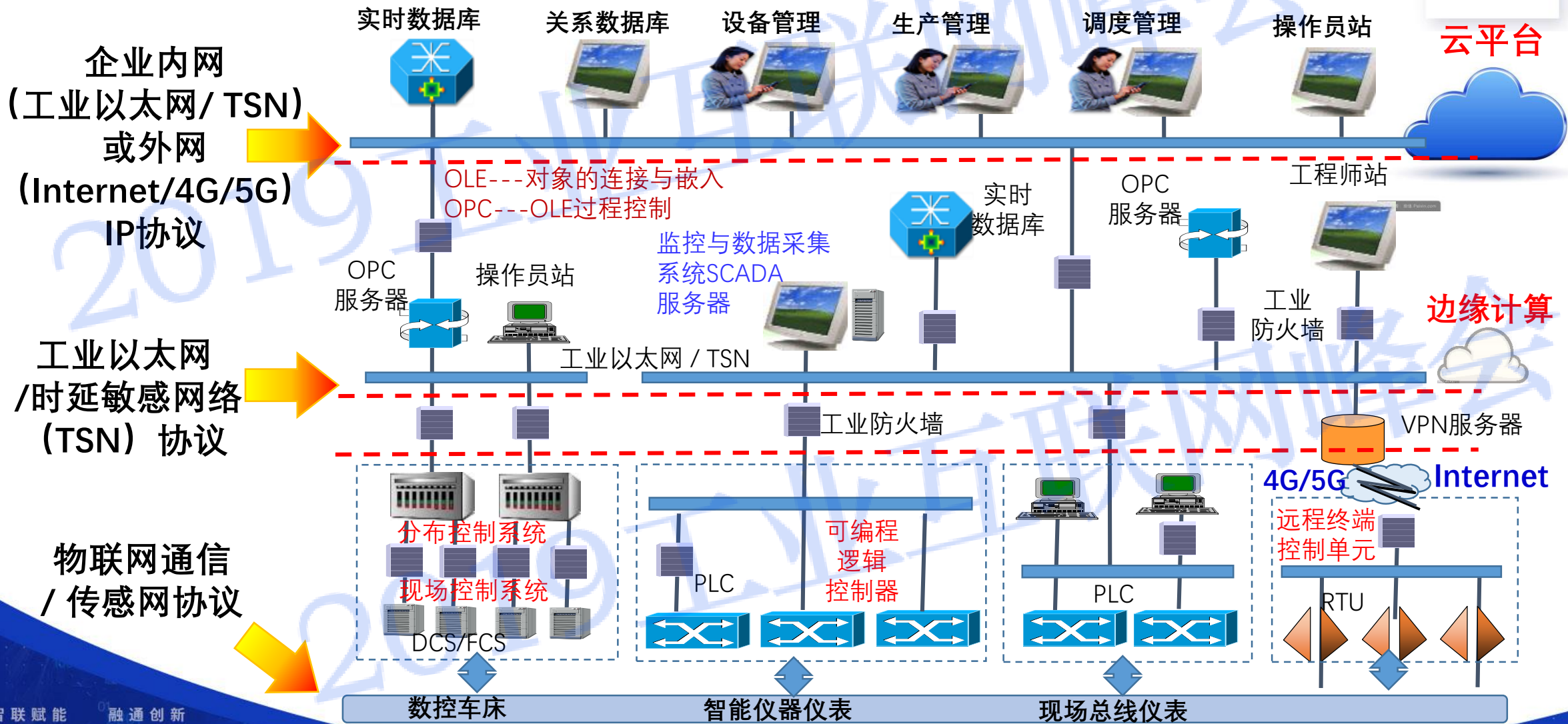


工业OT要素

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

工业互联网的通信协议---IP 与 Ethernet 的融合

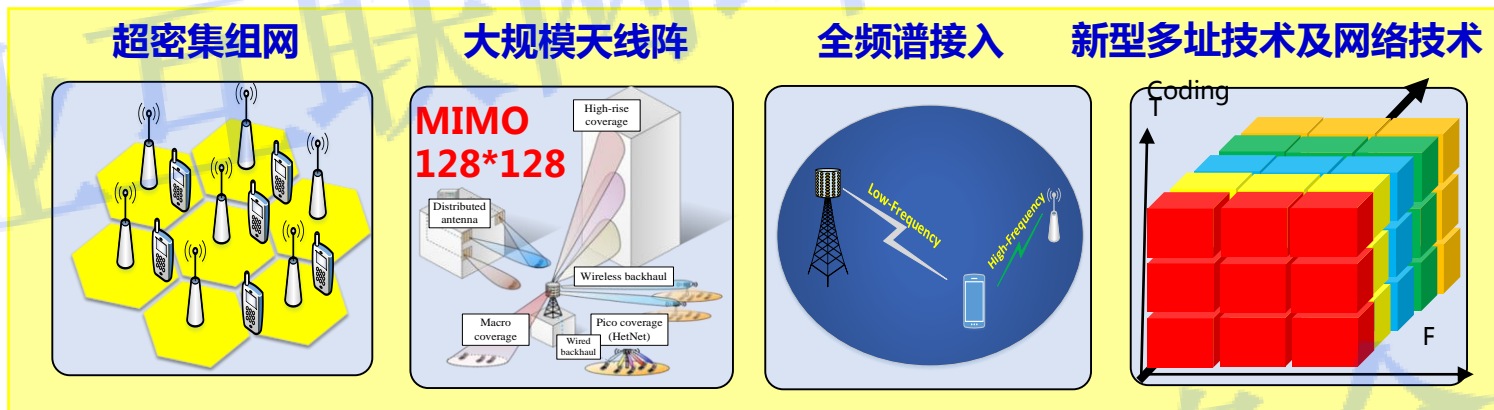


5G 在工业互联网中的定位----外网还是内网？

香农定理 →

$$\text{移动网络容量} = [\text{基站数 } K \times f \text{ (天线数 } n) \times \text{信道带宽 } W \times \log(\text{SNR})]$$

性能比较	4G	5G
峰值速率 Gbps	0.66	20
用户体验数据率 Mbps	10	100
频谱效率	X1	X3
移动性 km/h	350	500
无线接口延时 ms	10	1
连接密度 万/km ²	10	100
能效	X10	X1000
流量密度 Mbps/m ²	0.1	10

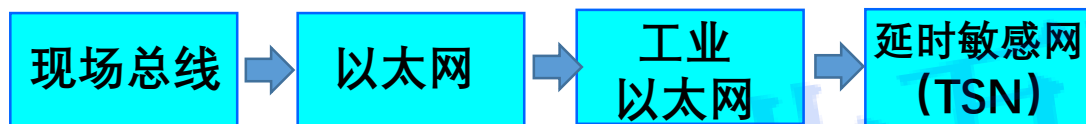


工业互联网是5G期待的最重要应用，5G的空口时延1ms可以适应大多数情况下的工业应用，但一些工业实时通信要求通信周期为μs级，同步精度为数十ns级，可靠性99.999%甚至更高，5G还不能满意支撑此类企业内网应用。

2035年5G市场规模	增强移动宽带	广覆盖大连接	超可靠低时延
	8KTV, VR /AR	物联网、智慧城市、智慧工厂	车联网、远程医疗、智慧工厂
12.3万亿美元	4.4万亿美元	3.6万亿美元	4.3万亿美元

企业内网协议----从Ethernet 到 TSN

企业内网的演进



通信周期 μs , 同步精度数十 ns

同步	分隔	源 MAC 地址	宿 MAC 地址	优先级	类型	应用标识	应用数据	状况信息	误码校正
7	1	6	6	4	2	2	40~1490	4	4
字节数									

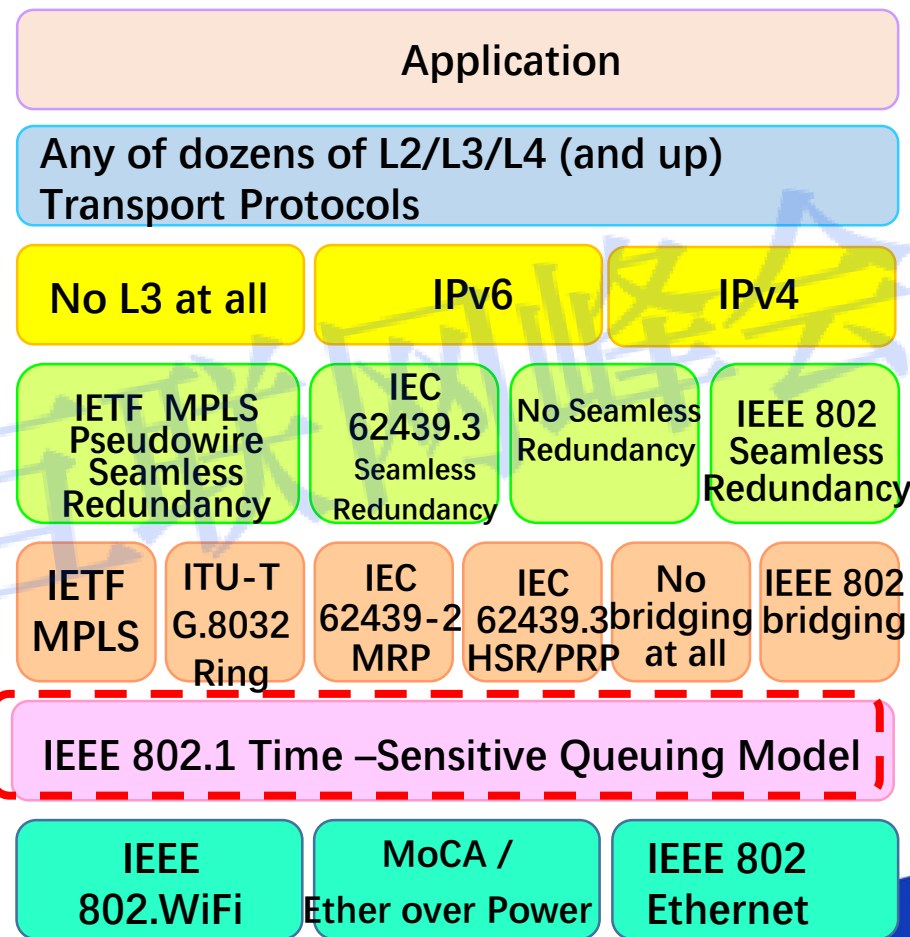
工业以太网帧结构 (以PROFINET 为例)

□工业现场总线简化控制系统的设计安装、使用和维护，但事实标准太多交互兼容性差。

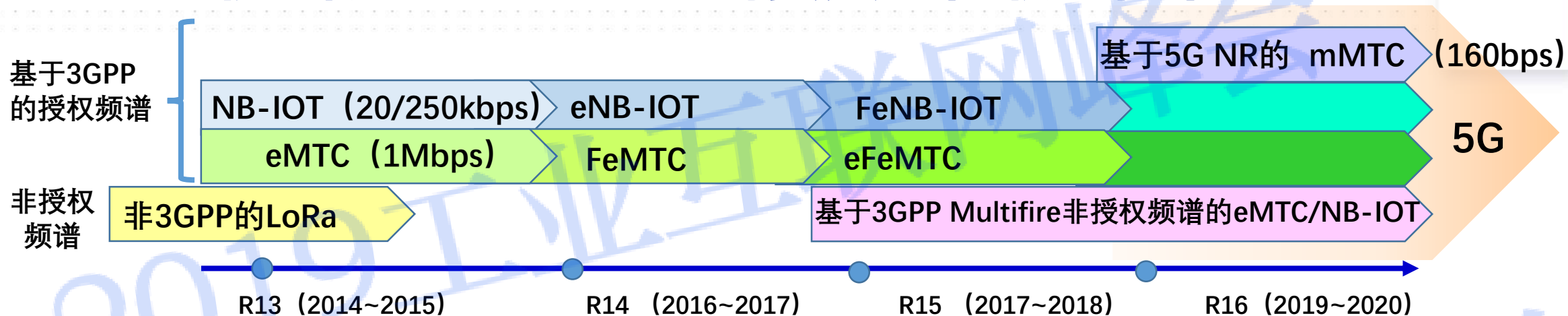
□传统以太网为办公自动化设计，它采用CSMA/CD (载波征听/碰撞避免) 方式来统计复用，但工业环境节点多，存在大量冲突需等待重发，效率太低。

□工业以太网从高速 (100M /1Gbps)、交换机和同步机制三方面来提供实时性和可靠性。

□时延敏感网络 (TSN) 在数据链路层对工业以太网改进，在L2虚拟局域网标签中增加QOS分类，允许高优先级的帧打断低优先级帧的传输以保证低时延。



工业互联网除了NB-IOT还需要其他物联网标准吗？



- ❑ 对于大企业，可能会使用非许可频率的LoRa来组织内部的物联网。
- ❑ 对于智慧城市和大量中小企业，自建物联网可能不经济，NB-IOT基于公众通信网的频段，可快速组建物联网，相当于为企业提供一个承载在公众通信网上的专用物联网。NB-IOT业务带宽是20kbps或250kbps，传感器是固定位置，而且不能支持大连接。
- ❑ 工业应用的工件和机器人及网联车的传感器相对外部是移动的，而且往往需要支持大连接和多种带宽，甚至支持与人对话能力，因此5G需要有适应工业互联网的新的物联网标准。

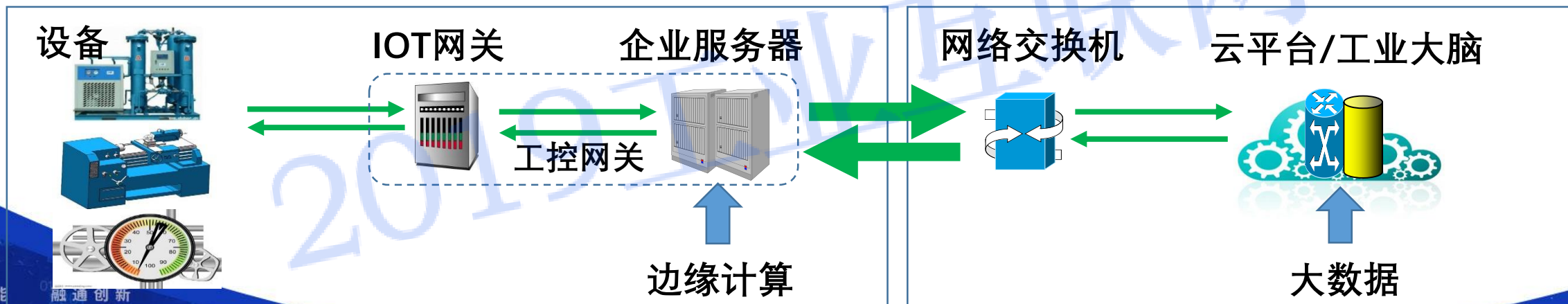
工业互联网的数据采集与监控系统

□ 利用SCADA软件采集本地设备数据，转存到相应的数据库中，但成本高效率高。

上层应用软件	数据挖掘软件	状态分析软件	Web服务软件
图形界面	图形工具	报警	历史数据
实时数据库			
协议接口	OPC	OLE	其他接口
操作系统			
硬件驱动	图形接口	文件系统	网络系统

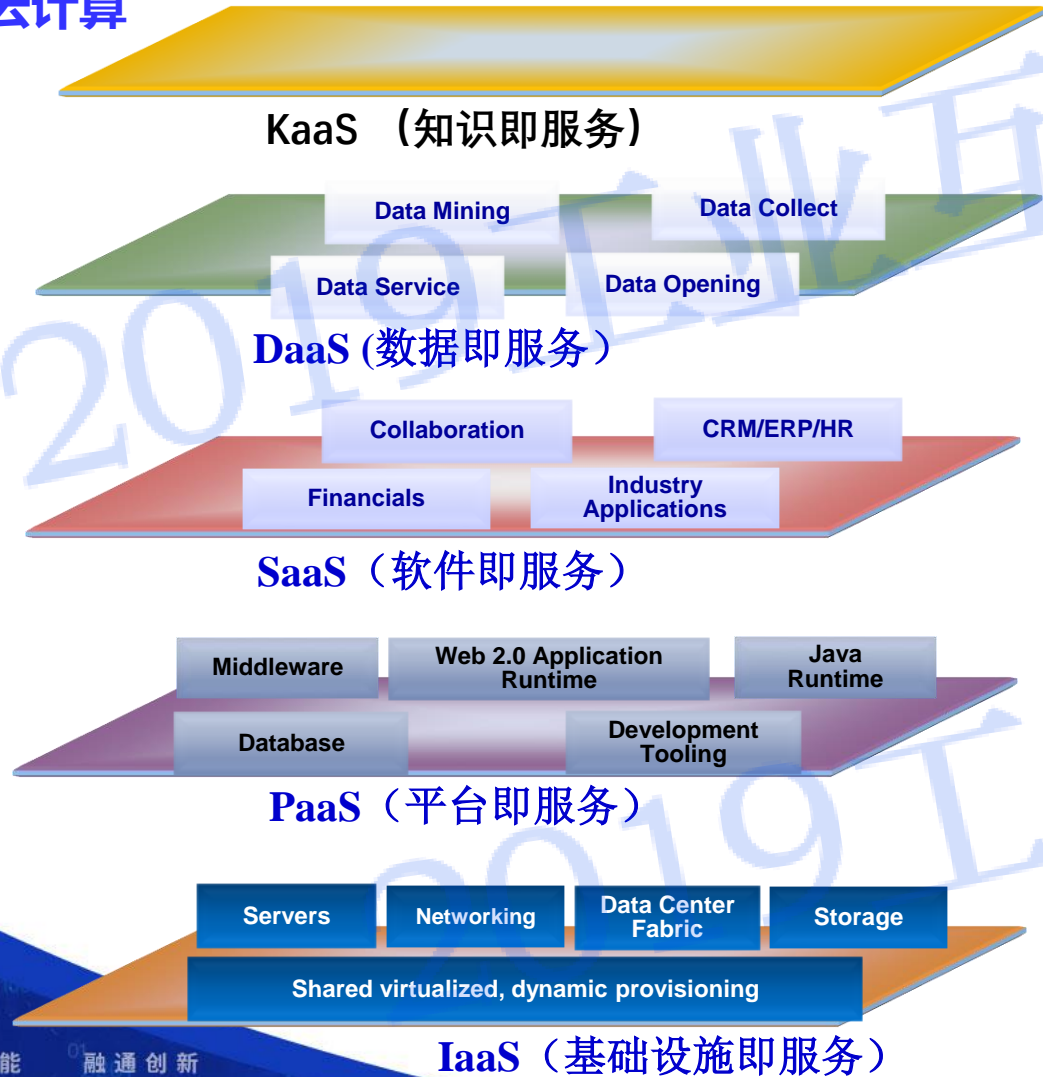
□ 工控网关：

- ◆ 具备对设备的各种通信协议解析能力(Modbus、PPI、MPI、CNC等)，未来还可解析总线和工业无线协议；
- ◆ 具备对IT系统的协议对接能力（3G/4G、NB-IOT、工业以太网等）
- ◆ 具备数据缓存和边缘计算的能力，相当于集成了边缘计算能力。



工业互联网从云计算到边缘计算

云计算



中心云

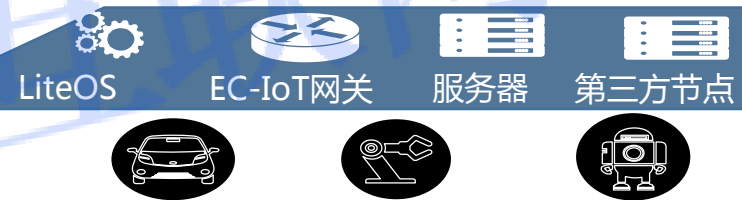
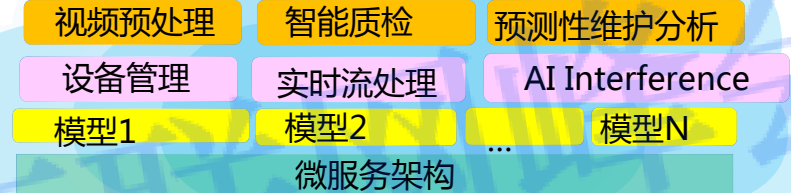


长周期
(模型训练,
规则制定)

来源：华为公司

云边协同
(HTTP、MQTT等)

边缘云 (容器技术、函数计算等)



低时延
(海量数据,
实时响应)

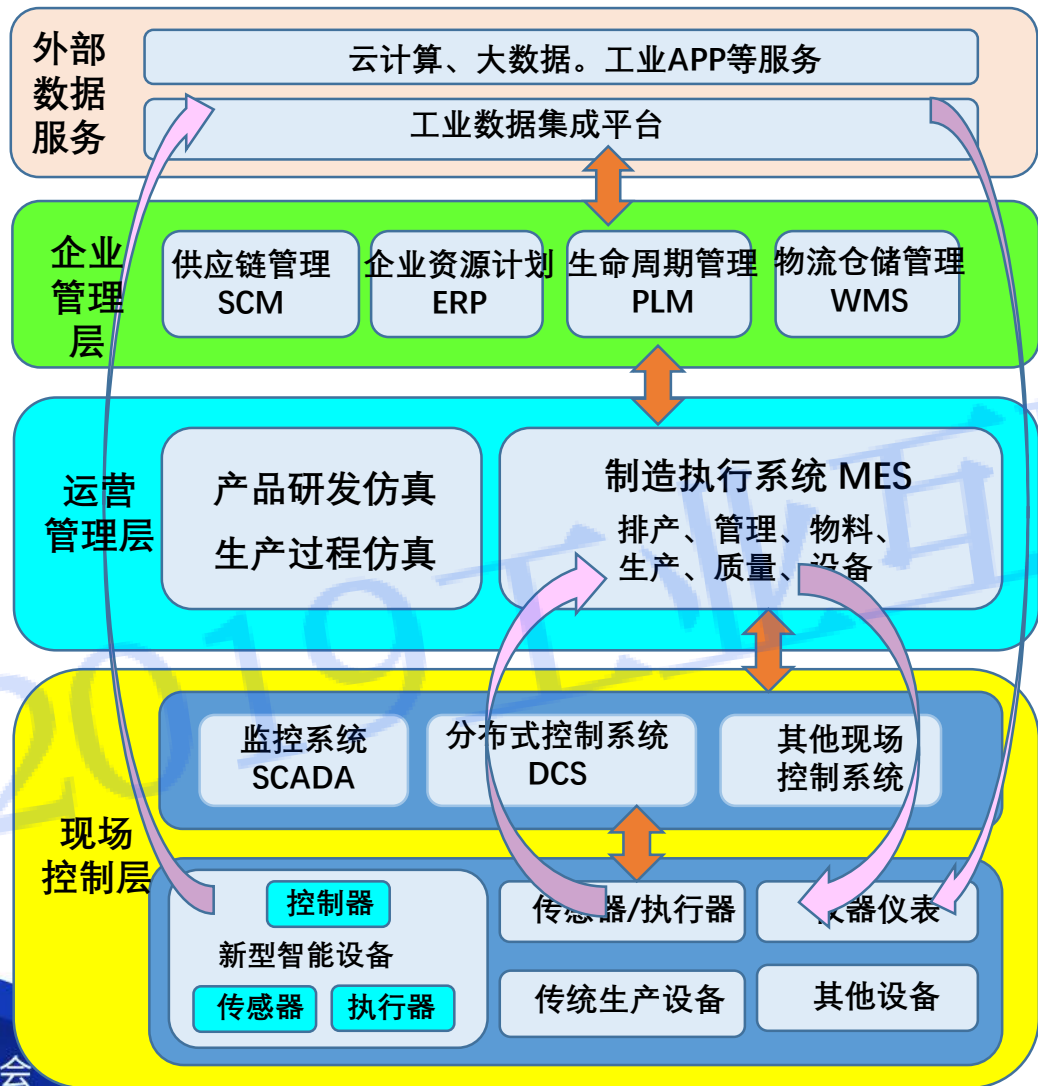
中心云与边缘云如都在私有云体制下容易实现协同，但中小企业倾向使用公有的中心云与私有的边缘云，两者间的协同面临管理上的挑战。

工业互联网平台是什么？

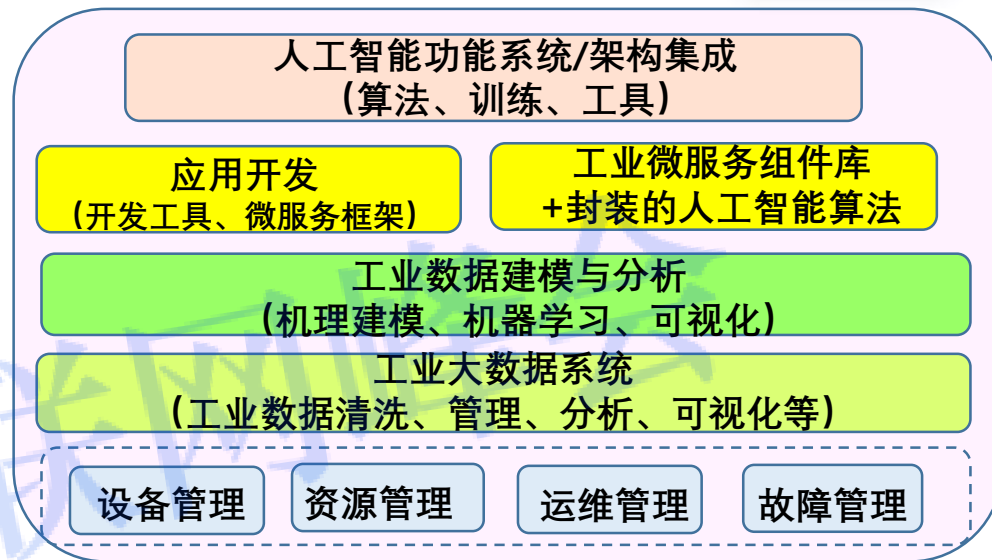
云架构



CPS (信息物理系统)



PaaS平台功能



目前不同公司对工业互联网平台应有的功能理解不同，GE公司的Predix平台相当于PaaS功能。PaaS屏蔽了上层工业软件和底层设备的多样性。平台就是工业OS吗？PaaS仅是工业OS吗？PaaS有赖大数据支撑，还需OS之外的能力。工业APP不仅在SaaS还会在其上层？

工业互联网SaaS层的基础软件

产品寿命管理

Product Lifecycle Management



供应链管理

Supply Chain Management



企业资源规划

Enterprise Resources Planning



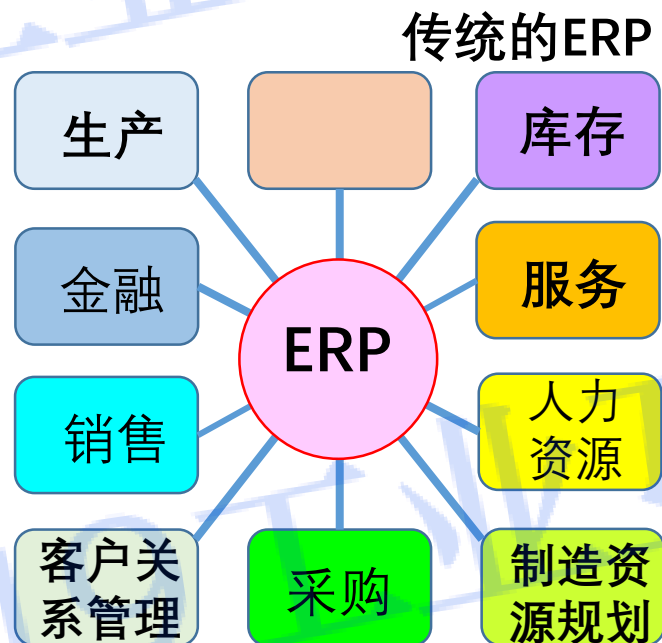
客户关系管理

Customers Relationship Management

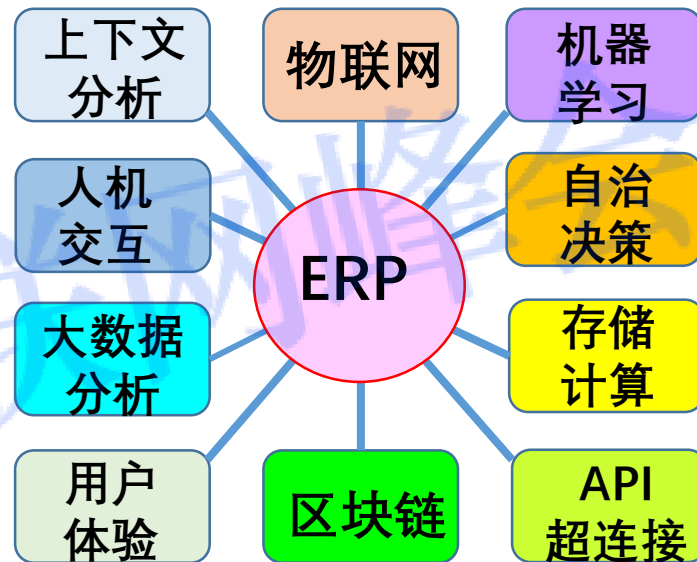


工业互联网SaaS层的软件包含行业通用软件和企业专用软件。

目前工业SaaS软件的趋势是广泛采用新一代信息技术，实现智能化；其次是APP化。



智能ERP增加的功能



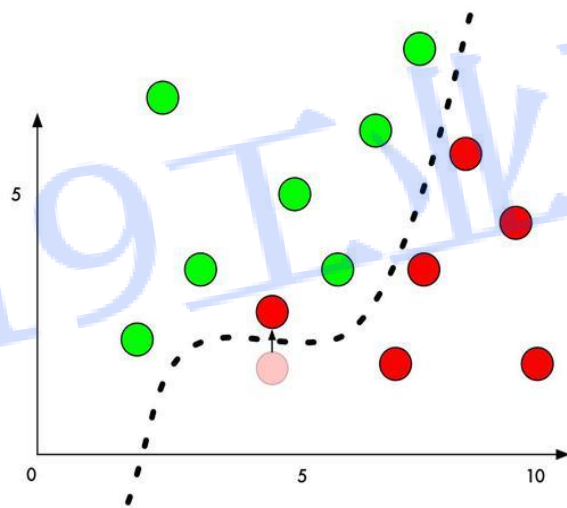
目前全球仅有16%的工业企业在ERP中使用物联网数据。

到2021年全球排名前2000的制造企业将基于智能ERP，执行时间缩短25%。

工业互联网的AI：目前人工智能=人工+机器智能

- 神经网络是一种以输入为导向的算法，优质的结果取决于接近“无穷”量级的数据。现在是问题是企业的大数据是否充分？仍需重视制造业长期积累对建模对象客观规律理解所得到的机理模型。另外，即便训练出的系统模型准确率高达99%，但实际的系统仍然会犯很多错误。
- 数据模型其参数因复杂的数据拟合原理而变得失去了理化意义，其结果缺乏透明性和解释性。因此需营造工程师与AI协同工作的环境，由人工经验加以解释。

同样一张照片能看出两种旋转方向，因为它处在我们的辨识分界线。对于处于AI模型辨识分界线的事件和图像容易产生误判决。

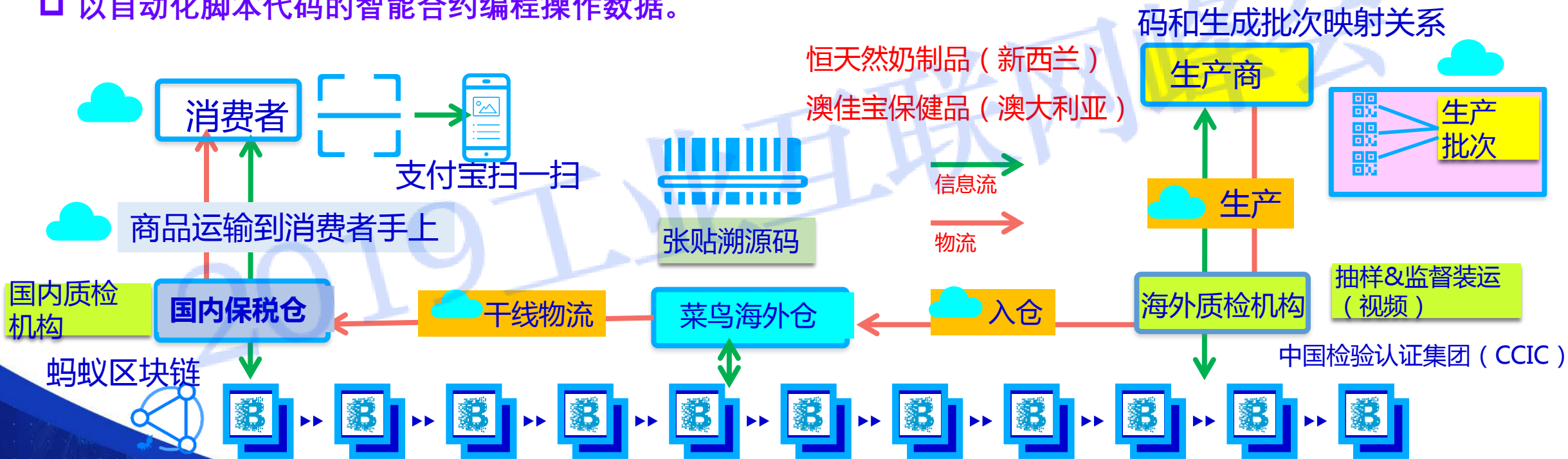


工业互联网的征信-----信任人还是信任算法

- 以块链式数据结构验证与存储数据；
- 以分布式节点共识算法生成数据；
- 以密码学保证数据传输和访问安全；
- 以自动化脚本代码的智能合约编程操作数据。

区块链用信任算法代码来代替信任人，但代码的漏洞会被黑客破解，技术比人更值得信任吗？技术比人成本可能更高？

蚂蚁金服区块链平台应用在奶粉溯源

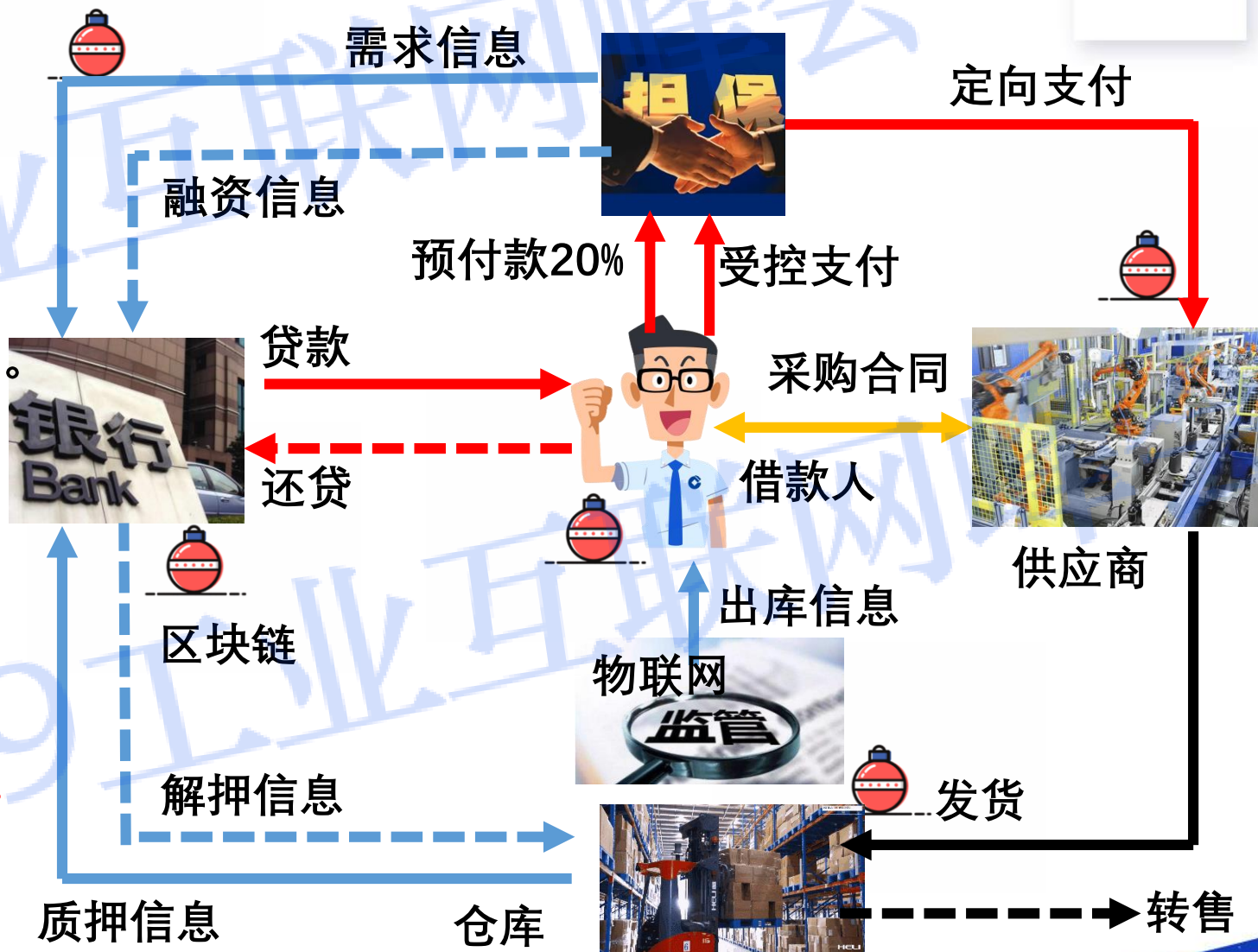


• 来自澳洲、新西兰3个品类，近500万个单品，支付宝扫一扫查溯源信息

物联网+区块链+第三方信任机构结合赋能工业互联网

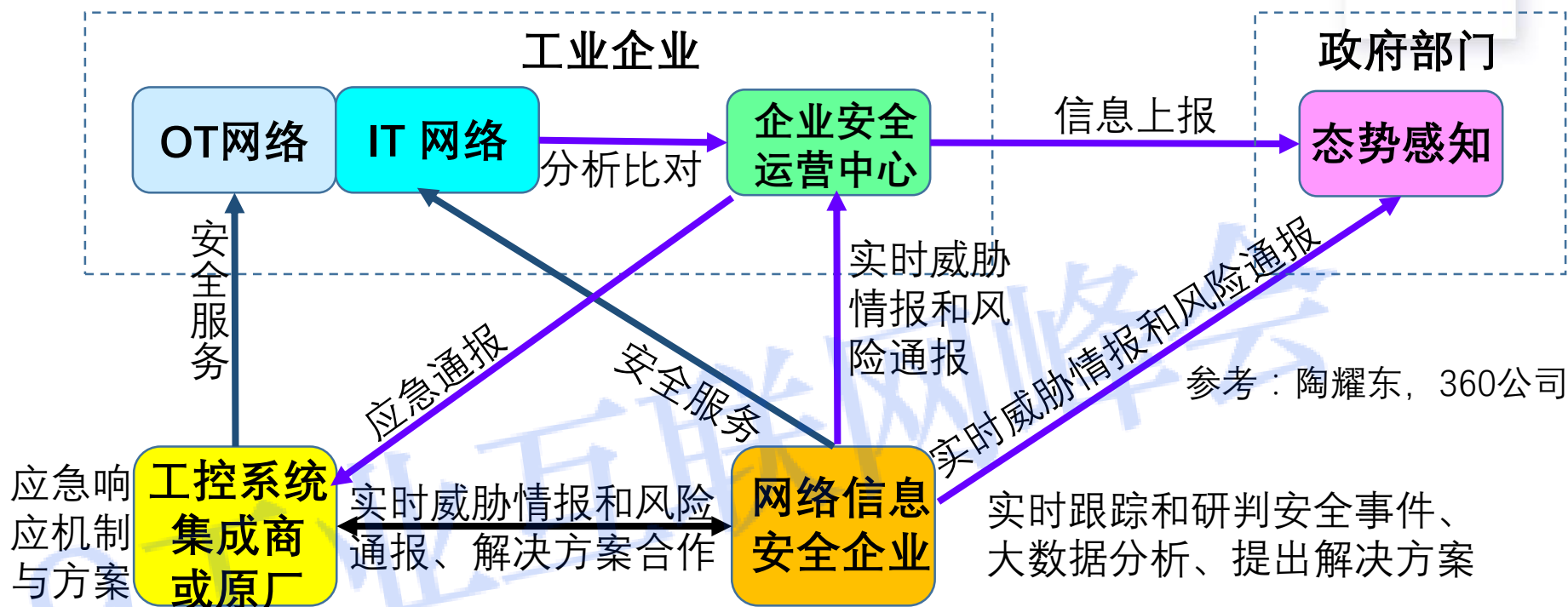
在我国小微企业的资产中不动产占比不到30%，而成品或半成品等动产因难以监管而无法作为质押物。走民间借贷利率高达15%，托盘利率也高达12%，企业不堪重负。

利用物联网对入库动产监管，实现物流、资金流和信息流的协同，配以区块链管理，适应企业短小频急的用款需求，随借随还。利率7.1%（银行5.6%+监管等1.5%）。



工业互联网的安全不能仅靠企业自身解决

通过将核心数据加密并分布存储可应对企业核心机密被窃取并解读风险，但黑客只要入侵可以再度加密，企业自身也无法解读，不得不交勒索金。因此入侵防护是基础。



- ❑ 原有的工业协议基本是专用的，未考虑到现代安全威胁，企业安全态势感知和可视性不足；
- ❑ 需要建立IT与OT统一的安全团队和企业安全运营中心，建立所有工控系统的资产和配置数据库，利用深度包检测，监测协议和控制系统漏洞；
- ❑ 需与外部实现威胁情报共享和安全防护联动，但企业间数据共享是挑战。

结束语

- 工业互联网是工业数字化、网络化和智能化发展的基础。
- 工业互联网是互联网的下半场，有着与消费互联网不同的特点，需满足企业应用的高安全性、超可靠、低时延、大连接和个性化以及IT与OT兼容的要求，需要开发对工业互联网优化的ICT技术。
- 工业互联网需要大数据，数据融合不仅需要技术支撑，跨企业的数据应用需要法律保障。
- 工业互联网的全面实现是长期的过程，但任何企业都可以启动数字化转型工作，以管理创新与技术创新并重来应对发展中挑战。

Thanks

2019 工业互联网峰会

智联赋能 融通创新

2019 工业互联网峰会
INDUSTRIAL INTERNET SUMMIT 2019