

2020年03月16日

智能制造之基石，工业互联网投资全景解构

——5G后周期行业深度之一

看好

相关研究

"IoT与5G的共振？新基建下的加速协同 - 申万宏源通信周报 (2020/03/09-2020/03/13)" 2020年3月15日

"热点行情过后，如何看待视讯行业长期增长空间 - 申万宏源通信周报 (2020/03/02-2020/03/06)" 2020年3月8日

证券分析师

朱型楠 A0230519060004
zhuxl@swsresearch.com

联系人

朱型楠
(8621)23297818×转
zhuxl@swsresearch.com

投资提示：

- **工业互联网作为新基建的重要环节，是智能制造的核心基础，也是TMT技术演变的必然。**传统行业的效率提升是TMT长期的趋势主线之一，驱动力就是技术，在物联网、云计算、互联网、大数据技术的支持下，工业互联网窗口临近。其中，5G通信标准满足工业通信实时性、稳定性需求，推动了工业技术的创新浪潮。
- **工业互联网解决现代工业生产痛点。**1) **成本需求**：工业互联网帮助工业企业持续降低成本。2) **传输需求**：工业互联网满足工业流程通信传输需求。3) **产业链**：工业互联网协同产业链各环节，优化生产制造新模式。
- **5G将替代传统工业通信解决工业互联网痛点，满足工业数据传递实时性与稳定性的要求，成为工业互联网重要的业务支撑。**
- **工厂外部场景看，5G网络应用体现为三方面。**(1) **产业链实现泛在链接。**工厂外网络基于互联网，但过去已有的网络基础设施无法完全满足工业互联网业务发展需求。5G网络能够实现传输网层面的泛在、灵活定义、高质量带宽，以及接入网层面广覆盖、低时延、高可靠等要求。(2) **IPv6铺垫海量设备联网。**全球互联网正处向IPv6演进过渡的关键时期，我国IPv6普及率提升空间大，工信部明确IPv6部署行动计划。(3) **专网专线下，5G推动企业工业数据上云。**
- **工厂内部场景看，网络切片将渗透工业生产的各个环节。**针对工业领域应用的痛点，网络切片主要体现三大功能：(1) 资源隔离保障了不同业务环节以及工厂内外部的数据安全与独立；(2) 功能定制使得不同环节/场景的特定需求能够以低成本的方式得到满足；(3) 质量保障则意味着工业互联网在工厂内部的应用将高可靠。**对于运营商而言，未来切片经营是行业持续增长的必经之路，未来网络切片将成为5G在B端的重要应用形式。**
- **标识解释体系是5G在工业互联网的延伸重点。**对工业互联网体系而言，二级节点是标识解析体系的重要组成部分；对工业企业而言，二级节点具有数据价值、生态价值等意义。
- **综合产业格局，工业互联网可划分为边缘控制、网络连接、平台汇聚、数据应用四层次，各层次重点上市公司将充分享受5G后周期工业互联网应用的红利。**其中：边缘控制层体现算力下沉带动集成化通信模组渗透的趋势；网络连接层的海量终端、数据爆发将带动通信服务与设备需求；平台汇聚层主要由ICT巨头主导，产业链协同效应具差异性；数据应用层的工控安全与工业大数据值得关注，同时应用渗透的顺序有先后。
- **相关重点公司**：宝信软件、东方国信、用友网络、中新赛克、紫光股份、星网锐捷、移远通信、移为通信、广和通、乐鑫科技、澜起科技等。
- **风险提示**：若5G SA组网推进不达预期将影响切片实施。



申万宏源研究微信服务号

投资案件

结论和投资建议

工业互联网作为新基建的重要环节，是智能制造的核心基础，也是 TMT 技术演变的必然。5G 技术解决工业领域成本端、传输端及产业链协同的痛点，成为工业互联网重要的业务支撑。综合产业格局，工业互联网可划分为边缘控制、网络连接、平台汇聚、数据应用四层次，各层次重点公司将充分享受 5G 后周期工业互联网应用的红利。

相关重点公司包括宝信软件、东方国信、用友网络、中新赛克、紫光股份、移远通信、移为通信、广和通、乐鑫科技、澜起科技等。

原因及逻辑

TMT 行业的长期主线是传统行业的效率提升。我们对工业互联网的定位，一方面是有利于泛工业领域的生产，另一方面其实是有利于 TMT 产业链挖掘新机会。

5G 在工业互联网的应用体现为：工厂外部场景看，产业链实现泛在链接、IPv6 铺垫海量设备联网、专网专线下 5G 推动企业工业数据上云；工厂内部场景看，网络切片将渗透工业生产的各个环节，体现资源隔离、功能定制、质量保障则的功能。

有别于大众的认识

市场认为当前 5G 在 B 端应用较少，工业互联网实际的产业意义有限。我们认为工业互联网与智能制造是传统工业效率提升、TMT 技术兑现的重要平台，新基建背景下产业进程将加速，工业互联网实际是 5G 重要的 B 端应用场景。

市场认为 5G 在工业互联网中的应用必要性不大。我们认为 5G 在工业领域的应用意义不在于性能提升本身，而是在于可以切片。5G 技术能够解决工业领域成本端、传输端及产业链协同的痛点，成为工业互联网重要的业务支撑。

目录

1. 工业互联网：智能制造的核心基础	6
2. 工业互联网架构体系与 5G 应用解构	12
2.1 工厂外部：5G 实现泛在广覆盖、灵活高可靠的传输	14
2.2 工厂内部：网络切片渗透工业生产各环节	15
2.3 标识解释体系是 5G 在工业互联网的延伸重点	20
3. 四层次划分，工业互联网产业格局已明确	22
2.1 边缘控制层：算力下沉带动集成化通信模组渗透	23
2.2 网络连接层：海量终端、数据引爆通信服务与设备需求	27
2.3 平台汇聚层：巨头主导，产业链协同效应具差异性	32
2.4 数据应用层：工控安全与工业大数据值得关注	36
4. 相关重点公司	38

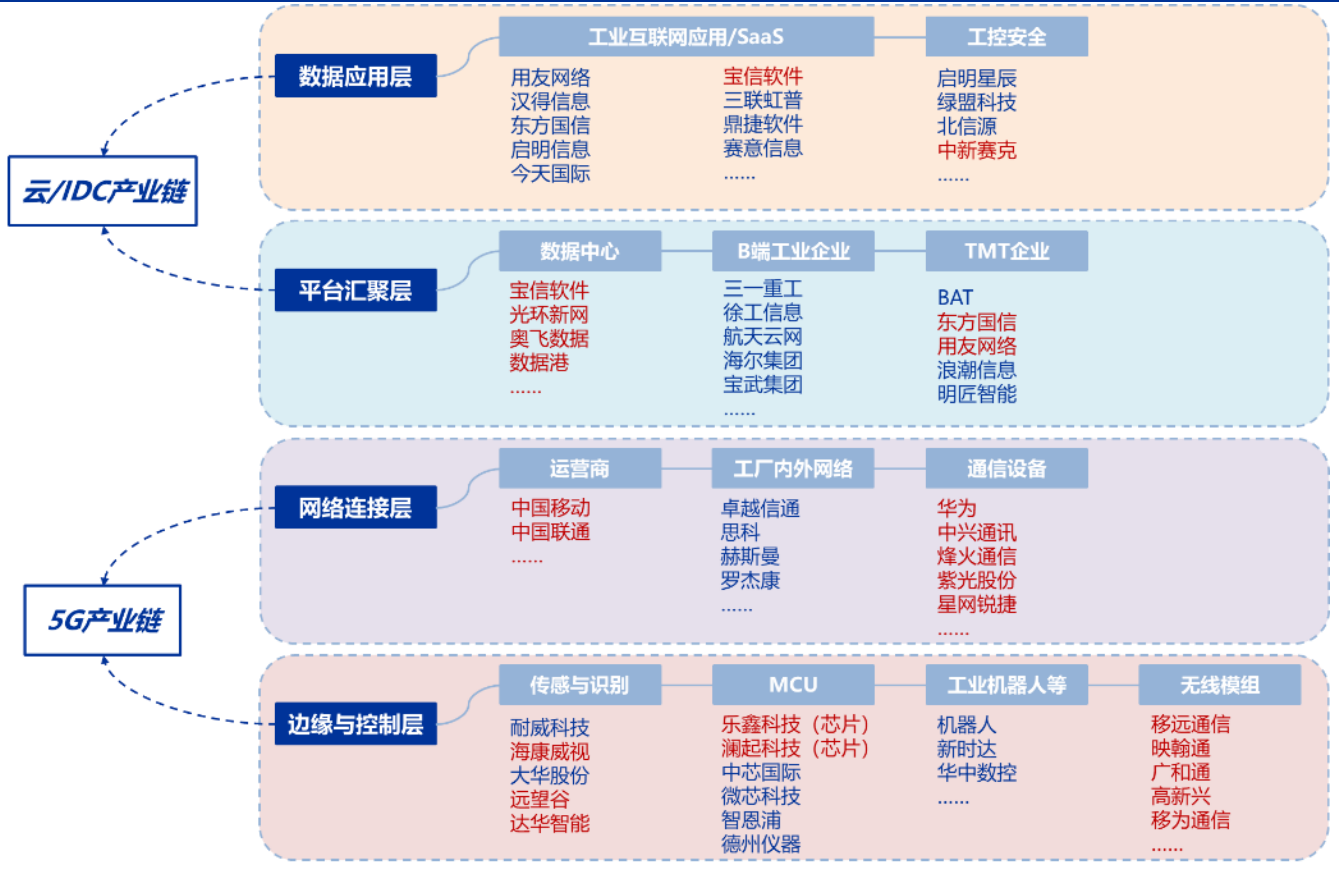
图表目录

图 1：工业互联网产业链可划分为应用、平台、网络、边缘四层次.....	6
图 2：制造体系伴随数次技术革命在不断向网络化、智能化的方向演进.....	7
图 3：工业互联网是第三次技术革命的重要生产关系体现.....	7
图 4：TMT 产业链全方位受益于工业互联网推进.....	8
图 5：工业互联网包含网络、平台、安全三大体系.....	9
图 6：5G 技术满足工厂内外部网络需求.....	9
图 7：工业互联网带来的工业企业成本边际改善极其显著.....	10
图 8：工业互联网各环节协同，形成生产制造新模式.....	11
图 9：工业互联网三大体系、三大优化闭环的基础上，工厂内、工厂外是重要场景.....	13
图 10：工业互联网之网络架构全景图.....	13
图 11：5G 协助工业互联网工厂外网络实现产业链的泛在链接.....	14
图 12：2018 年我国运营商 IPv6 普及率均不足 10%.....	15
图 13：5G 网络切片可以支持多业务、多场景的隔离和保护.....	16
图 14：5G 网络切片在 B 端深度应用将拓宽运营商盈利能力.....	18
图 15：5G 网络切片部署节奏明确，预计 2020-2022 年工业互联网的 uRLLC 场景将开始试点.....	19
图 16：标识解析体系是工业互联网的关键神经系统.....	20
图 17：二级节点串联国家级、企业级节点，是未来工业互联网标识解析体系未来的重要建设内容.....	21
图 14：四层次梳理工业互联网产业格局.....	22
图 19：工业互联网边缘设备主要包括传感器、机器人、智能机床等.....	23
图 20：边缘控制层主要环节包括传感识别、MCU、工业机器人、无线模组等.....	24
图 21：工业互联网领域无线模组根据功能可分为通信模组与定位模组.....	25
图 22：无线传感网是由多个感知节点构成的多跳自组织网络.....	25
图 23：工业互联网接入海量设备，数据量引爆通信服务与设备需求.....	28
图 24：网络连接层主要环节包括运营商、工厂内外网络、通信设备等.....	28
图 25：工业互联网工厂内网络可划分为骨干网络与边缘网络.....	29
图 26：传统的工厂内网络呈现“两层三级”结构.....	30

图 27：工业互联网工厂外网络呈现“三线”及“一连”结构	31
图 28：平台汇聚层主要环节包括数据中心、B 端工业企业、TMT 企业等	32
图 29：不同类型工业互联网平台所覆盖、精通的领域差异显著	34
图 30：数据应用层主要环节包括各类应用以及数据安全环节	36
图 31：流程价值量与复杂程度角度决定了不同类型应用的智能渗透顺序	37
表 1：我国历年工业互联网相关政策梳理	11
表 2：eMBB、mMTC、uRLLC 将以网络切片的形式满足不同工业场景对网络的需求	17
表 3：5G 网络切片在 B 端具备极大应用潜力	19
表 4：在五大国家级节点下，我国已初步形成标识解析若干二级行业节点和应用	22
表 5：ICT 巨头均布局边缘计算，算力与网络共同向边缘渗透	26
表 6：工厂内有线网络包括以太网、TSN、工业 PON、确定性网络等	29
表 7：工厂内无线网络的新兴技术包括 MulteFire、5G uRLLC 等	30
表 8：工厂外移动通信网络类型	32
表 9：不同类型企业已建立起各行业的工业互联网企业级平台	33
表 10：行业 knowhow 影响了 TMT 平台向不同细分渗透、复制的难度	35
表 11：工业互联网重点公司估值表	39

工业互联网与智能制造是 TMT 与工业领域的必然。我们对整个工业互联网产业链进行自上而下的解构，分成四个层次，包括应用、平台、网络、边缘，其中边缘控制层聚焦算力下沉带动集成化通信模组渗透；网络连接层聚焦海量终端、数据引爆通信服务与设备需求；平台汇聚层聚焦巨头平台以及产业链协同效应的差异性；数据应用层则关注安全与大数据，应用渗透有先后。

图 1：工业互联网产业链可划分为应用、平台、网络、边缘四层次

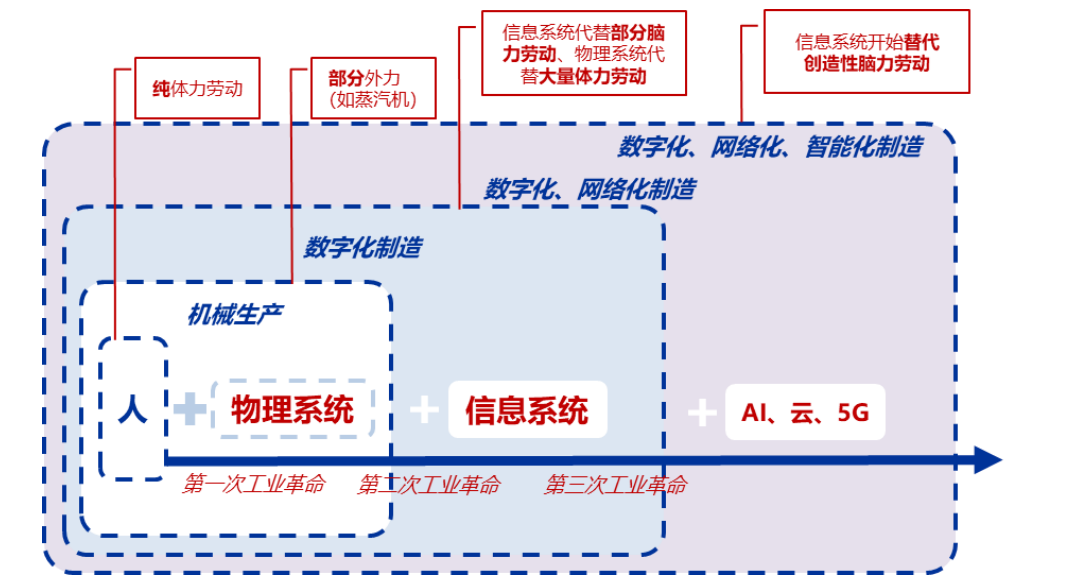


资料来源：申万宏源研究

1. 工业互联网：智能制造的核心基础

工业互联网是什么？在漫长的演进中成型，是多项信息技术的系统综合。实际上工业领域已经经历了机械生产、数字化制造、网络化制造、智能化制造四个阶段，同时工业生产也经历了以下三次变革：（1）物理系统代替简单的人工、（2）物理系统代替大量体力劳动、（3）信息系统开始替代创造性脑力劳动。工业互联网最早由美国通用电气公司 GE 于 2012 年首次提出，实际体现了工业领域智能化制造的概念。

图 2：制造体系伴随数次技术革命在不断向网络化、智能化的方向演进



资料来源：申万宏源研究

在工业互联网时代，生产资料与生产关系将发生革命性变化。石油、煤炭等矿藏实际是数十亿年太阳能量的积累与转化，并在自然界循环，工业数据也类似。工业互联网下，来自工艺环节的数据在网络空间汇集、处理、沉淀，最终又在工艺环节体现价值。与蒸汽时代、电力时代的技术革命相仿，数据将成为工业企业的重要生产资料，而通信技术则将成为重要的生产工具。

图 3：工业互联网是第三次技术革命的重要生产关系体现

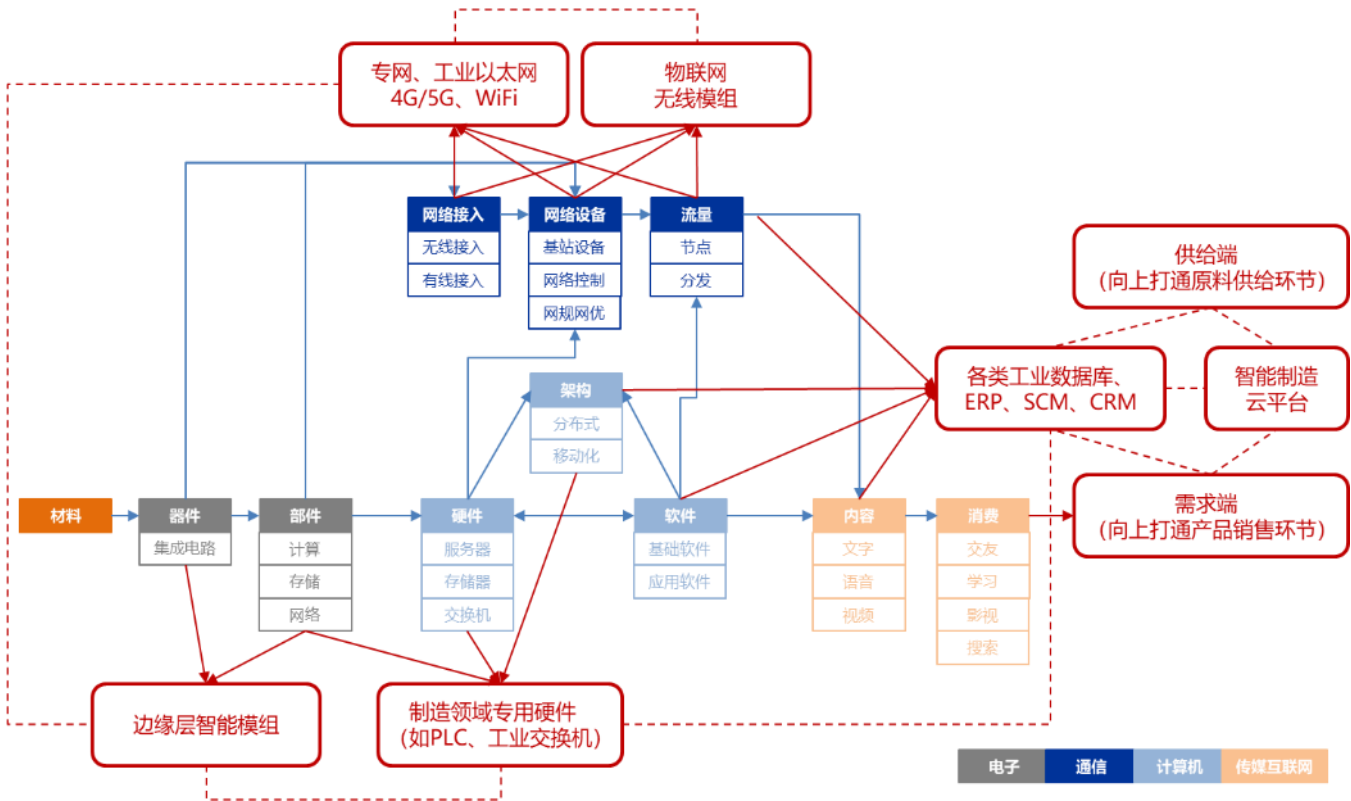
	第一次技术革命	第二次技术革命	第三次技术革命
主要生产资料	煤炭	电力、石油	数据
新兴生产工具	高效能蒸汽机	内燃机、发电机	(高性能) 计算机、新一代通信技术
新兴生产部门	机器制造、钢铁、运输	石油、电气、化工、汽车、航空	ICT
新兴理论	热力学理论	电磁理论	云计算、大数据
生产关系变化	大机器生产	电气化、自动化生产	消费互联网到工业互联网 万物互联

资料来源：前瞻产业研究院，申万宏源研究

传统行业的效率提升是 TMT 长期的趋势主线之一，驱动力就是技术。过去 TMT 领域互联网、云计算等技术发展的受益领域是 C 端移动互联网；人口红利瓶颈期的大背景下，产业互联网（Industrial Internet，也即工业互联网）成为技术渗透的新趋势。一方面我国大工业领域的市场规模与智能化改造提升空间巨大，另一方面 TMT 产业链也是全方位受益。

在物联网、云计算、互联网、大数据技术的支持下，工业互联网窗口临近。物联网技术的发展使得包含智能物体状态、标识、位置的大量工业数据得以收集，互联网技术为数据的传递提供了可能，云计算提供了基于平台的工业数据计算及分析能力。互联网、云计算、物联网、大数据等信息技术向工业领域的渗透融合促成了工业互联网的突破与成型。

图 4：TMT 产业链全方位受益于工业互联网推进



资料来源：申万宏源研究

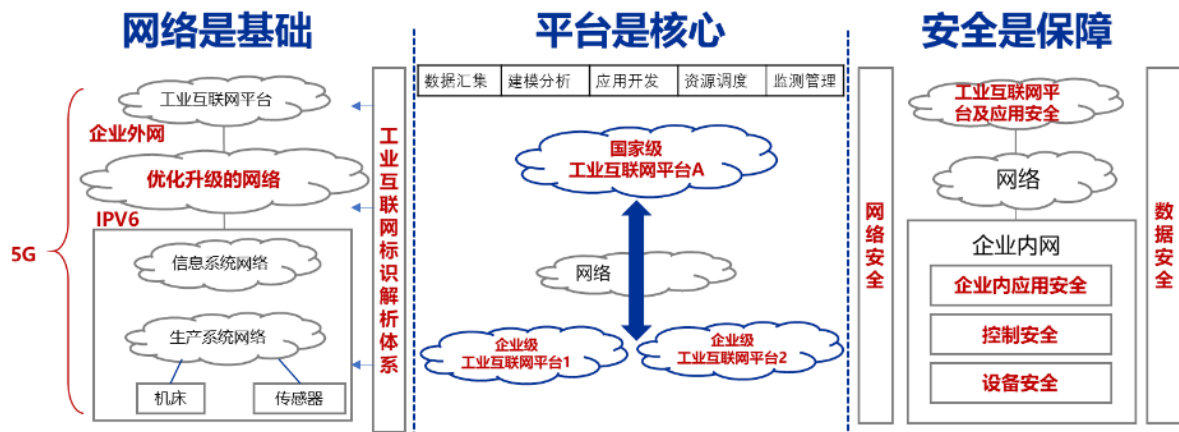
工业互联网包括三大体系：网络、平台和安全。其中：

(1) 网络是工业互联的基础：工业互联网要求企业内部的供销存、生产、中后台管理等环节实现人、财、物等信息流的统一，打破当前烟囱式（相互独立）的工业信息系统；同时外部产业链上下游企业之间的信息流相互打通、整体协同。因此工业互联最基础的要求在于通过通信网络提供底层支持，最终实现信息系统网络、生产系统网络中不同单元、不同设备、不同系统的实时感知与协同交互。

(2) 平台是工业互联的核心：生态中不同单元、不同设备、不同系统产生的海量数据通过网络基础在平台上汇集，本质是面向大工业的数字化、网络化、智能化需求，通过物联网、人工智能、大数据等新兴技术，构建高效、实时、精准平台体系，实现数据汇集、建模分析、应用开发、资源调度、监测管理等功能，是工业互联的核心。

(3) 安全是网络与平台的保障：工业互联网时代，数据是企业的核心资产之一，更加强调整体的信息安全。企业内网的安全可分为企业内应用安全、控制安全及设备安全三个方面；整体体现为对设备、网络、数据的安全防护能力。

图 5：工业互联网包含网络、平台、安全三大体系

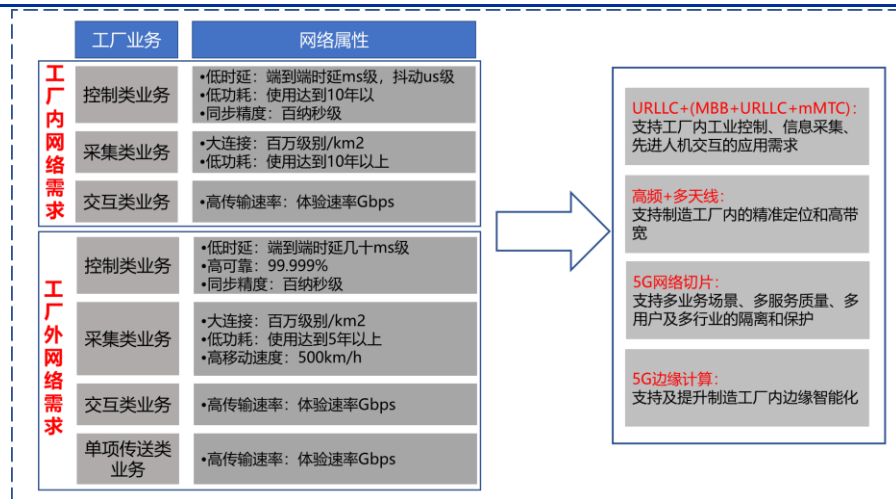


资料来源：工业互联网产业联盟，申万宏源研究

过去通信技术在工业领域早已广泛应用，但各类技术均有短板；5G 通信标准满足工业通信实时性、稳定性需求，推动了工业技术的创新浪潮。

目前工业领域传统的设备通讯方式是现场总线与工业以太网。现场总线技术普遍存在通信能力差、距离短、抗干扰能力较差等问题，且现场总线的传输存在延迟，影响设备和系统之间的互联互通；工业以太网作为一种随机网络，因其通信不确定的特点难以实施高速的稳定传输。5G 具有高速率、低延时、高容量的特性，满足工业数据传递实时性与稳定性的要求，成为工业互联网重要的业务支撑。

图 6：5G 技术满足工厂内外部网络需求



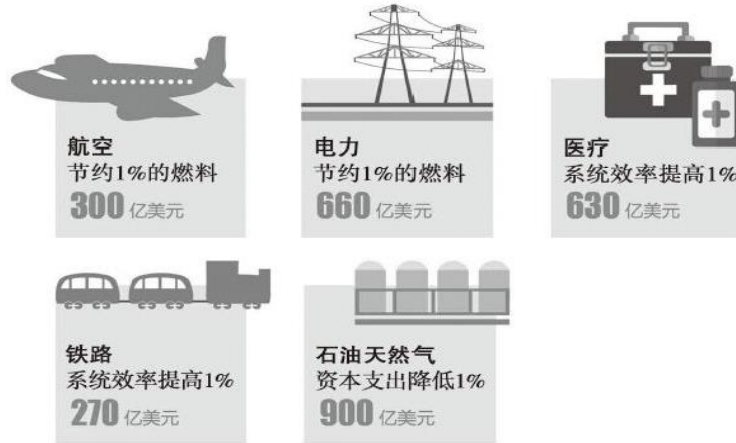
资料来源：电子发烧友，申万宏源研究

工业互联网是智能制造的必经之路，解决现代工业生产痛点：

(1) 成本需求：工业互联网帮助工业企业持续降低成本。低成本永远是工业企业增厚利润的重要追求，但传统物理设备效率提升已达到极限。工业互联网采用云计算、大数据技术改造现有机器和物理设备，将带来及其明显的成本费用边际改善。如 Uptake 帮助美

国最大核电站 PALO Verde，实现每年 1000 万每月的成本节省，成本降低 20%。又如青岛纺织机械厂依托海尔 COSMOPlat 平台通过数据采集及分析实现设备远程运维，每年节省 96 万元，宕机时长从每天的三天缩短为一天，降低直接损失 64 万元/次。

图 7：工业互联网带来的工业企业成本边际改善极其显著



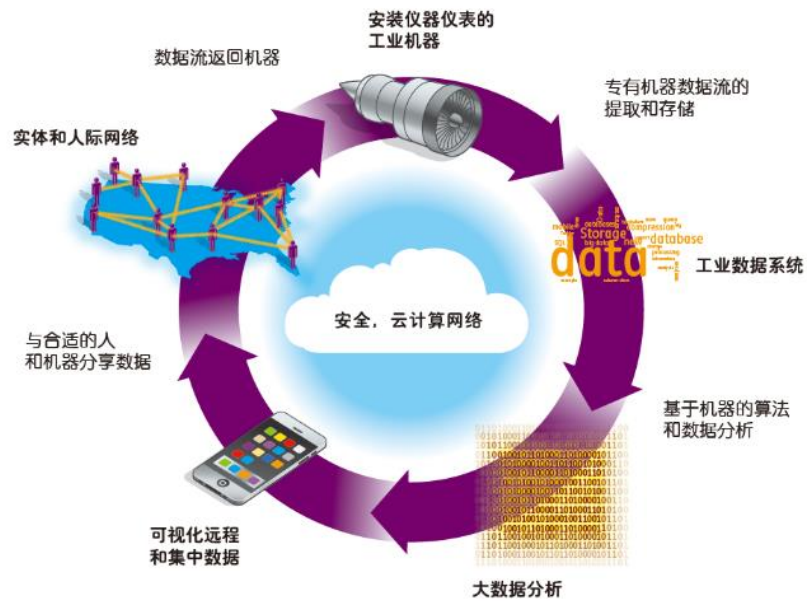
资料来源：《工业互联网：打破智慧与机器的边界》¹，申万宏源研究

(2) 传输需求：工业互联网满足工业流程通信传输需求。工业数据的爆发式增长直接促成了数据低成本安全存储的需求，且不同主体、系统间的数据难以统筹集成。以太网作为较多被使用的通讯方式，因其通信不确定、受工业现场环境制约多的特点难以实施高速的传输与广泛使用。工业互联网对其隔离能力及业务承载能力具备严格要求，可以实现远程操控、数据自动采集等功能。

(3) 产业链：工业互联网协同产业链各环节，优化生产制造新模式。从供应链上看，工业互联网提出生产制造新模式，实现柔性制造和个性化定制，对智能化生产有着至关重要的作用。从空间链上看，受空间、资源的限制，传统企业难以实现多个环节的协同。在工业互联网的支持下，工业企业可以实现业务信息共享，帮助企业实现即时生产监控、远端数据采集与控制，及时响应打破空间隔阂，实现互联互通。

¹ 《工业互联网：打破智慧与机器的边界》，通用电气，Peter C. Evans 和 Marco Annunziata。

图 8：工业互联网各环节协同，形成生产制造新模式



资料来源：《工业互联网：打破智慧与机器的边界》，申万宏源研究

工业互联网是新基建的重要组成部分。“新基建”指 5G、人工智能、工业互联网、物联网为代表的新型基础设施，本质上是信息数字化的基础设施。2018 年工信部发布《工业互联网发展行动计划(2018-2020 年)》以及工作计划，提出到 2020 年底，初步建成工业互联网基础设施和产业体系，培育一批独立经营的企业级平台，打造工业互联网平台测试体系和服务体系。预计将推动 30 万家以上工业企业上云，培育超过 30 万个工业 APP，同时配套融资支持。

工信部指导，省一级工业互联网平台陆续成立。国内工业互联网平台主要以省级工信厅/经信委牵头指导、工业/ICT 企业参与或主导建设。如江西省在中国联通主导下成立国内首个省级工业互联网平台；江苏省在徐工集团等企业联合下成立省级工业互联网联盟等。

表 1：我国历年工业互联网相关政策梳理

时间	相关政策
2013 年 4 月	工业和信息化部在北京召开全国工业云创新行动工作会议
2013 年 9 月	工信部发布《信息化和工业化深度融合专项行动计划（2013-2018 年）》
2013 年 10 月	工业和信息化部实施工业云创新行动计划，确定 16 个省市开展工业云创新服务试点
2015 年 5 月	国务院发布《中国制造 2025》
2015 年 6 月	国务院发布《国务院关于大力推进大众创业万众创新若干政策措施的意见》
2015 年 7 月	国务院发布《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》
2015 年 12 月	工信部、国标委联合发布《国家智能制造标准体系建设指南（2015 年版）》
2016 年 5 月	国务院发布《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》
2016 年 7 月	工信部、国家发改委、中国工程院联合发布《发展服务型制造专项行动指南》
2016 年 10 月	工信部发布《信息化和工业化融合发展规划（2016-2020 年）》
2016 年 12 月	工信部、财政部联合发布《智能制造发展规划（2016-2020 年）》
2017 年 1 月	工信部发布《信息产业发展指南》

2017年4月	科技部发布《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》
2017年11月	国务院发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》
2018年2月	国家制造强国建设领导小组发布通知，设立工业互联网专项工作组
2018年6月	工信部发布《工业互联网发展行动计划(2018-2020年)》和《工业互联网专项工作组2018年工作计划》
2018年7月	工信部发布《工业互联网平台建设及推广指南》《工业互联网平台评价方法》
2019年2月	工信部发布《关于加强工业互联网安全工作的指导意见》
2019年4月	工信部组织召开2018年工业互联网创新发展工程项目进展情况研讨会
2019年6月	工信部印发《工业互联网专项工作组2019年工作计划》

资料来源：工信部网站，申万宏源研究

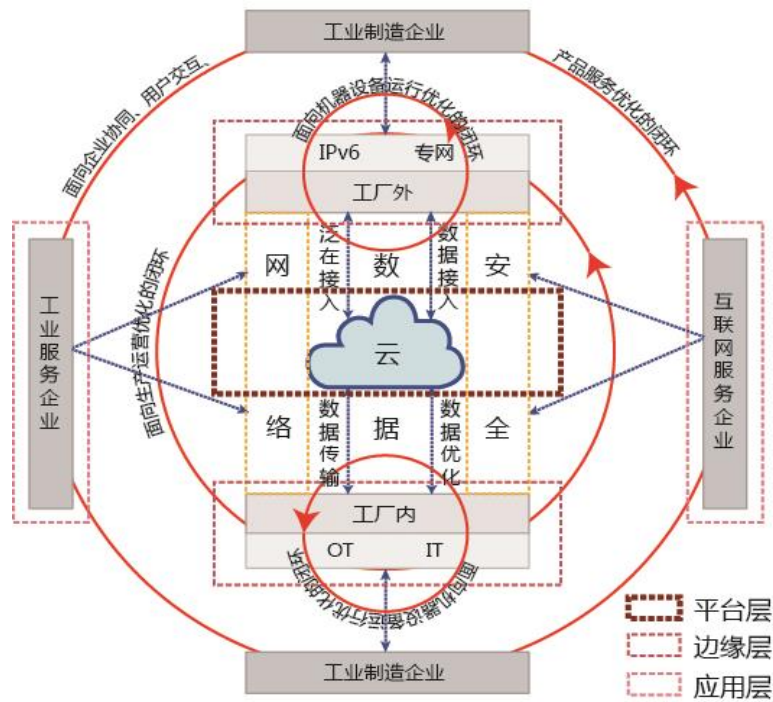
工业互联网市场规模在万亿级别。工业互联网本质是实现跨设备、跨系统、跨地区的工业互联互通，数据资源有效利用及企业产业链上下游的协同制造的基础设施。根据国际机构 IoT Analytics 的统计，全球工业互联网平台有 450 个提供企业，同时预计在 2023 年工业互联网平台将会达到万亿市场规模。

2. 工业互联网架构体系与 5G 应用解构

在网络、平台、安全三大体系下，工业互联网已形成三大优化闭环。一是生产过程优化，其核心在于对智能机器与生产环境进行实施感知并进行边缘计算；二是智能决策优化，通过智能感知得到的相关状况进行自主学习并实时响应，自适应地进行参数控制及动态性能控制，实现决策优化及资源配置优化；三是管理服务优化，通过对供应链数据、用户需求数据及产品数据的分析，实现业务模式及商业活动创新。

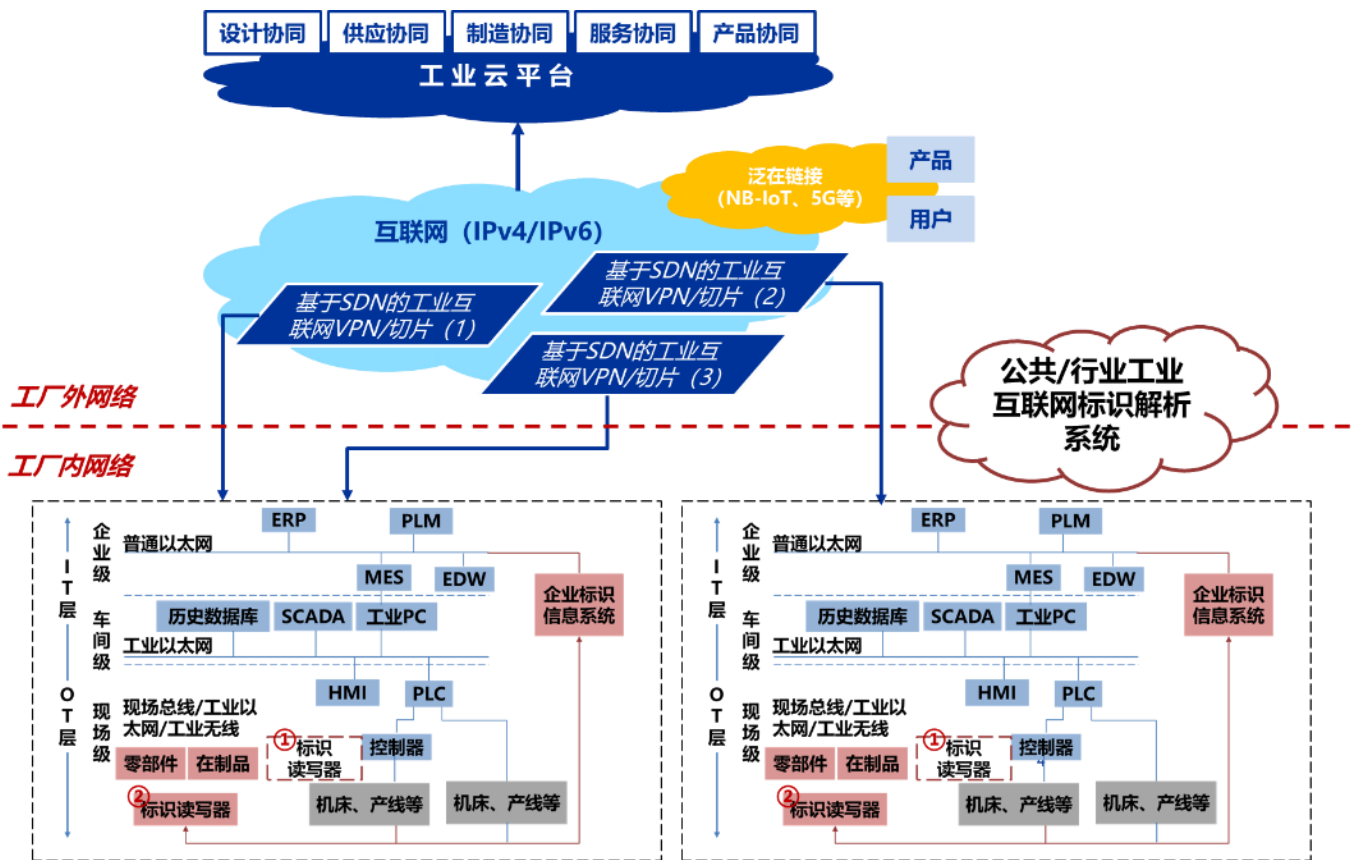
场景角度，工业互联网主要包含工厂内、工厂外两大场景。工厂内涉及 OT 层与 IT 层（OT 指运营技术，IT 指信息技术）；工厂外则涉及 IPv6 的公众互联网，基于 SDN 的工业互联网专网，泛在接入，以及云平台的数据接入和采集。**5G 的工业互联网应用也相应可梳理为工厂内、工厂外两场景。**

图 9：工业互联网三大体系、三大优化闭环的基础上，工厂内、工厂外是重要场景



资料来源：申万宏源研究

图 10：工业互联网之网络架构全景图



资料来源：申万宏源研究

2.1 工厂外部：5G 实现泛在广覆盖、灵活高可靠的传输

工厂外部的 5G 网络应用体现为三方面，即（1）产业链实现泛在链接；（2）IPv6 铺垫海量设备联网；（3）专线加速企业上云。具体而言：

（1）5G 协助工业互联网工厂外网络实现产业链的泛在链接。5G 网络由于其特性可以用于构建工厂内外的人和机器的全方位信息接入系统，最终实现泛在接入。工厂之间可以利用 5G 网络完成相互的数据共享，同一个生产商的不同生产工厂也可以实现在不同空间内的连接互通。工业服务企业也可以在生产过程中及时切入产品设计环节，及时更改生产中出现的错误，对生产数据进行监控。终端使用者则可以跨空间地查询生产信息和产品状态。

工厂外网络基于互联网，但过去已有的网络基础设施无法完全满足工业互联网业务发展需求。工业互联网所需的高可靠、低时延、广覆盖、大带宽、可定制等要求难以同时满足；对长尾的中小工业企业而言，信息服务（专线）成本高昂、难以承担。

5G 网络能够实现传输网层面的泛在、灵活定义、高质量带宽，以及接入网层面广覆盖、低时延、高可靠等要求。传输网：泛在、高质量宽带接入为目标，对公众互联网/高性能专网进行升级改造和建设，具体技术包括 SDN、NFV（5G 网络核心趋势之一）等。接入网：主要体现为新型无线网络（NB-IoT、5G）的升级与建设。例如：①利用 NB-IoT 等低功耗广域网（LPWAN）技术，建设满足工业互联网海量设备接入高密度、低时延需求的蜂窝网；②通过 5G 技术实现工业互联网接入。

图 11：5G 协助工业互联网工厂外网络实现产业链的泛在链接



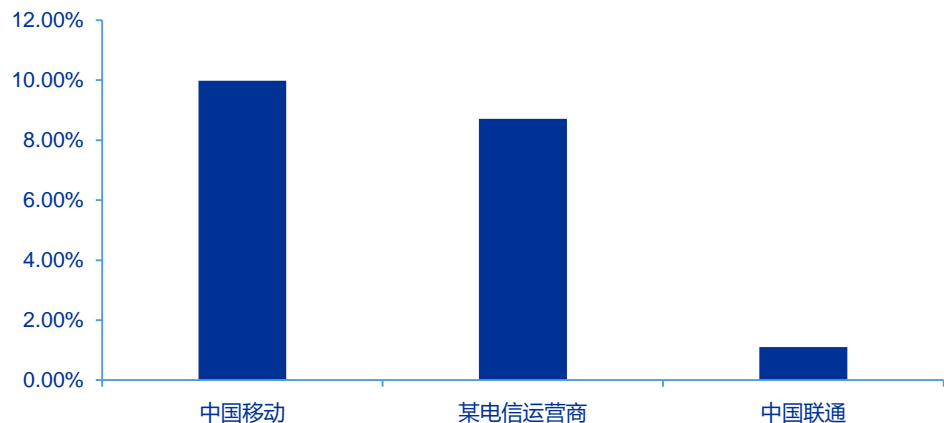
资料来源：申万宏源研究

（2）IPv6 满足工业设备地址的爆发需求，工业领域 IPv6 部署是工厂外网络的另一重要演进方向。全球联网终端总量爆发，IPv4 地址分配接近极限。与 IPv4 相比，IPv6 把 IP 地址的数量级从 2 的 32 次方扩展至 2 的 128 次方，足以满足 5G、物联网、自动驾驶等联网设备对独立 IP 地址的需求。IPv6 是满足工业互联网发展海量地址需求的必然选择。

全球互联网正处向 IPv6 演进过渡的关键时期，我国 IPv6 普及率提升空间大。信通院统计，在网络设备中，三层交换机、边缘路由器、核心路由器、宽带网络接入服务器的 IPv6 支持率平均在 70.4%，但边缘路由器支持率仅 48.6%。若考虑工业领域存量规模庞大的较陈旧设备，当前仍有海量设备并不完全支持 IPv6。

工信部明确 IPv6 部署行动计划。工信部 2017 年《计划》要求所有移动终端厂商设备出厂要默认支持双栈；到 2018 年末完成北京、上海、广州、郑州和成都的骨干直联点 IPv6 改造；运营商及国家超算中心等 IDC IPv6 改造；阿里、腾讯、金山等 CDN IPv6 改造；到 2020 年底，IPv6 活跃用户数超 5 亿，占比超 50%，新增网络地址不允许私用 IPv4。

图 12：2018 年我国运营商 IPv6 普及率均不足 10%



资料来源：国家下一代互联网产业技术创新战略联盟，申万宏源研究

(3) 专网专线下，5G 推动企业工业数据上云。5G 低延时、高可靠、高速率的特性为工厂提供全云化网络平台，大量工业级数据依靠 5G 网络收藏并形成庞大数据库，可在极短时间内将设备信息上报。同时 5G 帮助企业通过网络安全低成本地按需使用资源，进行业务管理，降低信息化建设成本，提高资源配置效率。

2.2 工厂内部：网络切片渗透工业生产各环节

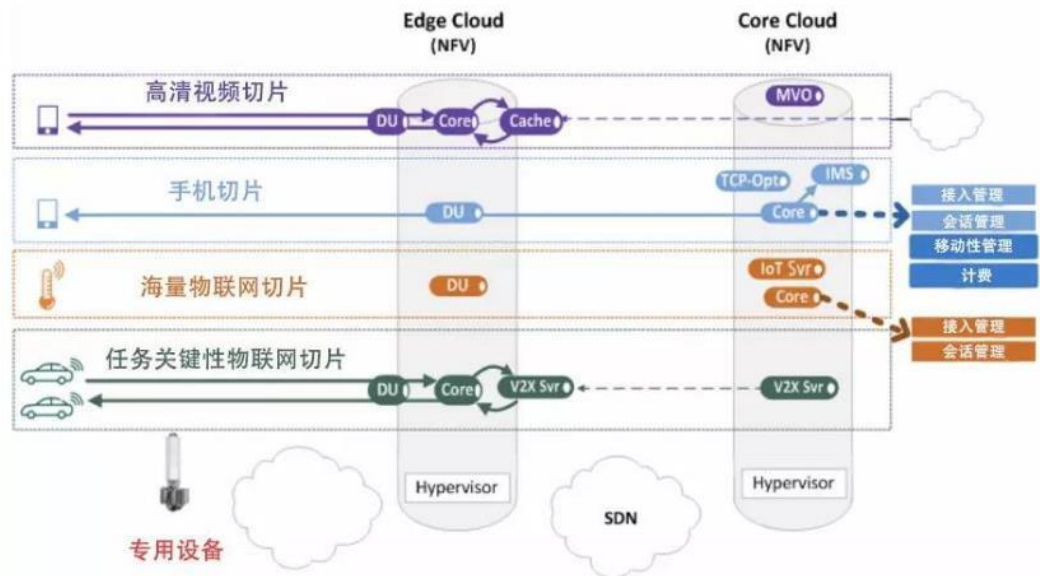
5G 网络通过网络切片²提供适用于各种制造场景的解决方案，实现实时高效低能耗。网络切片是指借助 NFV、SDN 等技术将运营商的物理网络划分为多个虚拟网络，针对不同场景的需求，每个虚拟网络体现不同的网络特点，比如低时延、高带宽、强安全性和可靠性等。独立组网（SA）下，5G 网络可以利用切片技术保证按需分配网络资源，并可以针对不同企业的产品需求进行细粒度切片。

NFV（网络虚拟化）和 SDN（软件定义网络）是网络切片实现的重要技术。在 NFV 技术下，核心网、接入网中专用设备的软硬件功能以虚拟机的方式装载到商用服务器上，

² 3GPP 定义：一个网络切片是一张逻辑网络，提供特定功能和特性。关键特征：可编排、可隔离，在统一底层物理设施基础上实现多种网络服务，降低不同网络类型的建网成本。

并使用这些服务器来取代传统的专用设备，原本的接入网被虚拟化成“边缘云”，而核心网被虚拟化成“核心云”；同时使用 SDN 把实现网元功能的虚拟机编排、串联，在最终得以实现不同场景的“切片”（见下图）。

图 13：5G 网络切片可以支持多业务、多场景的隔离和保护



资料来源：NGMN，申万宏源研究

对于工业企业而言，针对工业领域应用的痛点，网络切片主要体现三大功能：资源隔离、功能定制、质量保障。

(1) 资源隔离保障了不同业务环节以及工厂内外部的数据安全与独立。除了传统的财务等内部高价值数据之外，工业企业产生的海量生产数据也是辅助决策的重要资产。若通过传统 4G 网络或工业以太网方式部署工厂内网络，则数据将暴露在外部网络环境下，除非搭建硬件防火墙。网络切片则从 SDN/NFV 的角度部署与外界环节隔离、独立的网络环境，保证了工业企业内部数据的安全。

(2) 功能定制使得不同环节/场景的特定需求能够以低成本的方式得到满足。过去 4G 网络无论如何部署，每个业务单元对应的网络功能都是相同的。由于不同工业环节的网络需求是不同的，切片技术则可以根据不同的业务特征，使 5G 的 eMMB、uRLLC、mMTC 等场景可以分别独立地形成一个个“网络单元”，从而对应不同的业务需求，最终提升用户体验和网络资源利用率。

(3) 质量保障则意味着工业互联网在工厂内部的应用将高可靠。工业生产一般涵盖众多工艺环节，若所有环节都串联在同一张网络上，那么网络异常将导致所有环节停滞。而网络切片之间相互隔离，任何一个网络切片的拥塞、过载、配置的调整都不影响其它切片的正常功能，以类似“容器”或“微模块”的方式实现工厂内网络可靠、灵活、可调整。

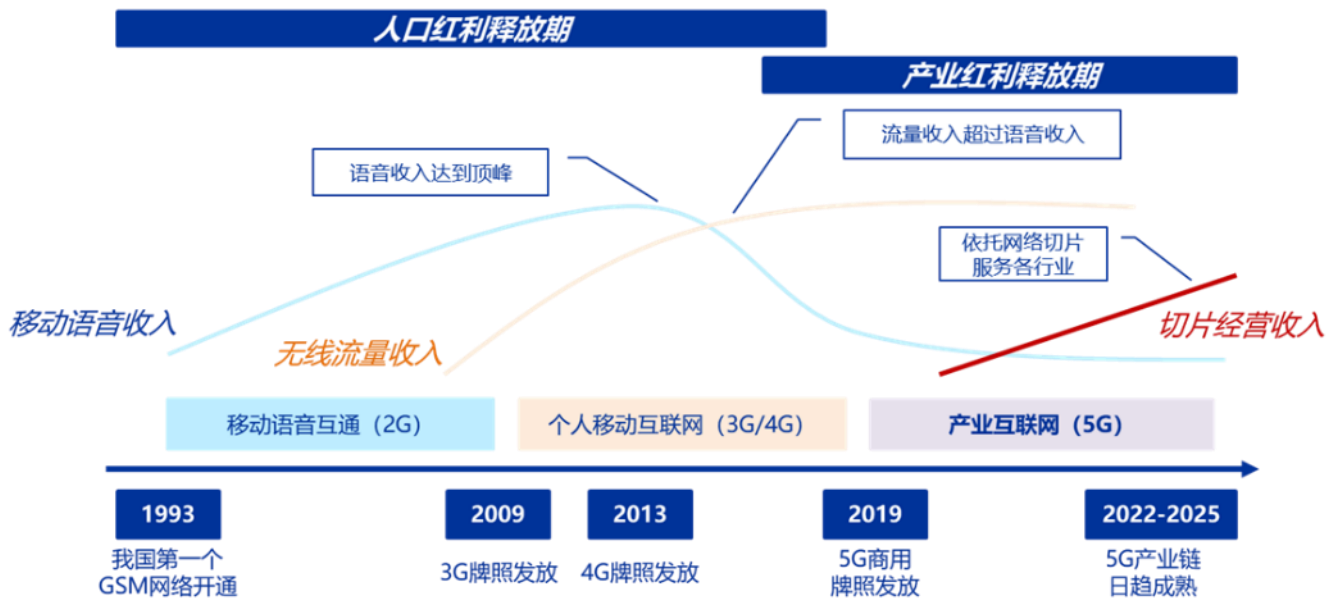
表 2：eMBB、mMTC、uRLLC 将以网络切片的形式满足不同工业场景对网络的需求

工业行业	场景举例	对应 5G 场景		
		eMBB	mMTC	uRLLC
轻工业	(1) 设备之间信息化与数据化： 实时监测 、异常指标做出及时响应			√
	(2) 机器人之间相互通信以及机器人与 设备间的互通协调 ， 柔性制造		√	
	(3) 远程维护： 5G 低时延 +AR			√
	(4) B2C 实时连接 ：用户个性化/大规模定制		√	√
工程机械行业	(1) 场内机械设备互联 ：实现机台的生产信息采集及机台互联		√	
	(2) 生产过程管控：工业云-MES-相应设备	√	√	
	(3) 立体仓库和物流运输系统：实现装配线及部装线所需物料的 智能化暂存、拣选及配盘 功能， 自动配送 至工位，并实现车间工单管理、物料追溯、物料缺料超龄预警		√	
	(4) 智能故障诊断及预测			√
	(5) 实时数据 采集：帮助制造产线实时了解整机工况、运行状态及运维保养情况	√		√
电子信息行业	(1) 智能环境及设备健康管理：对设备状态进行 预测及灵敏监控报警 ，对重要参数进行回调，减少设备停机造成的生产延误			√
	(2) 人机协同及柔性制造：通过 边缘控制 帮助客户连接控制平台，支持客户进行简单的设计、调试和监控操作		√	
	(3) 生产过程质量及品质异常处理：对全生产过程数据追溯，快速定位异常品分布，采取追回或降级处理措施		√	√
	(4) 设备信息集中共享：打破工控机设备厂商数据接口格式不同导致的信息孤岛， 实现设备的现场业务数据信息集中共享	√	√	
钢铁行业	(1) 现场数据采集与共享	√		
	(2) 轧机振动监测及抑振：采集振动信号至边缘服务器进行 预警判断 ，并获取轧辊信息，结合轧机振动的实时检测结果向控制系统发送控制命令抑制振动	√		√
	(3) 供应链上下游协同：消除场内制造与场外渠道在供应链上的盲区，同时转传统“以产定销”为“以销定产”， 实现即时生产	√		√
	(4) 定制配送： 用户需求对接钢企生产系统 ，可视化库存，向客户反馈生产及交付情况，通过自动识别技术实现 物料配送与产品定位的跟踪控制	√	√	
建筑行业	(1) 设计建造的协同管理：支持虚拟集成交付数字化模型与构建的转化、上传与分享，同时支持模型的多人异地协同设计及互动	√	√	
	(2) 施工的协同管理：将 工厂生产与施工现场进行实时在线连接与智能交互 ，实现工厂工业化生产与现场装配化施工场厂联动		√	√
电力行业	(1) 安全实时监测及预警：电力行业是资产密集型行业，要求大量 对运行设备进行实时监测 ，并建立预警模型，保障发电、电网设备安全运行		√	√
	(2) 提升节能降耗水平：预测不同边界和运行工况下的机组供电煤耗率	√	√	
	(3) 火电机组运行特性分析：在 实时参数监测 的基础上，从多个维度进行运行数据趋势分析和相关性分析对机组进行监测			√
	(4) 炉管在线寿命评估与状态监测：数据有效性判断、超温超压 实时报警判断 、超温超压统计，并 实时评估 部件使用风险与寿命消耗，降低甚至避免电力企业锅炉爆管事故发生			√

资料来源：工业互联网产业联盟，申万宏源研究

对于运营商而言，未来切片经营是行业持续增长的必经之路。过去 2G 时代，运营商经历了移动语音收入的爬坡过程。进入到 3G/4G 的移动互联网时代后，语音收入增速见顶，同时运营商的无线流量收入开始爆发。过去两个时代 C 端移动语音和无限流量收入的交替增长体现了我国人口红利的释放，但随着流量经营红利的见顶，未来 B 端产业红利的释放将依赖于运营商通过切片方式，因此从持续盈利的角度看，未来运营商向切片经营演进不可避免。随着 5G 产业链的成熟，切片经营将成为运营商收入的新增量。

图 14：5G 网络切片在 B 端深度应用将拓宽运营商盈利能力



资料来源：申万宏源研究

已定义的四类切片分别对应不同应用场景。3GPP 标准已经定义 eMBB、uRLLC、mIoT、V2X 四类切片，其中：eMBB 主要适用于超高清视频、AR/VR、3D 建模与演示等大流量移动宽带业务；uRLLC 主要适用于工业自动化等需要高可靠、低时延的 B 端业务；mIoT 适用于大规模物联网业务；V2X 则主要集中于车联网领域。

eMBB 切片将先行试点，后续 uRLLC、mIoT 等逐步拓展。目前 3GPP 四类切片基本功能已完成实验室测试，并已开展外场测试。当前切片的端到端标识已经定义（S-NSSAI），网络切片的可扩展性（8 位切片类型+24 位实例 ID）可以充分支撑切片服务众多行业。预计 eMBB 切片将首先部署，高价值 uRLLC 场景将于 2020-2022 年试点，并逐步商用。以中兴通讯为例，公司已采用网络切片和低频基站打造了一张可同时支持 eMBB、mMTC、uRLLC 三大场景的统一空口网络，性能达到单小区峰值 15Gbps、空口时延低于 0.416ms、海量连接性能超过 9000 万/MHz/小时。

图 15 : 5G 网络切片部署节奏明确，预计 2020-2022 年工业互联网的 uRLLC 场景将开始试点


资料来源：中兴通讯 5G 网络切片峰会，申万宏源研究

未来网络切片将成为 5G 在 B 端的重要应用形式。切片是 5G 网络建设的核心部分，也是独立组网下的重要应用。除工业互联网，切片将在 B 端其他领域体现庞大应用价值。以远程医疗为例，在 uRLLC 切片下医生有望在远程通过操纵杆感知信息并进行操控，病人的视频信息通过网络从病房同步传递到远程手术室，方便医生操作，实现远程问诊、远程手术；以电力物联网为例，uRLLC 切片可以应用于配电自动化、精准负荷控制、用电信息采集等场景，另外 eMBB 切片也可用于无人机远程巡检、语音切片可用于人工维护巡检。

表 3 : 5G 网络切片在 B 端具备极大应用潜力

	B2C	B2B2C	B2B	B2B2B
应用场景	区分 SLA 的套餐 特定场景套餐，如：高清视频专用套餐……	在线实时对抗类游戏 视频类 APP VR/AR 应用……	电力泛在互联网 公共安全 轨道交通……	工业互联网 车联网 智慧城市……
产品模式	BSS/IT 支撑系统 通用网络切片	BSS/IT 切片能力 支撑系统 开放平台 定制化网络切片	切片能力 切片自助 开放平台 管理平台 深度定制网络切片	切片能力开放平台 定制化网络切片
目标客户	大众客户	在线游戏服务商 视频类 OTT 服务器	大型行业客户（有自建网络需求）	行业自建网络提供商 行业龙头企业
客户价值	为客户提供差异化带宽需求，如：上限可达 500M	利用时延等能力实现差异化服务，发展 VIP 用户	网络切片服务按需定制 性价比更高，技术更新周期快	网络能力嵌入行业解决方案，增强解决方案竞争力
收益模式	按照不同套餐计价	后向与 OTT 服务商合作分成；前后对公众客户按流量收费	按照资源占用进行租赁收费；服务支持收费	多维收费（流量、时长、时延）；合作分成

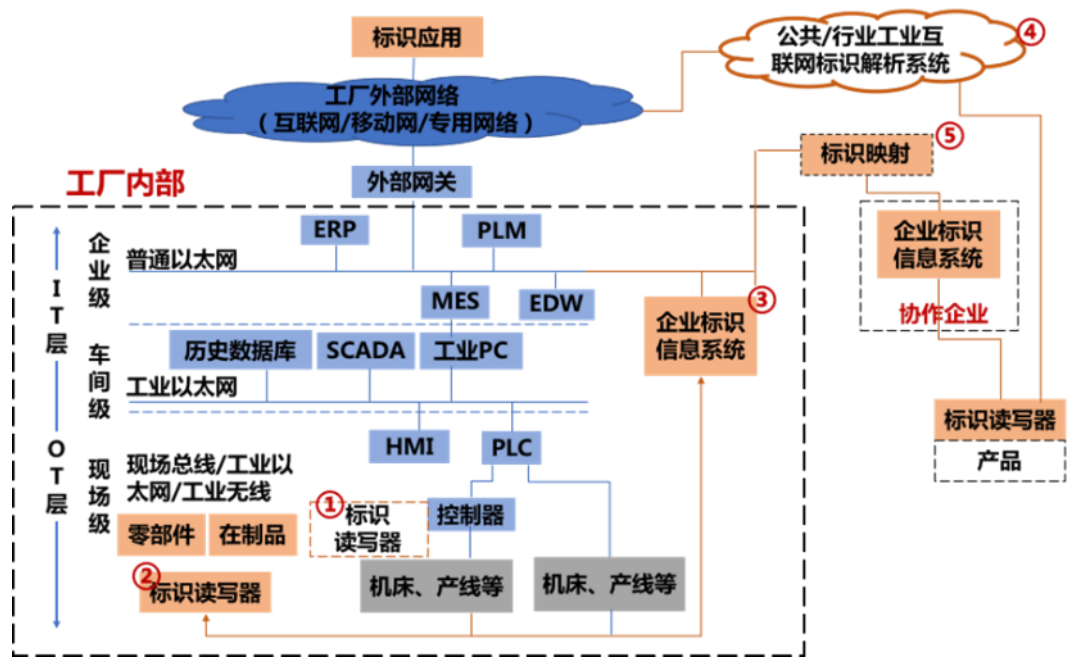
资料来源：中兴通讯 5G 网络切片峰会，申万宏源研究

2.3 标识解释体系是 5G 在工业互联网的延伸重点

标识解析体系是工业互联网的关键神经系统，是工厂内外部网络实现互联互通的关键基础设施。标识解析体系可类比为互联网领域的 DNS（域名解析系统），类似于工业互联网设备的“黄页”或“字典”，由标识编码和解析系统两部分组成。标识编码相当于工业领域所有设备、产品的“身份证”，解析系统则是识别、检索、定位设备或产品的重要基础。标识解析体系使工厂内外网络中的所有设备、产品都有迹可循，是工业全要素、各环节信息互通的枢纽。

标识解析体系贯穿工业生产和销售的全流程。通过标识解析，各工业企业将能够产品与设备的全生命周期管理：从纵向集成来看，标识解析体系打通智能设备与工厂，实现底层数据的规模化采集与系统间共享；从横向集成来看，大型企业链接上下游企业利用标识解析按需查询数据，中小型企业可以横向连接成平台，利用标识解析按需地共享数据；从端到端集成来看，打通设计、制造、物流、使用的全生命周期实现真正的全生命周期管理。

图 16：标识解析体系是工业互联网的关键神经系统



资料来源：工业互联网产业联盟，申万宏源研究

我国工业互联网标识解析体系由国家顶级根节点、二级节点、企业节点、递归节点等要素组成。借助各级节点，政府、企业等用户可以通过标识解析体系来访问保存机器、物料、零部件和产品等相关信息的服务器，实现全产业链的信息共享。

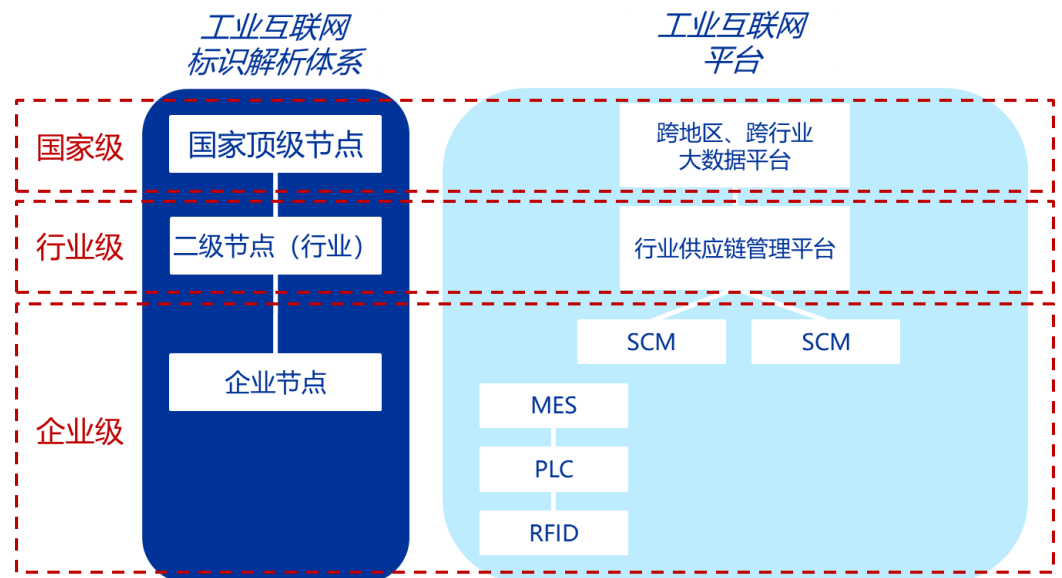
工业互联网建设迫切需要完善标识解析体系各级节点。当前工业企业对设备、物料、产品进行管理主要依赖条形码、射频标签、IC 卡等工具，但编码方式并不通用，难以实现数据互联互通。要实现工业互联网体系下产业链各环节紧密协作，就迫切需要尽快完成各级节点的建设。

二级节点是未来工业互联网标识解析体系未来的重要建设内容。

(1) 对工业互联网体系而言，二级节点是标识解析体系的重要组成部分。二级节点既要向上对接国家顶级节点，又要向下直接面向工业企业提供分配标识编码及提供标识注册、标识解析、标识数据服务等，二级节点的发展情况直接决定了标识解析体系的应用价值。

(2) 对工业企业而言，二级节点具有数据价值、生态价值等多重意义。二级节点本身将产生注册信息、解析日志等大量有价值数据，通过数据挖掘将可能衍生出更多新应用、新场景。同时二级节点有助于形成产业生态，在标识标签、标识读写器、标识解析软硬件集成、标识解析应用、标识解析体系运营、标识解析公共服务等的基础上，可以形成协同的产业生态，拥有二级节点的工业企业将显著受益。

图 17：二级节点串联国家级、企业级节点，是未来工业互联网标识解析体系未来的重要建设内容



资料来源：《工业互联网标识解析体系最新进展》，申万宏源研究

工信部指导下，我国工业互联网标识解析体系已建设初具雏形。目前工业互联网标识解析国家顶级节点由信通院负责建设运营，已在北京、上海、重庆、广州、武汉五大城市陆续完成部署上线，初步形成“东西南北中”的顶层布局服务架构；二级节点建设也已在佛山、贵阳、北京、武汉等地陆续启动上线共 13 个。未来目标标识注册量达到 20 亿个。

表 4：在五大国家级节点下，我国已初步形成标识解析若干二级行业节点和应用

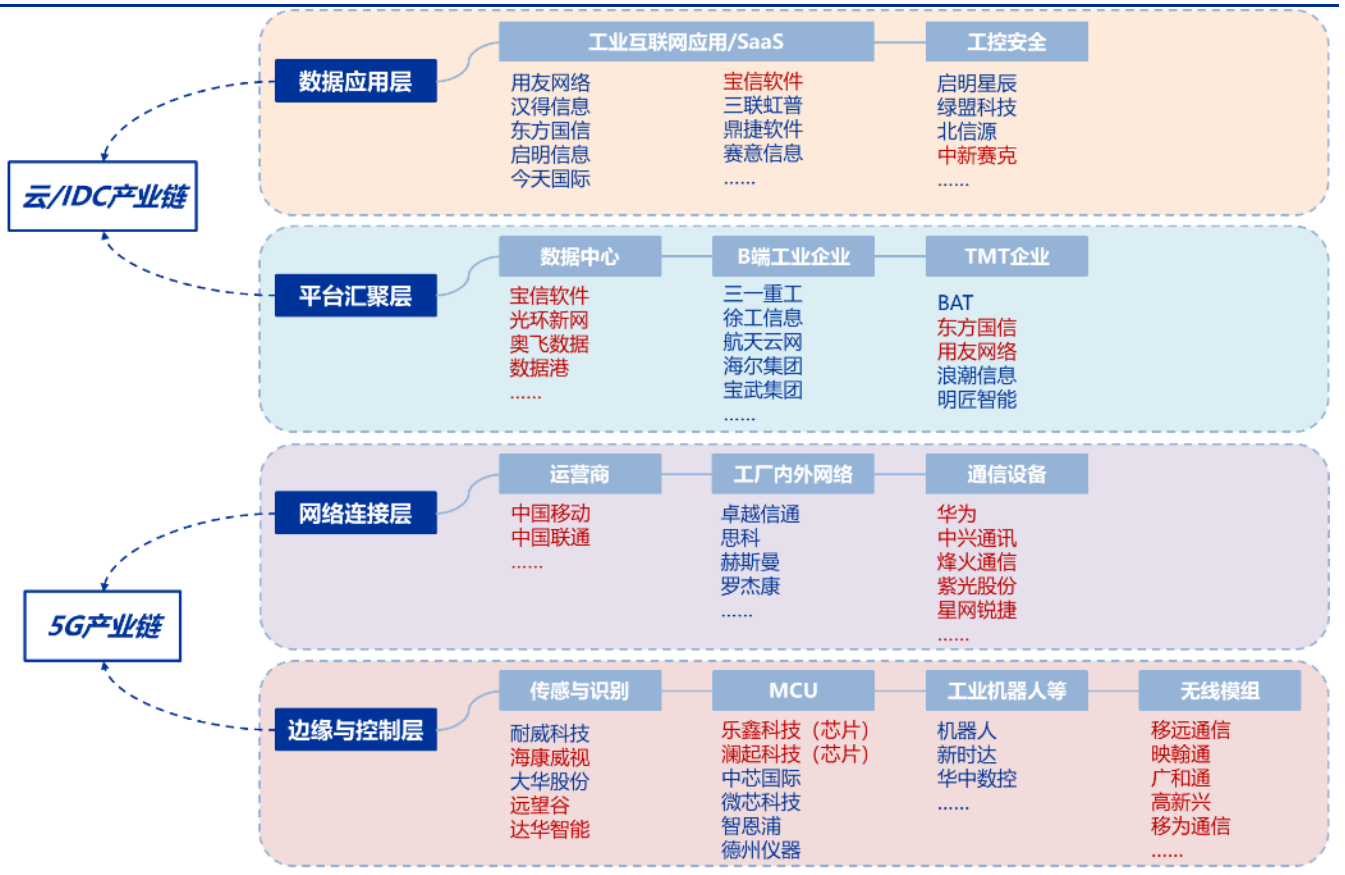
国家顶级节点	二级节点	标识解析应用
北京节点	汽车行业二级节点-北汽福田	机器人行业应用-航天云网
	制造行业二级节点-中车四方	家电行业应用-海尔
广州节点	佛山行业二级节点-鑫兴	
上海节点		新材料行业供应链管理应用-上海华峰
	南通行业二级节点-中天科技	水务行业应用-威派格
		机械行业应用-徐工
重庆节点		电缆行业应用-重庆渝丰
武汉节点	襄阳二级节点	
	洛阳二级节点	汽车行业供应链管理应用-东风

资料来源：信通院，申万宏源研究

3. 四层次划分，工业互联网产业格局已明确

本节将工业互联网产业划分为边缘控制、网络连接、平台汇聚、数据应用四个层次，进而梳理各层次的工业互联网产业格局，见下图。

图 18：四层次梳理工业互联网产业格局



资料来源：申万宏源研究

参考西方国家产业格局，典型如德、美凭借工业底蕴，在工业自动化到工业互联网领域布局深远。美国以制造业转型作为长期规划，出台“先进制造业国家战略计划”，强化工业互联网的平台服务能力；德国政府将“工业 4.0”上升为国家战略，完成制造业的智能化转型。其他国家也顺应趋势布局工业互联网，如英国的英国工业 2050 战略、韩国的制造业创新 3.0、印度实施的印度制造、法国的未来工业、瑞典的新型工业化等。

国外工业互联网产业主要由平台层领先的工业企业（GE、西门子等）与 ICT 企业（思科等）主导。通用电气(GE)公司为工业开发者推出了工业互联网平台“E Predix”和开发者门户；西门子面向市场推出了“Mind Sphere—西门子工业互联网平台”，通过开放的生态系统使工业企业拥有预防性维护、能源数据管理以及工厂资源优化等数字化服务的基础；思科、发那科与罗克韦尔自动化发布 FIELD system，以实现自动化系统中的机床、机器人、周边设备及传感器的连接并可提供先进的数据分析。

2.1 边缘控制层：算力下沉带动集成化通信模组渗透

边缘控制层的实体主要包含工厂内部实现智能制造的机床、传感器、工业机器人等各类现场设备。边缘层依托传感器、工业控制物联网技术进行厂内外数据的打通聚合，对设备、系统环境等要素信息进行实时采集和处理。一方面可以借助智能控制器、智能模块、嵌入式软件等传统的工业控制和连接设备，实现平台对底层数据的直接集成；另一方面可利用以智能网关为代表的新型边缘计算设备，实现智能传感器和设备数据的汇聚处理以及边缘分析结果向云端平台的间接集成。

图 19：工业互联网边缘设备主要包括传感器、机器人、智能机床等



各类工业传感器

(分别为加速度传感器、压力传感器、超声波传感器、位移传感器、离子烟雾传感器、工业摄像头)



工业机器人

(以发那科为例)



智能机床

(以沈机、赫克为例)

资料来源：发那科、沈阳机床、美国赫克等官网，申万宏源研究

工业互联网的边缘控制层具备综合应用和智能控制能力。在工业互联网体系下，各类传感器被连接和部署到网络上并成为信息源，传感器按照自己的类型区别分别捕获到各自格式和内容的信息。这些被捕获到的信息是时刻不断变化的，通过特定的频率循环，不断采集信息，从而使得数据可以持续更新。要确保这些数据传输快速无误，在传输过程中，就需要能和各种异构网络和协议相适应匹配。此外，传感器和边缘计算结合，在庞大数据源的基础上，对这些数据进行加工处理、高级分析，从而得到高价值信息。

图 20：边缘控制层主要环节包括传感识别、MCU、工业机器人、无线模组等



注：标红为有代表性的 ICT 公司，尤其通信行业上市公司。

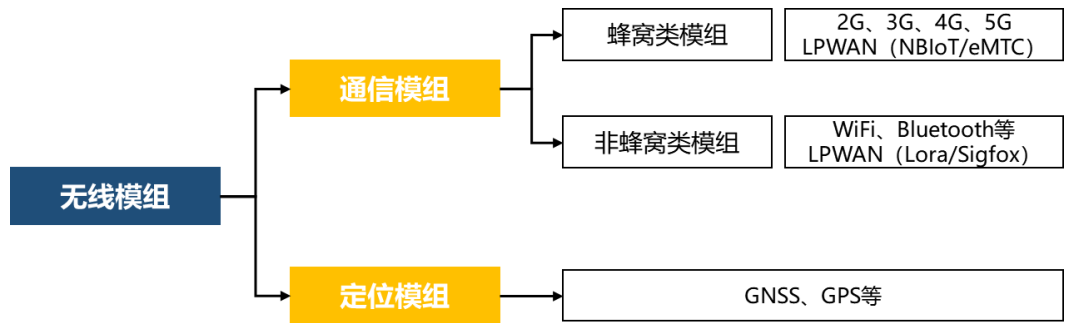
资料来源：申万宏源研究

边缘控制层涉及 RFID、无线模组、无线传感网等通信技术。

RFID（射频识别技术）是目前工业互联网、物联网领域广泛应用的通信、定位技术。 RFID 是利用射频信号通过交变磁场或电磁场来实现无接触信息传递并自动识别的技术，包括光符号识别技术、语音识别技术、生物计量识别技术、IC 卡技术、条形码技术和射频识别技术等。RFID 和 IPv6 技术相结合后，使得工业环节中的每一个物理实体都在网络中可识别，且能够精准定位。

无线模组是连接边缘层与网络层的重要环节。无线模组将芯片、存储、功放等元器件集成在一块电路板上，同时提供标准接口的功能模块，各类终端借助无线模组可以实现通信或定位功能（相应依照不同功能，可分为通信模组和定位模组）。无线模组上游为基带芯片厂商，标准化程度较高且以海外厂商为主，主要供应商包括高通、Intel、联发科、锐迪科、华为、中兴、北斗等；下游为设备制造商或系统集成商。

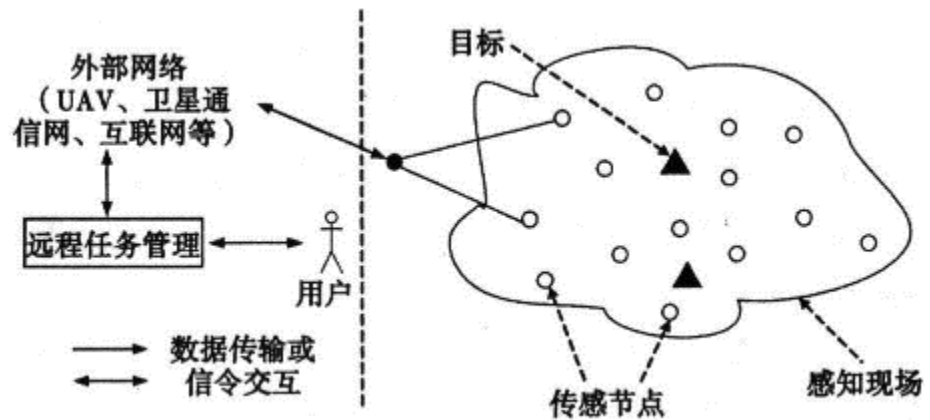
图 21：工业互联网领域无线模组根据功能可分为通信模组与定位模组



资料来源：申万宏源研究

无线传感网在传感器基础上延伸通信功能，广泛应用于工业生产、智能交通、环境监控等领域。无线传感器节点除了拥有传感器部件之外，还集成了微处理器和无线通信芯片，不但能从外界获取信息，还能对信息进行分析和传输。无线传感网是由大量微型、低成本、低功耗的传感器节点组成的多跳无线网络。无线传感网适合应用于长时间、大范围感知与通信场景，可以实时更新数据并且可以实现自动化。

图 22：无线传感网是由多个感知节点构成的多跳自组织网络



资料来源：《无线传感器网络体系结构研究》，申万宏源研究

从 RFID、无线模组、无线传感网技术总结，工业互联网边缘控制层将体现智能化（拥有算力）、微体积但集成化（集成通信功能）的趋势。

海量终端与数据要求在边缘层集成算力。工业互联网使工业生产各环节的设备、人、物料有机结合，连接海量终端的同时生成海量数据，且大部分数据为静态、低价值数据与冷数据³。若直连平台层、应用层将对网络层的通信产生巨大带宽压力，也伴随着平台层的

³ 静态、低价值数据指日常生成、对工业生产不具备参考价值的常态数据；冷数据指离线类不经常访问的数据，如备份数据、业务与操作日志数据、话单与统计数据。

数据存储压力。因此倾向于将专用与通用处理器混合应用于边缘工业设备，在数据产生后立刻进行数据的识别、分析与处理，同时满足实时控制和数据分析功能。

例如 HPE Edgeline 边缘网络设备采用 Atom、i5、Xeon 处理器，为 Windows 和 Linux 提供全套驱动以支撑数据处理、边缘分析、自主运维等功能。英特尔、思科、戴尔、华为、惠普、研华、西门子、GE 等边缘网关也采用了类似的技术架构。

存量工业设备接入工业互联网需要边缘算力进行协议解析。数据接入难度和成本是制约工业互联网平台应用的核心难题之一，目前国内工业发展水平与发达国家存在客观差距，较陈旧的存量现场设备接入需要在边缘集成协议解析功能。例如博世 IoT 集成了 10 余种工业协议，基于模块化 OSGi 架构下发至网关设备上灵活配置。

IT 算力下沉带动 CT 通信设备向边缘渗透，驱动 RFID、无线模组、无线传感网等厂商增长。边缘感知层的核心为各类传感与识别装置，具体包括 RFID 传感器、无线传感网、声光电等传感器/设备、条码/二维码、雷达等智能感知单元。在 IT 软硬件边缘化的趋势下，这些传感与识别装置与各类芯片提供的算力组合成为各类模组，同时与无线射频模组等连接或集成形成具备传感、计算、网络功能的边缘系统，将享受终端数与连接数爆发的红利。

表 5：ICT 巨头均布局边缘计算，算力与网络共同向边缘渗透

公司	事项
诺基亚	诺基亚是移动边缘计算第一批推动者，提出了建立在其通用 AirFrame 云平台的 MEC 解决方案，随后推出电信云软件和服务相组合，连同服务器、交换机和存储单元，这将为 5G 网络和物联网提供支柱。
华为	华为在德国慕尼黑举行的 MEC(Mobile Edge Computing) Congress 大会上发布了业界首个面向未来网络架构的 MEC@CloudEdg 解决方案，帮助运营商构建一个本地化、灵活、开放的网络平台，以满足未来对高质用户体验和高速应用创新的需求，随后推出推出 LampSite +Service Anchor 解决方案。
英特尔	英特尔 NEV SDK2 提供全能解决方案，这使应用程序开发人员加快他们的移植应用程序在边缘运行移动网络。它包括英特尔 MEC 参考库，服务器虚拟网络功能（NFV）和虚拟化平台和英特尔应用开发工具。2018 年，英特尔分别在安防监控、车载交通、零售和工业这四个大的行业进行了一系列落地的探索。
亚马逊	亚马逊在 2017 年发布了其边缘计算/IOT 重点软件 Amazon Greengrass，预示着进军边缘计算领域。
微软	2017 年微软首席执行官 Satya Nadella 在 Microsoft Build 开发者大会上作出声明，公司的云战略正朝着边缘计算方向发展：从微软宣布实行移动优先、云服务优先战略已经 4 年，最近微软 CEO 宣布这一战略正在向聚焦智能云、边缘计算等战略转变。
ARM	2017 年 11 月 ARM 推出针对物联网安全的 PSA 架构和针对边缘运算的 Mbed Edge，稳固与强化物联网市场基础建设与推动力道。
中兴	中兴通讯已拥有完整的 MEC 解决方案，以及包括虚拟化技术、容器技术、高精度定位技术、分流技术、CDN 下沉等核心技术和专利。相关解决方案覆盖业务本地化、本地缓存、车联网、物联网等六大场景，满足 ETSI 标准定义的 MEC Host 架构，并根据实际应用落地需求，综合考虑 MEC 管理系统、MEC 集中控制系统等方案定制。
中科创达	2017 年 6 月，中科创达发布了基于高通 APQ8016E 平台(Qualcomm Snapdragon 410E)，并集成了亚马逊 AWS Greengrass 以及 AWS Lambda 技术研发而成的边缘计算解决方案，旨在助力加速物联网设备产品化和应用的落地。
网宿科技	网宿正在构建一张庞大的智能计算网络，升级现有 CDN 节点为具备存储、计算、传输、安全功能的边缘计算节点，以满足万物互联时代的需求。
研华	2017 年，研华推出新一代 IoT 边缘智能服务器(Edge Intelligence Server, EIS)，搭载预配置的 Azure 服务，帮助客户将当前解决方案移动至云端，提升操作效率以及业务转型。

在 2018 年 1 月 9 日至 12 日，恩智浦半导体与物联网 (IoT) 行业伙伴 Google Cloud、Amazon Web Services (AWS)、Accenture、Au-Zone 和 ClearBlade 合作，在拉斯维加斯举办的国际消费电子展 (CES) 上展示了边缘计算的前沿发展及该技术在应用领域的强大潜能。

资料来源：诺基亚、华为、英特尔等公司官网，申万宏源研究

工厂内外两场景下，目前工业互联网边缘连接层分为工业物联和商业物联两阵营。工业互联网平台需要实现工厂内外两场景各类生产要素的泛在连接以及靠近边缘的计算分析，既涉及工业生产过程中的工业设备、系统的互联互通和实时分析控制，也包括各类消费产品的远程接入与数据预处理。

工业物联主要存在于工厂内部的边缘层，参与者主要是具备自有设备整合或协议转换集成优势的装备及自动化企业。如西门子 MindConnect Nano 支持西门子 S7 系列产品通信协议及 OPC-UA；自动化软件公司 Kepware 推出 KEPServerEX 连接平台，基于工业 PLC 的通信协议兼容转换，实现各类第三方工业设备的接入与管理。**商业物联主要存在于工厂外部的边缘层，参与者主要是 M2M 通信见长的企业。**如华为和思科凭借 NB-IoT、LTE-M 等移动网络技术优势打造物联平台。

未来随着工业协议的积累以及标准化协议的形成，边缘连接层各环节间边界将趋于模糊，竞争也将向头部集成能力出色、计算/通信技术储备深的厂商集中。

RFID 相关上市公司包括**厦门信达**（电子标签、RFID 读写设备、RFID 天线以及 RFID 应用系统等）、**科陆电子**（电力设备领域，RFID 读写器、RFID 手持机、RFID 电子标签及相关 RFID 硬件）、**远望谷**（覆盖智能交通、零售、图书等行业）、**达华智能**（非接触 IC 卡和电子标签）等。

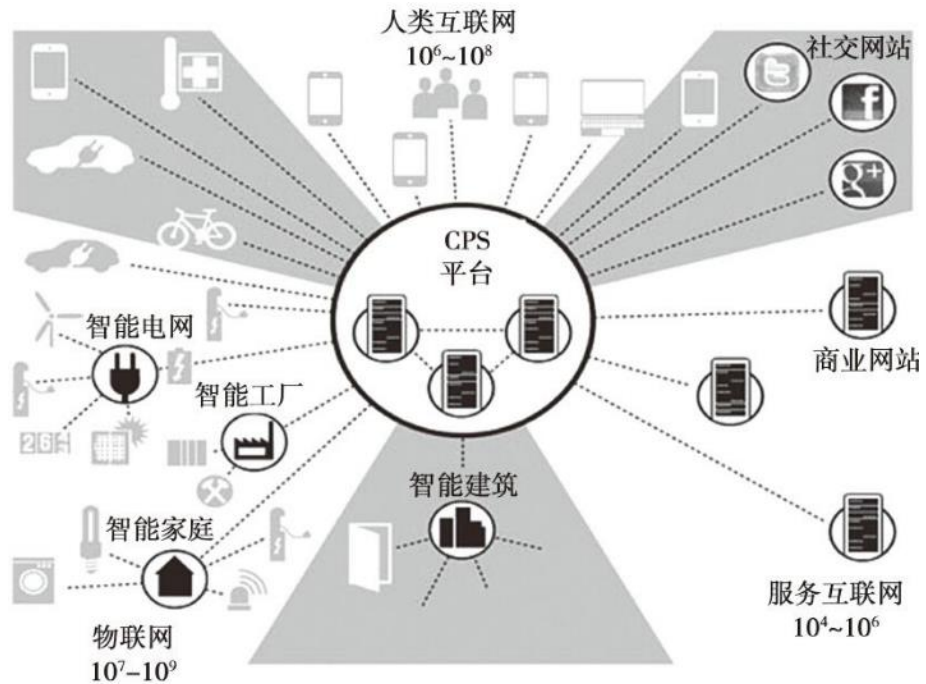
无线模组相关上市公司包括**移为通信**（以定位模块为主）、**移远通信**（NB-IoT 模块领先）、**广和通**（FIBOCOMGSM/GPRS/UMTS/HSPA+ 无线通信模块、GNSS 模块以及 OBD 模块，与高通合作）、**高新兴**（收购中兴旗下无线通讯模块子公司中兴物联，在车联网、卫星通信领域积淀深厚）、**映翰通**（科创板，M2M 到 IoT “云+端”方案的工业互联网领航者）等。

核心芯片相关上市公司包括**乐鑫科技**（科创板，深耕 WiFi MCU 通信芯片及模组）、**澜起科技**（科创板，内存接口芯片龙头，技术驱动型公司）等。

2.2 网络连接层：海量终端、数据引爆通信服务与设备需求

工厂的数字化要求与大量新联网设备需要工业互联网的承载。工厂内大量设备（如 AGV/机器人、移动手持设备）与大量新的业务流程（资产性能管理、预测性维护、人员/物料定位等）被引入，工业领域内虽已存在多种技术，但在海量终端与数据的要求下，难以实现数据的互操作与无缝集成。工业互联网网络连接的目标是完成系统间的互联互通，实现数据跨系统、跨行业的充分集成与流动，满足工业对通信服务与设备的需求。

图 23：工业互联网接入海量设备，数据量引爆通信服务与设备需求

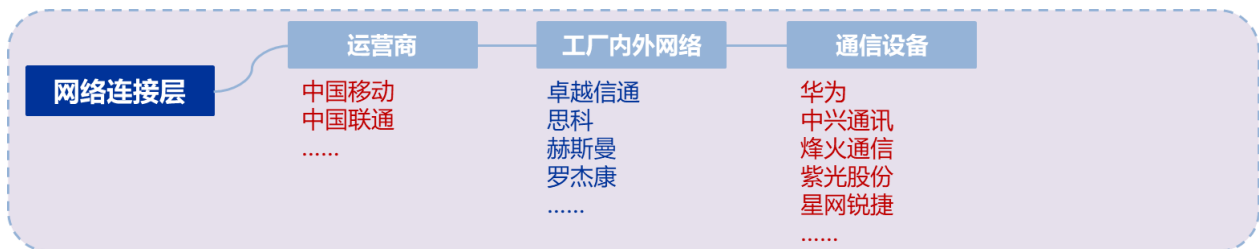


资料来源：博世 (BOSCH , 2012), 申万宏源研究

网络连接层通过公网或者专网以无线或者有线的通讯方式将信息、数据与指令在边缘计算层与平台及应用层之间传递。工业互联网的网络连接可分为有线网络和无线网络。有线网络的关键技术包括双绞线以太网、工业无源光网络 PON、时间敏感型网络、确定性网络等；无线网络则包括 3G、4G、5G、NB-IoT 等移动通信网络。

运营商主导工业互联网网络方案，带动下游工厂内外网络和通信设备厂商。中国移动构建工业互联网“1+4”产品体系，1 个行业基础平台 4 个垂直行业应用，帮助企业转型，实现工厂联网；中国联通集中 5G 支撑、云网融合、大数据和平台赋能四方面发力，全力支持工业互联网发展等。

图 24：网络连接层主要环节包括运营商、工厂内外网络、通信设备等



注：标红为有代表性的 ICT 公司，尤其通信行业上市公司。

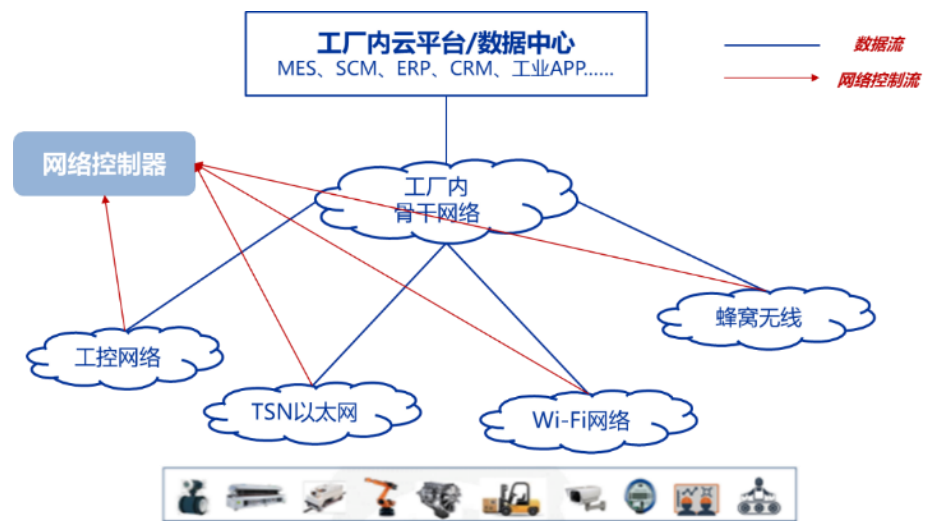
资料来源：申万宏源研究

工厂内网络和工厂外网络是网络连接层的两大重要场景，其中工厂内网络强调 OT-IT 融合，工厂外网络强调上云专线需求。

(1) 工厂内网络现有架构效率低下，未来将体现 IT 与 OT 融合、开源开放、部署灵活三大趋势。

工厂内网络可进一步划分为骨干网络与边缘网络。骨干网络与边缘网络通过 PON 互联，所有网络设备由网络控制器进行统一管理；边缘网络所采用的通信技术主要是现场总线、工业以太网、通用以太网、WLAN、蜂窝无线等，以实现智能设备之间的互联；骨干网络要求高带宽、高速率，以实现各边缘网络、工厂内云/数据中心的互联。

图 25：工业互联网工厂内网络可划分为骨干网络与边缘网络



资料来源：工业互联网网络连接白皮书，申万宏源研究

现有工业无线网络因技术短板明显，未能广泛应用。目前主流的工业无线网络技术包括 Wi-Fi、ZigBee、WirelessHART、WIA-PA 等。这些技术主要基于短距(如 IEEE 802.11)或者近距(如 IEEE 802.15)标准，在可靠性、数据传输速率、覆盖距离、移动性等方面存在不足，仅用于工厂内部信息化、设备信息采集以及部分非实时控制等目的，未推广应用。

表 6：工厂内有线网络包括以太网、TSN、工业 PON、确定性网络等

技术	主要优势与特点	适用场景
单对双绞线以太网	技术成熟、标准度高，高带宽低成本，满足现场需求	中长距（最大 1000 米）且范围内要求数据供电的建筑控制、电梯控制、过程控制等
时间敏感网络 TSN	支持高速率、大带宽的数据采集，提供高实时、高稳定的数据传输	适用于对时间非常敏感的应用，如数据实时上班、指令控制下发等
工业无源光网络 PON	可靠性、安全性高；部署简单灵活；大容量，支持多业务承载	用于工厂内边缘网络与骨干网络的链接
确定性网络 DetNet	严格保证跨域子网之间的确定性传送	工业设备联网、厂房建筑自动控制等较大范围内多实时边缘网络互连的场景中

资料来源：申万宏源研究

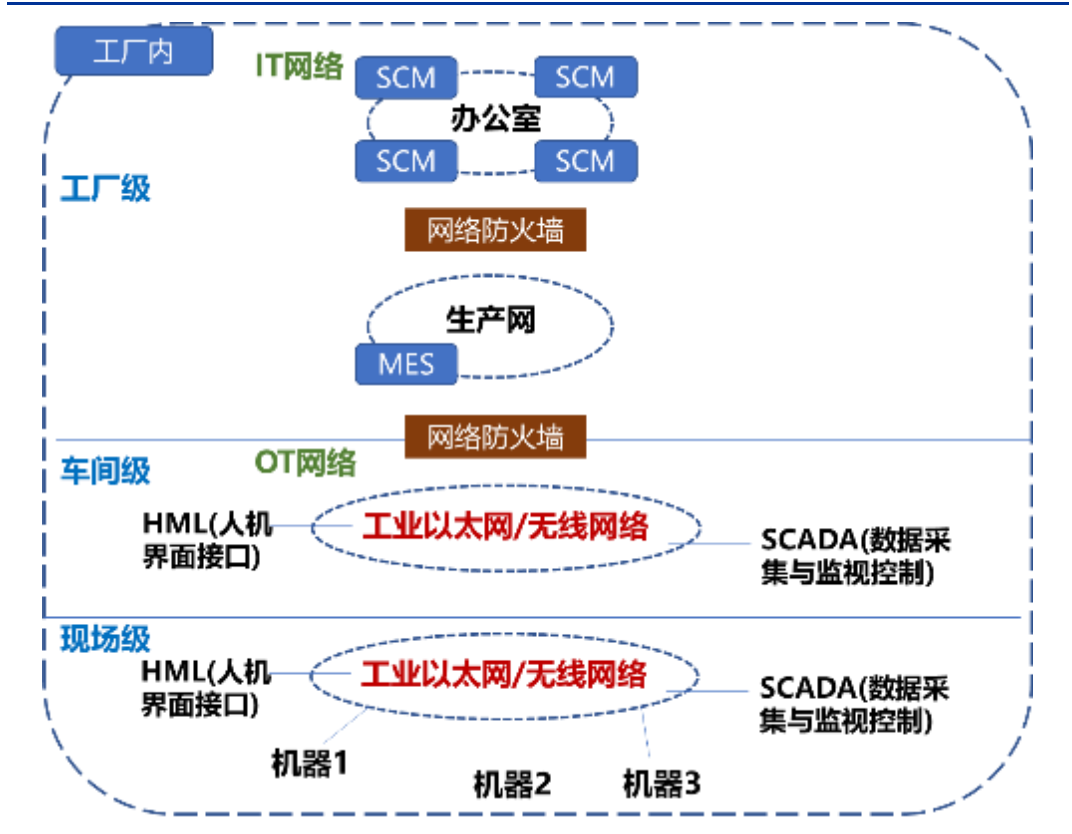
表 7：工厂内无线网络的新兴技术包括 MulteFire、5G uRRLC 等

技术	主要优势与特点	适用场景
免授权频段的蜂窝无线技术 MulteFire	覆盖距离更远、移动性更好、容量更大、安全性更高且传输时延低	MulteFire 宽带方案适用工厂内的宽带数据传输需求或承载对时延敏感的控制类业务，窄带物联方案更适合低速率、对时延不敏感的低功耗业务
5G uRRLC	时延和可靠性高	智能设备间的密切协同和无碰撞作业，对时延、可靠性要求高的数据交换业务

资料来源：申万宏源研究

传统的工厂内网络的“两层三级”结构通信效率较低。“两层”是指“工厂 IT 网络”和“工厂 OT 网络”（OT 指 Operation Technology，操作技术）两层技术异构的网络；“三级”是指根据目前工厂管理层级把网络划分为“现场级”、“车间级”、“工厂级/企业级”三个层次，每层之间的网络配置和管理策略相互独立。虽然目前“两层三级”网络中已部分应用工业以太网通信接口，但仍有大量的现场设备依旧采用电气硬接线直连控制器的方式连接，无线通信也只是应用于部分特殊场合，灵活性、实时性、可靠性较差。

图 26：传统的工厂内网络呈现“两层三级”结构



资料来源：工业互联网网络连接白皮书，申万宏源研究

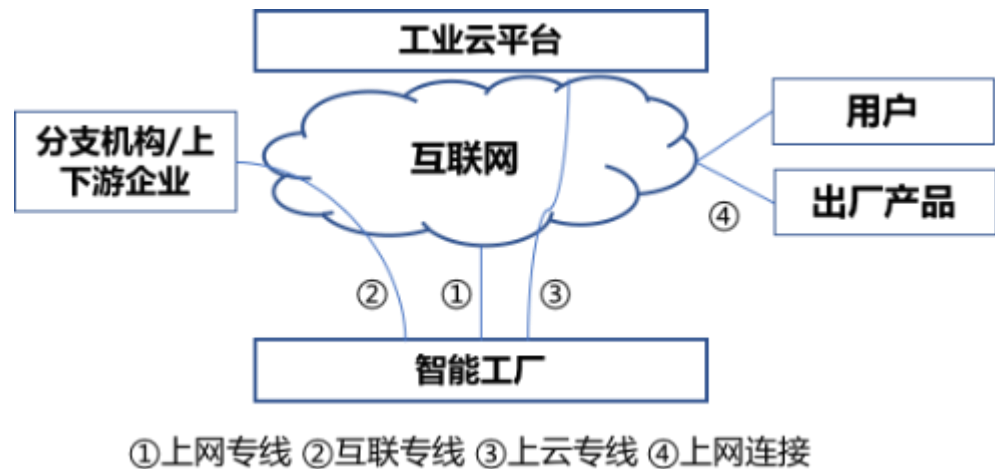
工业互联网时代，工厂内网络的三大趋势将极大提升工业通信效率，同时 5G 将替代传统工业通信解决工业互联网痛点。①IT 与 OT 融合：传统“两层三级”架构严重影响信息互通效率，为了满足对现场级实时数据的采集需求，OT 网络与 IT 网络呈现融合趋势，有线与无线的网络部署呈现协同趋势；②开源开放：工厂内网络的技术、环节、数据都将

打破传统工业网络众多制式间的壁垒，对外或对内开放；③**部署灵活**：未来工业内网络能够实现灵活生产及可视化网络管理，生产与部署弹性化。

（2）工厂外网络关注“专线”需求。

工厂外网络结构“三线一连”包括“**上网专线、互联专线、上云专线**”三个专线以及**出厂产品的“上网连接”**。上网专线能够实现用户或产品对智能工厂的访问；互联专线用以实现智能工厂对分支机构或上下游企业间的互联；上云专线是指智能工厂与工业云平台的互联，国家“百万企业上云”的推进拉动了工业企业专线需求；上网连接是指出厂产品到互联网的连接，进而与智能工厂或工业云平台互联。

图 27：工业互联网工厂外网络呈现“三线”及“一连”结构



资料来源：工业互联网网络连接白皮书，申万宏源研究

目前工厂外互联网广泛使用的运营商专线业务主要包括 **MPLS VPN 专线与基于 OTN 的光网专线**。MPLS VPN 虚拟专网基于 IP/高速标签转发技术可以实现业务等级区分，能够为用户在公共 MPLS 网络上构建企业虚拟专网以满足分支机构间的安全可靠工业传输；OTN 智能光网络是满足大颗粒电路调度需求的方案，可以实现端到端的物理专网，满足大带宽承载的企业需求。

此外 **5G 切片的应用也是专线需求的重要补充**。传统专网往往建设成本高昂，但基于 5G 技术的公众互联网可以为工业企业提供类似专线的高质量网络连接。在企业级市场，欧美部分运营商通过提供专用频率或租赁的方式建设专网；当前 5G 建设的最终目标是 SA 组网，此时公网相比专网具有低成本高性能优势，同时能够提供速率与可靠性的保证。

表 8：工厂外移动通信网络类型

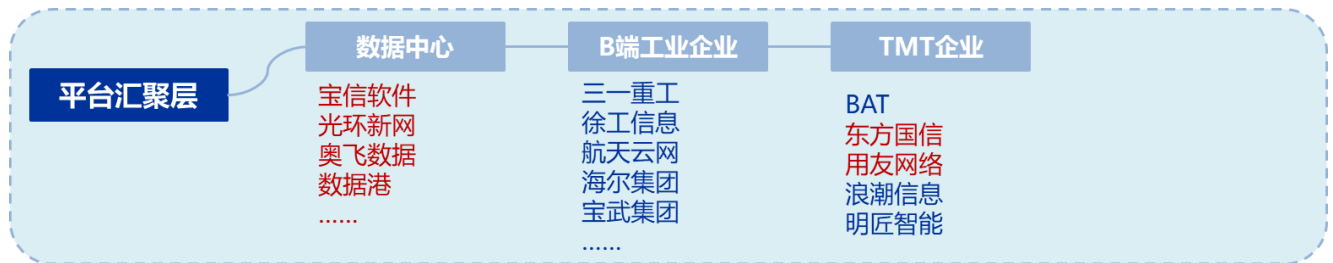
技术	主要优势与特点	适用场景
LTE	网络时延小、带宽大、可靠性较高，可满足高速传输需求，覆盖范围更广	满足工业互联网工厂外网络普遍覆盖和高速传输需求，实现 IT 系统与互联网融合、工厂与公有云之间的数据传输
NB-LoT	具有覆盖广、连接多、速率低、成本低、功耗少、架构优	工厂收集工厂外设备或产品整个生命周期的工况状态与环境参数，优化生产流程，实现工厂对服务化转型升级
5G	高流量、低延时，负载调度功能灵活均衡	更好地支撑工业互联网逐渐兴起的大流量业务，如虚拟工厂和高清视频远程维护等业务。5G 网络还支持工厂内、外的大量设备监控

资料来源：申万宏源研究

2.3 平台汇聚层：巨头主导，产业链协同效应具差异性

平台汇聚层是指基于 PaaS 叠加大数据处理、工业数据分析等功能，构造满足工业实时、可靠、安全的云平台，构建可扩展的云操作系统。

图 28：平台汇聚层主要环节包括数据中心、B 端工业企业、TMT 企业等



注：标红为有代表性的 ICT 公司，尤其通信行业上市公司。

资料来源：申万宏源研究

当前不同类型企业（如工业、自动化、TMT 等）已建立起不同细分的工业互联网企业级平台。工业互联网平台渗透工业企业生产经营各环节，因此需要对各自细分领域的模式、流程具有极深 knowhow，工业企业凭借经验与行业理解，部分巨头已在内部建立起较成熟平台；TMT 巨头则立足自身基础技术平台，提供通用算法与工具，与 B 端工业企业协同互补，在特定领域内形成一定的聚集；自动化等厂商则凭借某项技术专长，凭借积累的客户资源在相关行业持续渗透。

但，不同类型工业互联网平台所覆盖、精通的领域差异显著。梳理已有工业互联网平台，可总结三点规律：

1) 根据产业链位置，各类平台可分为云、管、端三类，其中“云”主要包括阿里、华为、用友等 TMT 公司，“管”则以运营商为主，“端”包括众多细分行业的专有平台。

2) “端”侧平台的精细化、专业化程度高，且已有大量成熟商用方案。但各类平台大多覆盖少数领域，很难做到全行业复制。

3) “云”侧平台中，TMT 巨头凭借技术优势可拓展至数个领域，但基本以通用平台为主，渗透率有待提升。

表 9：不同类型企业已建立起各行业的工业互联网企业级平台

类型	公司	平台	发布时间	面向行业	案例
典型工业企业	航天云网	INDICS 平台	2017 年 6 月	汽车，电子，机械制造，电力（风电），家电，工业（数控机床）	河南航天液压气动公司产品协同设计。
	树根互联（三一重工）	根云平台（机械）	2017 年 2 月	机械制造，新能源装备，很多细分 2019 年 6 月铸造产业链、注塑产业链、纺织产业链等在内的 14 个行业云平台	与久隆保险共同推出 UB 挖机延保产品数据平台。
	徐工信息	Xrea 平台	2016 年	机械制造（工程机械、新能源、军工）等，钢铁	某有色企业基于该平台实现生产过程优化，提高生产效率。
	中科云谷（中联重科）	ZValley 平台	2018 年 12 月	汽车制造、纺织、装备制造、电子	为工程机械客户量身打造的智能化设备管理平台：中科云谷·智管——“中联 e 管家”。
	海尔	COSMOPlat 平台	2017 年	家电，电子，纺织，机械制造，化工	基于海尔 COSMOPlat 平台的洗衣机个性化定制。
	中船工业	船舶工业智能运营平台	2018 年	船舶	基于船舶工业智能运营平台的产业链协同。
	美云智数	MeiCloud 平台	2017 年	汽车，新能源，家电，纺织，商超	对美的空调武汉工厂进行智能改造。
	富士康	BEACON 平台（电子）	2017 年	电子，安防	富士康基于 BEACON 平台的能耗优化。
	潍柴工业大数据	工业大数据	2017 年	机械，化工，电子，通信，家电，医药，轻工，船舶，汽车，建材，石油化工，有色金属，钢铁	监控潍柴发动机产品运行状态，实现精准化。智能化保养和诊断，参数上传到分析结果反馈用户耗时只需 2 秒。
零售商超	永辉	范式零售云	2019 年 8 月	零售	
自动化企业	和利时	HiaCloud 平台	2017 年	电力，石油化工，新能源（核电）	基于 HiaCloud 平台的生产质量优化。
	浙大中控	sup os	2017 年 12 月	石油，化工，电力，核电，冶金，造纸，建材，医药	实施长岭石化、北海石化、塔河石化等大型炼油联合装置项目
	智能云科	iSESOL 云平台	2018 年	中小企业	基于 iSESOL 云平台的机床租赁应用。
海外	GE	Predix 平台	2013 年	医药，汽车，电子，化工，石油	布鲁斯电力公司核电设备健康管理。
	PTC	ThingWorx 平台	2016 年	水务，电力，能源，建筑	HiroTec 基于 ThingWorx 平台的设备预测性维护。
	ABB	ABB Ability	2017 年	石油，化工，采矿，电力，水	美国电力公司基于 ABB Ability

	平台		务, 交通, 建筑	平台实现设备预测性维护。
施耐德	EcoStruxure 平台	2016 年	轻工, 汽车, 电子信息	福特汽车基于 EcoStruxure 平台的能耗管理优化。
西门子	MindSphere 平台	2016 年	汽车, 石油, 采矿, 化工, 船舶, 工程机械, 水务, 医药	格林机床应用 MindSphere 平台实现了失效报警等功能。

资料来源：Wind，iFind，各公司官网，申万宏源研究

图 29：不同类型工业互联网平台所覆盖、精通的领域差异显著

	机械	钢铁、化工	电子	家电	汽车	零售、安防	建筑
云		ET工业大脑 (阿里巴巴) FusionPlant (华为) 精智平台 (用友)				ET工业大脑 (阿里巴巴) AI Cloud 开放平台 (海康威视)	BIM/智慧工地 (广联达)
管	中国联通 (CUII等, 5G+) 中国移动 (OneNET等, 5G+) 某电信						
端	树根互联 (三一重工) Xrea平台 (徐工)	ProMACE平台 (石化盈科) 宝信工业互联网 (宝信)	BEACON平台 (富士康) 网络协同生产 (京东方等)	INDICS平台 (航天云网) COSMOPlat (海尔) MeiCloud平台 (美的)	整车企业普遍实现核心工艺自动化	范式零售云 (永辉)	
	海外工业流程平台: GE-Predix, 西门子-MindSphere, 施耐德-EcoStruxure, ABB-ABB Ability等						
	海外AGV等工业机器人: 库卡, ABB, 发那科等						

资料来源：申万宏源研究

上述产业链协同效应差异性的根源在于 行业 knowhow 影响了平台向不同细分渗透、复制的难度。具体因素包括：(1) 智能化后边际改善的高低：原本的自动化程度等。(2) 流程的复杂性：行业的技术壁垒。(3) 行业本身：格局、产业链特点（原材料是否简单、流程是否标准化、产成品是否多样化、需求是否高度定制化等）。例：TMT 智能平台在钢铁、化工领域渗透较多，但家电、汽车鲜有成熟平台。

因此并非“大而全”的平台就一定具备强的竞争优势，而在关键领域具备较深理解、较专业定位的公司更容易向相似领域持续渗透。

表 10：行业 knowhow 影响了 TMT 平台向不同细分渗透、复制的难度

行业举例	钢铁、化工等	电子、机械等	家电、汽车等
TMT 平台复制难度	较容易	一般难	较难
难度体现	较多 TMT 平台横跨多行业；传统企业也可向外拓展复制	大型知名平台一般是传统企业自研	少数是传统企业自研，甚至空缺
智能化后边际改善	高（过去自动化程度较低，智能制造的替代空间大，因而价值量高）	本身有一定人机协同基础，但同样属于劳动力密集，有改善空间	整车厂基本均已实现各环节自动化
流程的复杂性	流程相对固定，标准化程度高	电子技术更新快，工艺迭代周期较短，需要柔性流程（例如 OLED 代际、芯片制程、封装工艺等升级）	制造经验积累重要（如汽车变速箱、发动机制造）
行业本身：格局	供给侧改革后产能趋于集中，容易集中力量办大事	细分子行业较多	新势力众多，竞争较激烈
行业本身：产业链	上下游相对集中，产业链模式较简单	子行业较多，下游较分散	汽车上游零部件众多，是当前量产的最复杂的工业系统。汽车、家电下游直面消费者，需求端较复杂

资料来源：申万宏源研究

另外，数据中心是平台层重要的基础设施环节。一方面，底层各联网设备、业务流程产生的数据通过工厂内、工厂外网络汇聚至企业数据中心或工业云数据中心；另一方面，为了打破信息孤岛，过去分散部署在各服务器的业务系统，如 MES、PLM、ERP、SCM、CRM 等也集中部署到工厂内数据中心或云平台。

工业互联网将为数据中心行业带来增量需求。目前我国工业上云刚刚起步，未来对上游互联网基础设施领域需求的持续旺盛，工业数据中心存在较大发展空间。工业互联网下数据是工业企业核心资产，内部 MES/ERP 尤其财务系统数据一般在私有云处理、存储，同时各业务环节数据要求互联互通且协同，因此对工厂内数据而言，需求将从过去的传统各业务单元数据中心演变为私有云数据中心；外部数据中心需求主要体现在云专线连接的行业公有云以及政务系统等。

以工业互联网为代表的 B 端流量粘性高，需求将持续爆发。流量爆发是数据中心行业长期增长的驱动力，过去存量需求主要来自 C 端市场，5G+工业互联网的应用将带来 B 端流量的持续增长，且企业级流量的粘性高于 C 端，各类数据中心需求将长期向上。

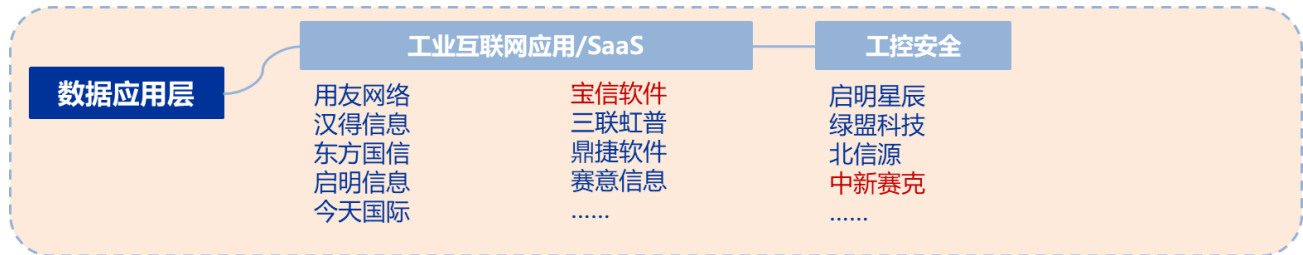
工业 PaaS 相关上市公司包括：东方国信（工业互联网平台 Cloudiip）、用友网络（拥有工业互联网平台）、浪潮信息（浪潮 M81）等均有工业互联网操作平台。

数据中心相关的上市公司包括宝信软件与光环新网。宝信软件作为钢铁信息化的龙头企业借其信息化能力成为数据中心领导企业，在上海区域市场形成了规模化发展 IDC 产业的核心竞争能力。光环新网在 IDC 积累 20 年经验，IDC 资源储备丰厚，在技术水平、基础建设方面形成显著壁垒。

2.4 数据应用层：工控安全与工业大数据值得关注

数据是工业企业除厂房、设备等之外的重要资产，基于平台层之上的数据应用极具价值。数据本身来自于工业生产各环节，但海量终端产生的数据大多数是没有直接应用意义的，一般只有短期的异动或者斜率变化才是有意义的，或者需要对数据进行深度挖掘。这就要求上层应用在打通各环节信息的同时，也要注重挖掘各类数据的潜在价值。

图 30：数据应用层主要环节包括各类应用以及数据安全环节



注：标红为有代表性的 ICT 公司，尤其通信行业上市公司。

资料来源：申万宏源研究

工业互联网应用热度各领域存在差异，数据分析能力与工业机理壁垒是决定性因素。

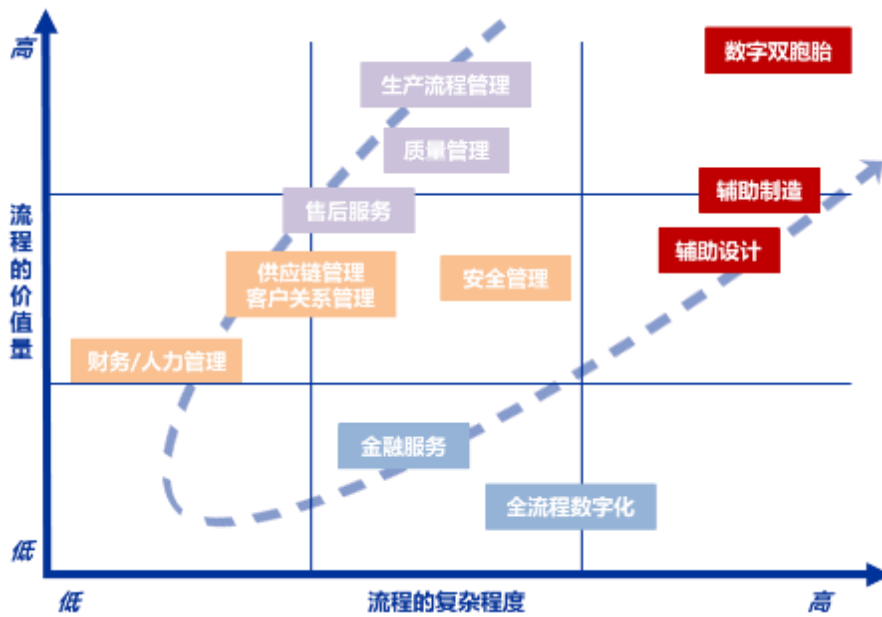
由于应用的开发复杂性不同，优化价值与效果不尽相同。数据是平台的核心资产与价值来源，数据分析、挖掘、利用的程度决定了平台的应用价值。目前，结合模型和深度数据分析的资产管理服务与生产过程管控环节应用较多，为工业企业创造了优化价值；与工业机理深度融合的平台在开发过程中具有较高壁垒，交付成本高昂，应用开展难以保持成效，具有高机理复杂度的应用占比较低。

纵深上看，工业互联网平台应用呈现“深度数据分析-云化资源对接-数据机理沉淀”三个发展层次，强调数据价值。当前热点应用主要是基于“模型+深度数据分析”的资产设备管理服务、生产过程管控等；上云、物联、可视化的生产过程管控、企业运营管理和资源优化配置等初步应用；未来基于平台的产品研发仿真服务处于探索阶段。

“开源节流”是企业智能制造的最原始诉求，制造业的智能渗透一般从生产环节入手。从流程价值量以及复杂程度角度，一般有以下顺序：从价值量最高、复杂程度中等（有一定 knowhow）的生产环节开始；然后到价值量适中、复杂程度低的财务、HRM、CRM 环节；最终到价值量、复杂程度均高的制造与工艺管理环节。

各类应用新增价值量遵循“先中-再低-最后高”的顺序（三一、卡特彼勒、宝钢等案例均可证明），通过应用所处阶段，可以判断工业互联网体系成熟程度与渗透进展。

图 31：流程价值量与复杂程度角度决定了不同类型应用的智能渗透顺序



资料来源：工业互联网平台白皮书，申万宏源研究

数据作为平台应用的核心环节，安全是工业互联网产业刚需。安全作为工业互联网三大体系之一，是网络与数据的保障。工业互联网平台采集、存储、利用的数据将成为工业企业与第三方的重要生产资料，数据资源体量大、种类多、关联性强、价值分布不均、不同领域数据保护利用差异大，若后台遭入侵或用户、生产信息等被泄露，将导致工业企业重大财产损失。因此对于整个工业互联网产业而言，安全需求将长期持续。

工业大数据对于不同规模工业企业而言应用场景不同：大企业体现高价值，中小企业注重普及与创新。

大企业通常信息化基础较好，但针对工业互联网的改造需求与新增需求仍庞大，主要布局特定场景和全产业链两类高价值应用。大型工业企业各类 ICT 设备建设相对完善，生产数据规范性、产业链整合情况较好，一方面主要对特定场景进行深度数据挖掘、优化设备及生产经营环节，另一方面着重对产业链进行要素打通，提升上下游协同与资源整合能力。

小企业以传统工业应用普及为主，聚焦部分创新性应用，体现上游数据中心以及网络层、边缘层的长尾需求。一方面基于平台部署经营管理类云化应用，另一方面聚焦金融服务等创新业务。重点部署以进销为代表的经营管理类云化应用，以及以生产可视化、设备 OEE、物料管理为代表的简单生产管理系统，在此基础上叠加数据分析，节约企业成本。

工控安全相关上市公司**中新赛克**值得关注。公司推出工业互联网安全产品和解决方案，通过分析工业资产的指纹、漏洞信息、安全事件信息等海量数据，建立工业互联网安全知识共享平台，可以对严重的工业互联网安全事件、高危安全漏洞、重大损失等进行预警，并通过流量分析技术实现完整的安全事件溯源取证。

布局细分垂直领域的工业互联网的相关上市公司包括**宝信软件**（目前上海地区规模优势最大的 IDC 项目，钢铁信息化空头）与**三联虹普**（多元发展的纺织行业 EPC 龙头）。

4. 相关重点公司

宝信软件：（平台层+基础设施）受益于 5G 的工业互联网深度应用带来的数据/流量爆发，基础设施环节的 IDC 业务新增庞大潜在需求；传统优势的钢铁信息化与自动化提供工业领域跨行业的理解能力与技术能力。

东方国信：（平台层、应用层）工业互联网平台 cloudiip 跨十个行业应用，搭建数百个工业微服务、工业 App，大数据能力核心优势成就平台层龙头。

用友网络：（平台层、应用层）核心工业 Knowhow 从平台层实现制造过程的全生命周期管理。用户积累、生态基础、产品力、云研发等体现工业互联网平台优势。

中新赛克：（安全层）作为 5G 后周期核心标的，将充分受益于各行业流量爆发；工控安全是工业互联网重要保障，通过流量分析实现工业安全事件的溯源取证，安全经验与客户导入，产品在相关部门及工业企业初步应用。

紫光股份：（网络连接层）H3C 在企业级市场长期布局，国内网络设备领域绝对龙头，将受益于 B 端工业领域流量爆发带来的交换机、路由器、园区 WLAN 等需求的提升。此外边缘计算方案也有望在企业级领域持续渗透。

星网锐捷：（网络连接层）从企业级网络设备切入数据中心网络设备供应商，阿里白牌渗透+电信侧运营商 WLAN 产品份额领先，流量主线明确受益标的。

移远通信：（边缘控制层）国内物联网模组龙头公司，覆盖工业控制等丰富产业应用。5G 模组研发和量产进度领先，具有跨行业产品服务和方案定制能力。

移为通信：（边缘控制层）聚焦追踪类物联网终端及外高端市场，工业互联网提前布局，可以满足工业自动化控制、精细化管理客户的高端需求。

广和通：（边缘控制层）公司开发高质量的无线通信和 GPS 模块，通信模组产品满足工业级应用需求，携手英特尔抢占行业市场份额。

乐鑫科技：（边缘控制层）产品覆盖工业控制等领域的核心通信芯片。受益于 5G 带动的工业互联网应用，原本技术成熟的 WiFi MCU 通信芯片及模组产品延伸到工业控制领域。

澜起科技：（边缘控制层）工业互联网对于存储器有庞大潜在需求，DDR2 到 DDR4 内存产品提供完整解决方案，产品已进入国际主流内存、服务器和云计算相关领域。

表 11：工业互联网重点公司估值表

证券代码	证券简称	20200313		PB	申万预测净利润 (亿元)				PE		
		收盘价 (元)	总市值 (亿元)	2018A	2019E	2020E	2021E	2019E	2020E	2021E	
600845.SH	宝信软件	47.40	446.52	8.0	8.80	11.30	14.11	50.7	39.5	31.6	
300166.SZ	东方国信	16.90	178.58	3.2	6.17	6.45	8.14	28.9	27.7	21.9	
600588.SH	用友网络	43.79	1,096.68	17.1	7.81	10.67	14.84	140.4	102.8	73.9	
002912.SZ	中新赛克	163.51	174.50	11.5	2.92	3.66	5.23	59.8	47.7	33.4	
000938.SZ	紫光股份	43.02	878.86	3.2	20.89	25.88	32.03	42.1	34.0	27.4	
002396.SZ	星网锐捷	46.05	268.60	6.4	7.36	9.14	-	36.5	29.4	-	
603236.SH	移远通信	214.34	191.15	11.5	2.14	3.43	5.06	89.4	55.8	37.8	
300590.SZ	移为通信	53.63	86.61	8.7	1.64	2.16	2.82	52.8	40.2	30.8	
300638.SZ	广和通	73.48	98.63	7.6	1.76	2.61	3.44	55.9	37.7	28.6	
688018.SH	乐鑫科技	227.51	182.01	11.3	1.27	1.78	2.27	143.3	102.3	80.2	
688008.SH	澜起科技	86.56	977.97	13.3	9.18	11.07	12.42	106.5	88.3	78.7	

资料来源：Wind，申万宏源研究

注：移远通信、移为通信、广和通盈利预测取 Wind 一致预期。

信息披露

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过 compliance@swsresearch.com 索取有关披露资料或登录 www.swsresearch.com 信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东	陈陶	021-23297221	chentao1@swhysc.com
华北	李丹	010-66500631	lidan4@swhysc.com
华南	陈左茜	755-23832751	chenzuoxi@swhysc.com
海外	胡馨文	021-23297753	huxinwen@swhysc.com

股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的6个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入 (Buy)	：相对强于市场表现20%以上；
增持 (Outperform)	：相对强于市场表现5% ~ 20%；
中性 (Neutral)	：相对市场表现在 - 5% ~ + 5%之间波动；
减持 (Underperform)	：相对弱于市场表现5%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好 (Overweight)	：行业超越整体市场表现；
中性 (Neutral)	：行业与整体市场表现基本持平；
看淡 (Underweight)	：行业弱于整体市场表现。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数：沪深300指数

法律声明

本报告仅供上海申银万国证券研究所有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司 <http://www.swsresearch.com> 网站刊载的完整报告为准，本公司并接受客户的后续问询。本报告首页列示的联系人，除非另有说明，仅作为本公司就本报告与客户的联络人，承担联络工作，不从事任何证券投资咨询服务业务。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本公司特别提示，本公司不会与任何客户以任何形式分享证券投资收益或分担证券投资损失，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及(若有必要)咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。市场有风险，投资需谨慎。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。