



5G技术浅析

在工业/装备制造业应用前景分析

演讲人： 刘丹博士 副总工/教授级高工

2019年10月·北京·中国工业计算机大会

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所
Instrumentation Technology & Economy Institute, P.R.China (ITEI)

01

我国移动通信技术发展

02

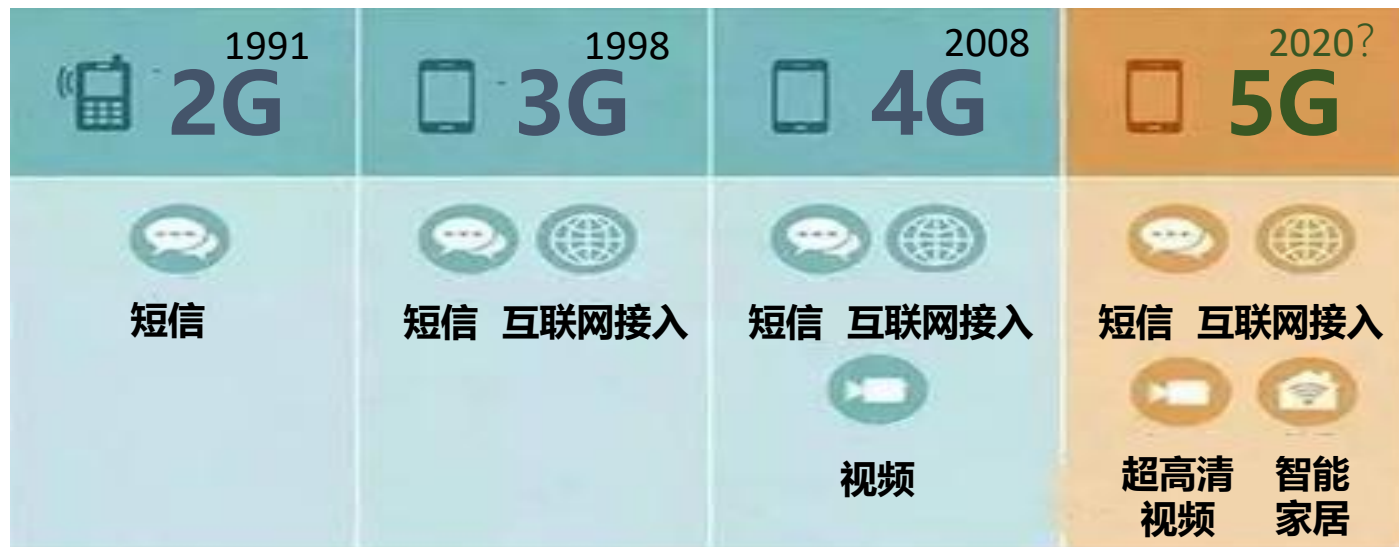
5G在工业的应用

我国移动通信技术发展

移动通信技术的发展

- ◆ 1G = 模拟语音
- ◆ 2G = 数字化语音
- ◆ 3G = 多媒体通信
- ◆ 4G = 无线宽带
- ◆ 5G = 万物互联

G = **Generation** = 代



5G时代

我国移动通信技术走过的路



- ◆ **1G时代**: 中国采用欧洲的技术、美国的频段，非驴非马，结果没有规模经济性，设备昂贵，还不能漫游
- ◆ **2G时代**: 中国采用了“原汁原味”的GSM技术，才创造了当时移动通信大发展的好局面，但就因缺乏自身的技术专利而支付了巨额的专利费

产品、设备、终端、芯片、仪器仪表等设备几乎全被诺基亚、朗讯、摩托罗拉、飞利浦、爱立信、高通等所垄断，中国企业在国内设备市场仅占5%-10%的份额。在2G上，中国企业支付的专利费达数千亿元，采购GSM进口设备5000亿元

2G-3G：高通的CDMA技术及通信芯片一手遮天——“高通税”

- ◆ **3G时代**：我国整个电信产业界都希望能真正参与3G标准制定，搞懂游戏规则，同时为中国企业**赢来话语权**——1998年向3GPP提交TD-SCDMA国际标准，成为三大3G标准之一



政府为主导，企业为主体

2002年，由大唐发起成立TD-SCDMA联盟，从最初7家成员现已发展到100多家，覆盖了产业链所有环节，带动了几百家企业加入供应链，包括大唐移动、华为、中兴、普天等设备企业，联芯科技、海思、展讯等芯片企业，中创信测、创远等测试仪表企业，**我国移动通信首次实现了从“无芯”到“有芯”的突破**

撬动整个移动通信格局——以标准带动一条产业链

我国移动通信技术走过的路



◆**4G时代：中国成为游戏规则的制定者之一**，手握4G标准的中国成为全球通讯格局中不可忽视的一股力量，欧、美、中形成三足鼎立之势

2018年统计，中国在4G技术中专利份额不会低于40%

中国的全球通讯地位更上一层楼。我国手机品牌如华为，小米，oppo等迅速发展，开始与全球手机巨头三星，苹果同台竞技

全球产业链支撑：在2017年，TD-LTE 基站有200万，占全球4G基站的40%，全球支持 TD-LTE 的终端近4269款，支持 TD-LTE 的手机3255款以上

第一次提出我国主导的具有全球竞争力的4G标准——TD-LTE

我国移动通信技术走过的路



◆5G时代

标准制定

5G标准的较量在于信道编码之争，此前有Turbo码(法)、LDPC码(美)和Polar码(中)三种编码方案纳入3GPP讨论



2016年10月，美国高通的LDPC码，率先被3GPP采纳为5G 增强移动宽带场景的数据信道编码



2016年11月，中国华为Polar编码，被3GPP采纳为5G 增强移动宽带场景的控制信道编码方案

5G的影响力如此之大，那么拿下5G的标准，制定5G的游戏规则，重要性可想而知——不仅能够通过收专利费财源广进，更能够定义全球通讯格局。

我国移动通信技术走过的路

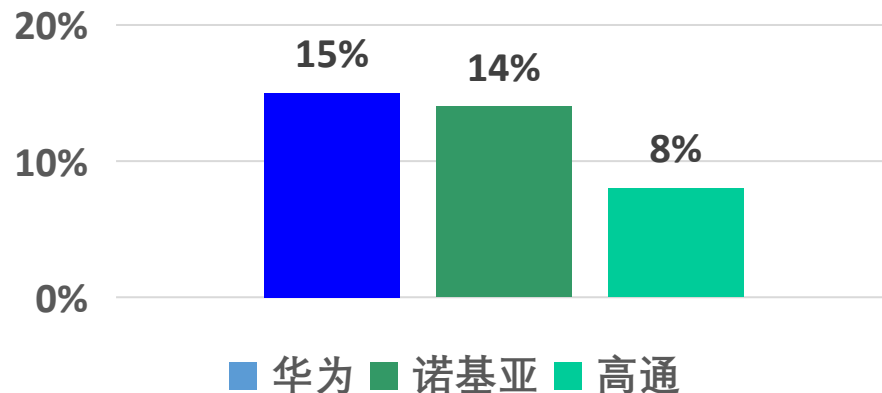
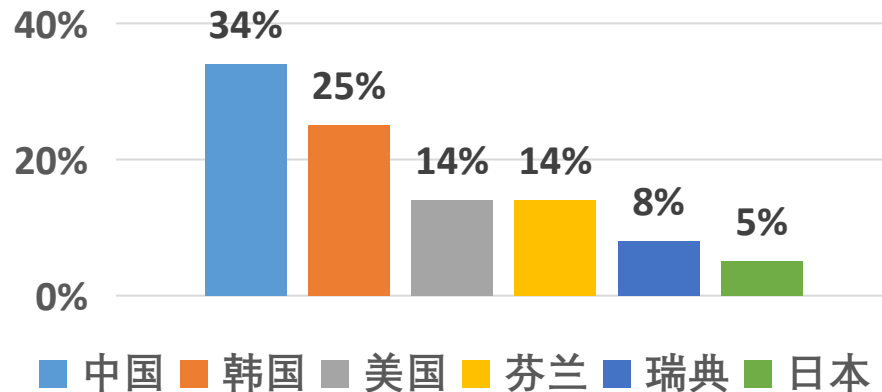


◆5G时代

专利分析公司Iplytics最新数据: 截至2019年3月, 在全球5G专利申请数量中, **中国占34%**, 韩国占25%, 美国和芬兰各占14%, 瑞典约8%, 日本约5%

科技投资网站VentureBeat综合各方数据: **华为目前拥有全球15%以上的5G专利**, 芬兰诺基亚紧随其后, 占比约14%, 美国通信巨头高通仅占约8%

专利对比



5G技术在工业的应用

5G与4G技术比较



5G技术是4G技术的延伸，比4G具有**更高速率、更大带宽、更短时延**



按照5G**超高速**、**超低时延**和**超大连接**特点，有三大应用场景

增强移动宽带 eMBB：在现有移动宽带业务场景基础上的大流量移动宽带业务提升，聚焦对带宽有极高需求的业务，
例如：**高清视频，虚拟现实VR/增强现实AR**等

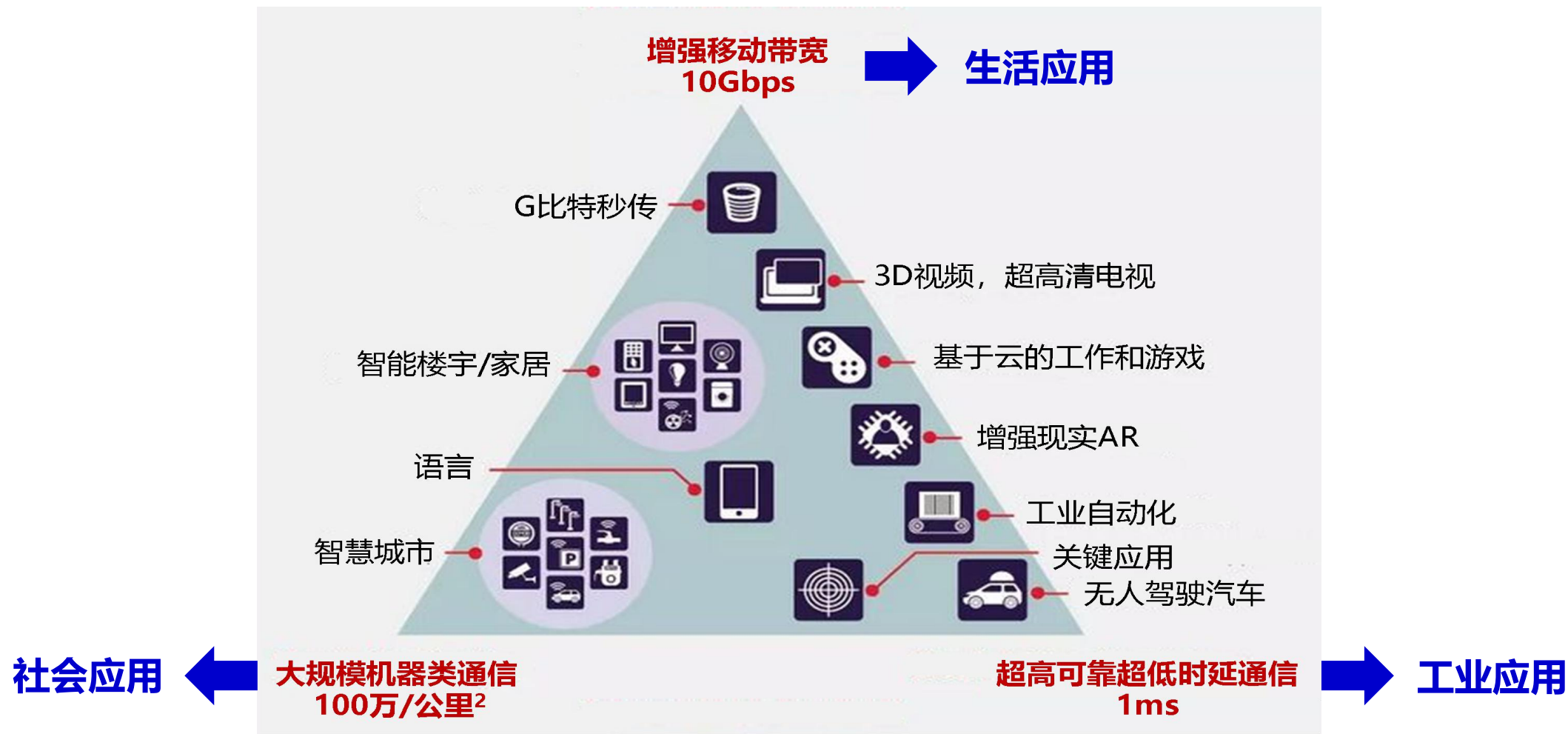
➔ **满足数字化生活需求**

超高可靠超低时延通信 uRLLC Ultra：聚焦对时延极其敏感的业务，例如：**自动驾驶/辅助驾驶、远程控制**等

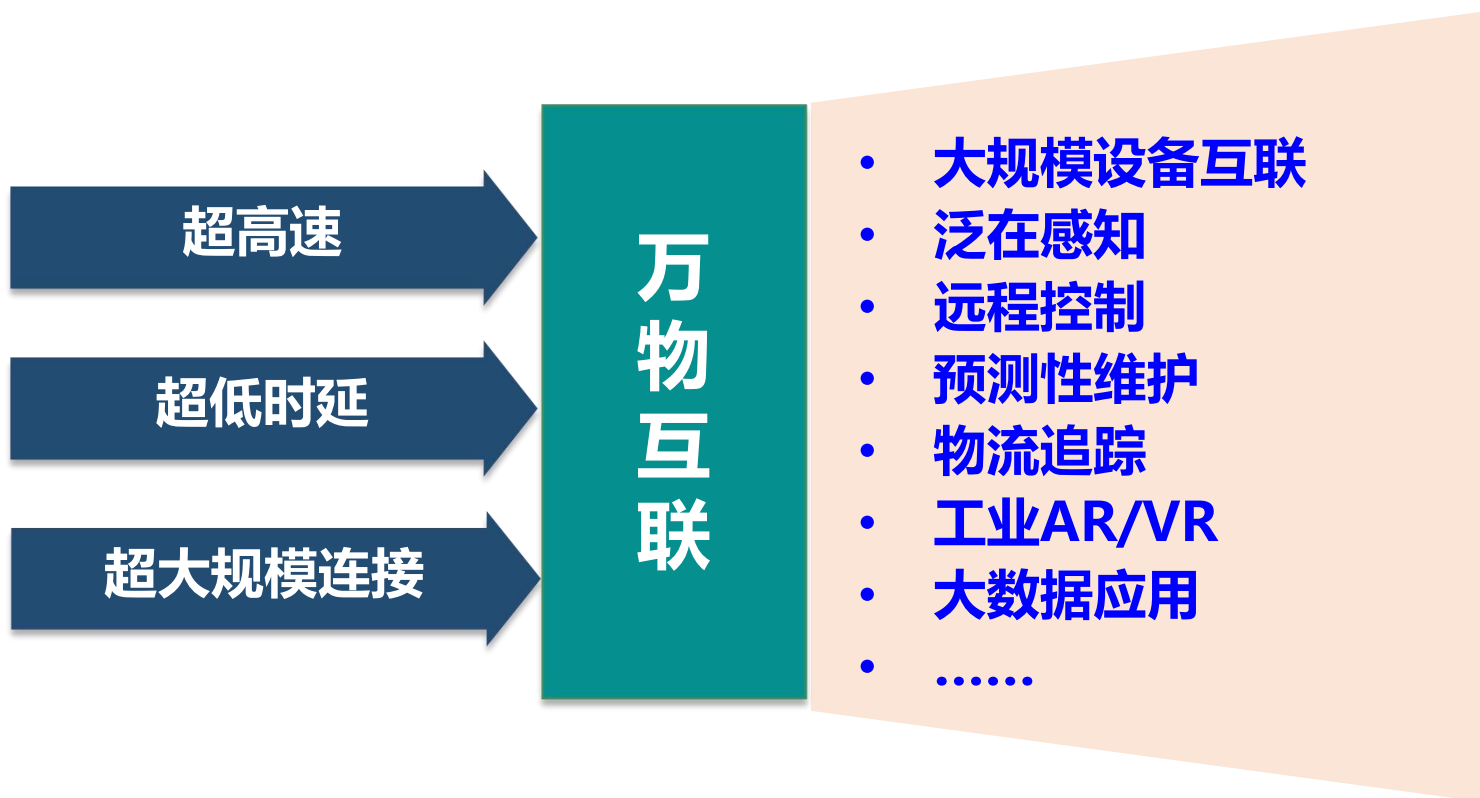
➔ **满足数字化工业需求**

大规模机器类通信 mMTC：针对大规模物联网传感与数据采集业务，例如：**智慧城市、环境监测、智能农业**等

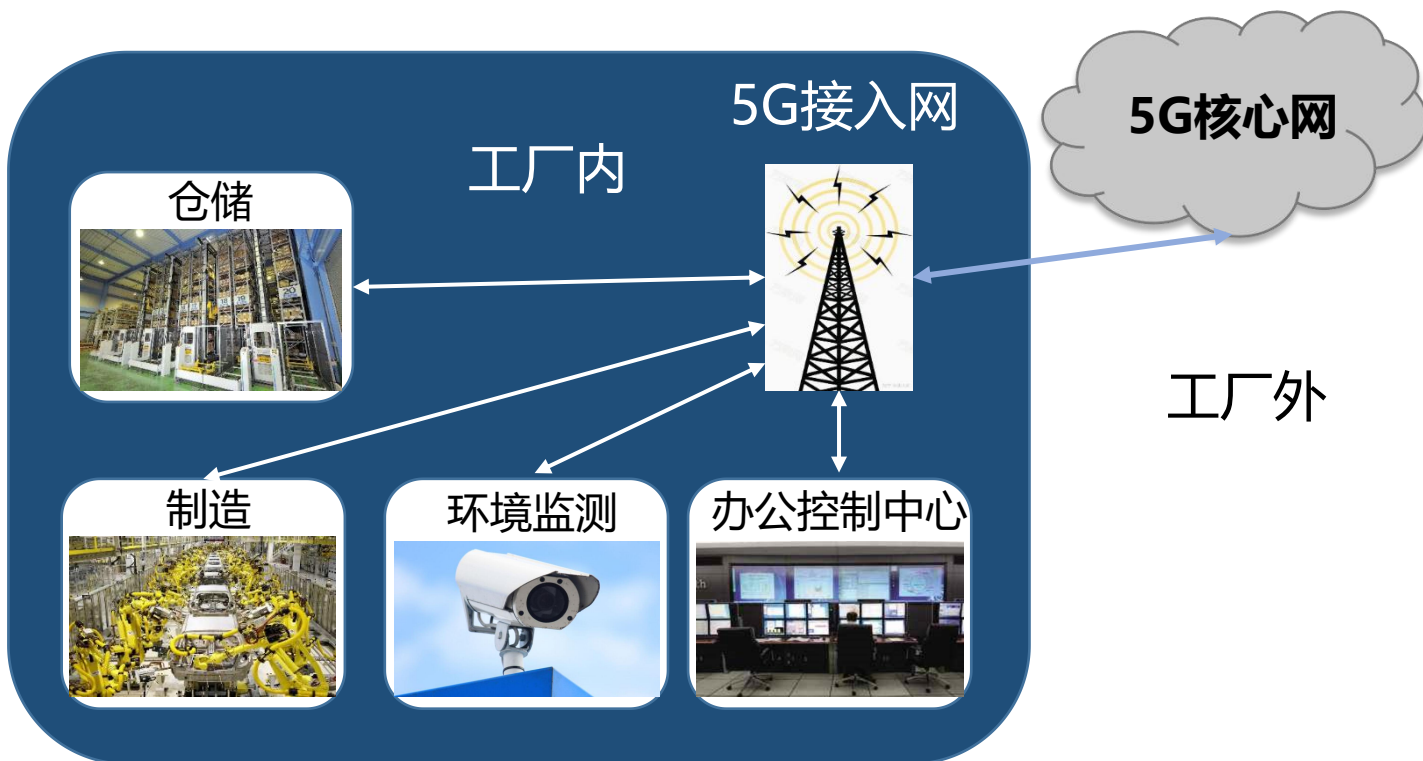
➔ **满足数字化社会需求**



5G技术推动无线网络从消费领域扩展到工业领域，让工业界真正进入无线时代，实现“工业4.0”要求的物物相连和“柔性”生产，让人工智能有了更加敏锐的神经网络



5G网络下的工厂物联网



工业应用场景

- 视频监控和操作维护等**大量数据**传输，实时性可靠性要求不高的场景
- 控制信息等**少量数据**传输：对数据传输的**实时性、可靠性、安全性**要求高的场景

无线连接

- **无需布线**，工厂和生产线的建设施工更加便捷，减少大量维护工作，减低成本
- 机器设备活动区域不受限，方便在各种场景实现工作内容的**平滑切换**

互联互通

- **大规模制造装备互联**，实现物流追踪、远程运维、分布协同生产
- 制造装备通过5G与云端工业软件互联，促进工厂架构扁平化、分布设计、协同制造

5GACIA的OT厂商提出5G服务智能制造的6大场景



	运动控制	C2C 机器人间控制	移动面板 (带安全 控制)	移动机器人	大规模连接	工业AR及监控
工厂自动化	✓	✓		✓	✓	
过程自动化				✓	✓	
HMI和IT系统			✓			✓
物流和仓储		✓		✓		
监控与维护					✓	



USE CASE 特性

- 包括移动和旋转组成部分
- 减少磨损、降低部署成本和维护成本

- 多控制器/多台独立机器人协助完成一个功能
- 高效率和零停机, 低时延和高稳定 & 可靠是刚需

- 带安全按键的控制面板是人机交互的关键设备, 现有部署成本高
- 可移动性

- 自动导引车 (AGV)
- 远程监控机器人
- 移动性、低时延、高可靠与确定性传输

- 基于云技术的应用创新大幅增加连接终端数量和密度
- 长距离、恶劣传播环境、工业安全

- 不断增加的工业穿戴设备应用, 需要广域、大带宽, 低时延

对5G诉求

uRLLC

uRLLC

uRLLC

uRLLC

mMTC

eMBB

按工业场景的指标要求，5G预计能满足70%以上工控场景



类别	用例	从站数	数据量	周期时间	总网络速率	服务面积	抖动	可靠性
运动控制	大型打印机	> 100	20 byte	< 2 ms	>8 Mbit/s	100 *100 *30 m	1μs	6个9
	数控机床	20	50 byte	< 0.5 ms	>16 Mbit/s	15 *15 *3 m	1μs	6个9
	包装设备	50	40 byte	< 1 ms	>16 Mbit/s	10 *5 *3 m	1μs	6个9
机器间控制 (C2C)	多台独立机器间协作	5-10 (未来100)	>1 KB	4-10ms	/	/	1μs	6个9
移动面板带安全控制	装配机器人 (或机床)	4	40-250bytes /	4-8ms <30ms	/ >5 MB / s	10*10m	50%*CT	6个9
	移动式起重机	2	40-250bytes	12ms	/	典型: 40*60m 最大: 200*300m	50%*CT	6个9
工业AR及监控	高清 (1280×720)	3个/基站	/	10ms	1.33 Gbit/s	/	/	3个9
	全高清 (1920×1080)				3 Gbit/s			
大规模连接	基于安全应用	1万	/	5-10ms	100Mbit/s	1000*1000m	10%*CT	6个9
	基于事件应用			50ms-1s			/	3个9
	基于区间应用			50ms-1s			/	3个9
移动机器人	精准运动控制	100	40-250 byte	1ms	/	覆盖室内 (从地下室到屋顶)、室外和室内/室外都具备场景	50%*CT	6个9
	机器间控制			1~10ms	/			
	协作驾驶			10~50ms	/			
	远程视频控制			10~100ms	>10Mbit/s			
	运行路径管理			40~500ms	/			

5G能满足部分运动控制场景，对于时延要求<1ms的场景5G比较困难

物联网与实时控制 5G能满足海量低功耗嵌入式传感器的网络连接与数据传输，以及机器、设备和人之间前所未有的互动和协调，并使得工业自动化闭环控制应用（时间敏感通信）通过5G网络连接成为可能



工业应用——可视化生产



视频监控与机器视觉 对现代制造企业越来越普及，如质量检测、操作维护、基于安全管理行为类的监控等。现在可以通过基于5G的机器视觉分析，满足大量的数据传输要求。



工业应用——人机协作



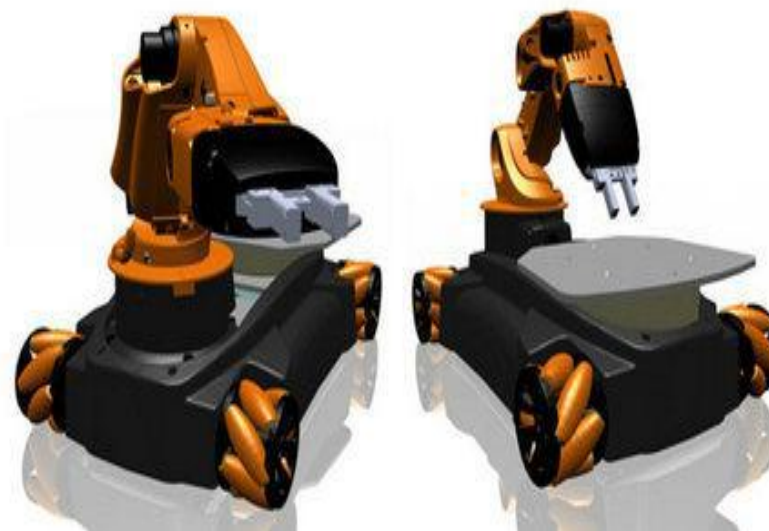
工业AR 在智能制造过程中，可通过AR等技术实现人机协作、监控生产流程、生产任务分步指引，例如：手动装配过程指导，远程专家业务支撑等应用，提高生产活动效率。此外，5G 与工业 AR 结合使用，可进行员工培训提高员工技能。



工业应用——云化机器人



云化机器人 无线网络摆脱线缆束缚，使得机器人的移动应用成为可能，实现工厂可以迅速且低成本地在不同种类的产品生产线之间转换生产；云化机器人通过5G连接到云端的控制中心，通过大数据和人工智能对生产制造过程进行实时运算控制，有自组织和协同机器人来满足柔性生产



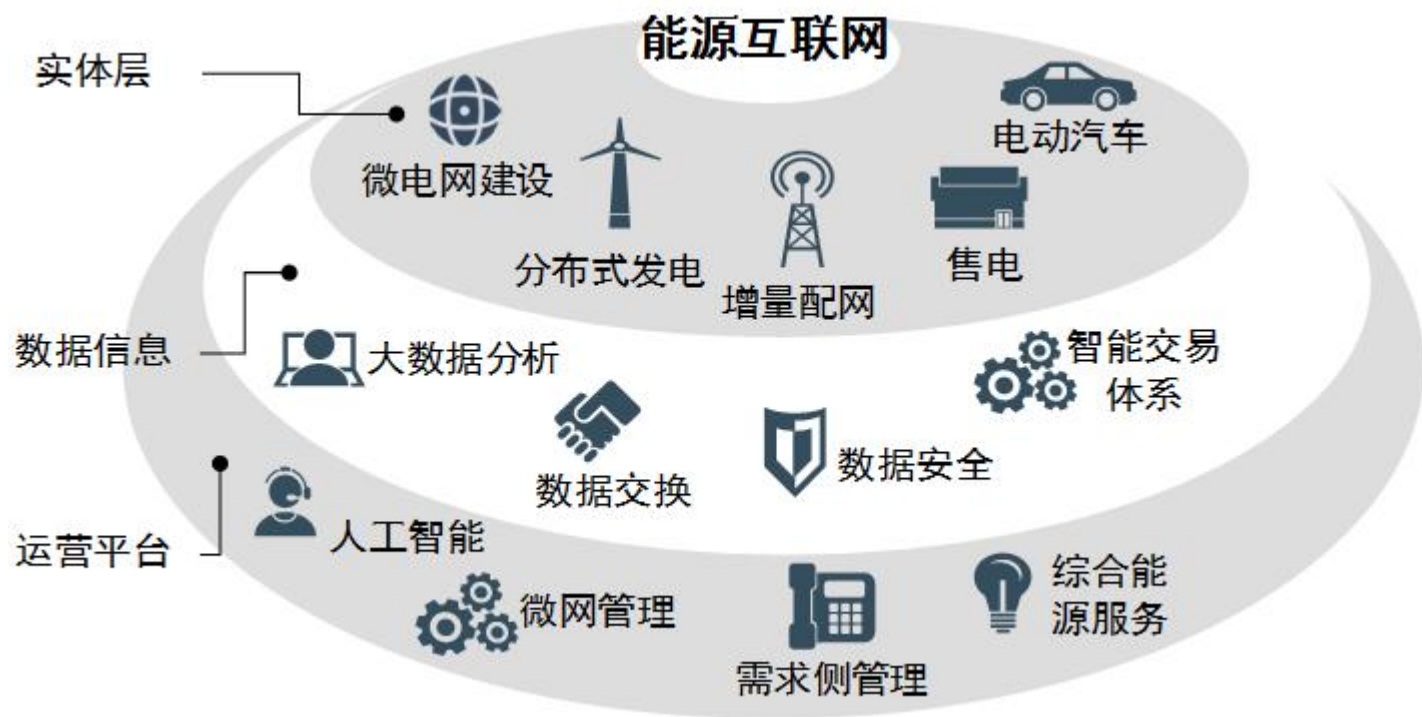
物流追踪 5G满足从仓储管理到物流配送对于广覆盖、海量连接、低成本的网络连接的需求，并提供产品全生命周期的跟踪定位，包括连接分布广泛的已售出的商品，动态跟踪更广泛的在途商品。



垂直行业应用示例——能源领域



◆5G技术可使能源生产、传输、存储、消费与互联网深度融合，加速能源互联网的实现，间接形成对各类能源装备的新需求



- **发电领域:** 5G可满足实时数据采集和传输、远程调度与协调控制、多系统高速互联等功能
- **输变电领域:** 5G电力切片可以满足智能电网高可靠性、高安全性的要求，提供输变电环境实时监测与故障定位等智能服务
- **配电领域:** 以5G网络为基础可以支持实现智能分布式配电自动化，实现故障处理过程的全自动进行

✚ 思考：可靠性、数据安全

- 目前，5G技术并没有特别考虑工业应用信息传输需求——**确定性、实时性、可靠性、安全性**，因此还需研究和专门制定适用于工业应用需求的5G工业应用行规和解决方案——类似于国际上正在做的IEC 60802《时间敏感网络TSN工业应用行规》
- 5G时代的工业生产更依赖公共网络，网络服务的可靠性需相应提高
 - 对工业界来说，最看重的不是传输速率，而是可靠性和可连接设备的数量，因此**运营商提供的网络质量**必须值得信赖，通过运营商网络的**通信成本**也是大问题
 - 5G网络频率高衰减快，为实现5G网络覆盖，除了室外建立基站外，还要在室内安装相关设备——**增加5G网络的建设和维护成本**



谢谢!

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所 (ITEI)

地址：北京广安门外大街甲397号，100055

电话：010-63261819

Web: www.itei.cn



网址



公众号