



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/教授级高工**

2019年5月·北京

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)

- 刘丹博士，教授级高级工程师，从事智能制造、工业互联网、自动化及仪器仪表领域通用及前沿技术研发及关键标准制定。
- 今年2月，我与欧阳所长受华为公司邀请参加了2019年巴塞罗那世界移动通信大会，并参加了华为公司同期举办的主题为“行业数字化架构与转型实现”的第3届全球行业组织（GIO）圆桌会议。回来后，受原机械部副部长沈烈初要求，与同事宋彦彦教授、方毅芳博士、张亚彬博士一起，撰写了《**5G技术浅析及工业/装备制造业应用前景分析报告**》，并受国资委机械离退休干部局邀请，到机械老年大学知识大讲堂上做相关内容的讲座。
- 本报告查阅参考了网上许多公开资料和数据

目录



01

移动通信技术发展之路

02

5G技术浅析及国内外发展现状

03

国际社会对我国5G发展的态度









04

5G技术在工业/装备制造业的应用前景

移动通信技术发展

- ◆ 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

1991	1998	2008	2020?
 2G	 3G	 4G	 5G
 短信	 短信 互联网接入	 短信 互联网接入 视频	 短信 互联网接入 超高清视频 智能家居

十年一代。每一代移动通信技术的发展，都伴随着下游产业的爆发和应用场景的崛起

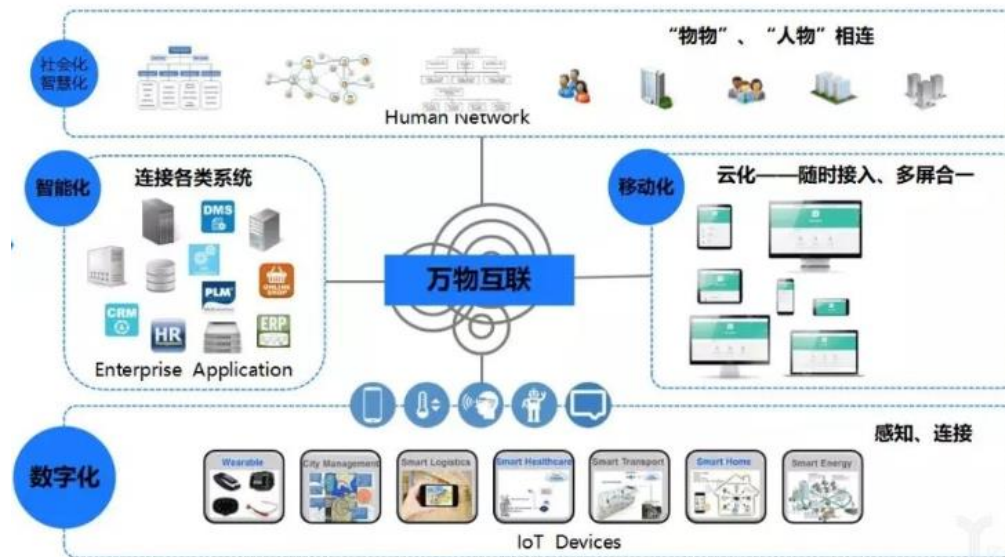
- ✓ 3G时代促发了智能手机产业
- ✓ 4G时代促发了移动互联网产业
- ✓ 5G势必开启新一轮信息产业革命，将促发无人驾驶、物联网、车联网及智能制造等新兴行业



智能手机



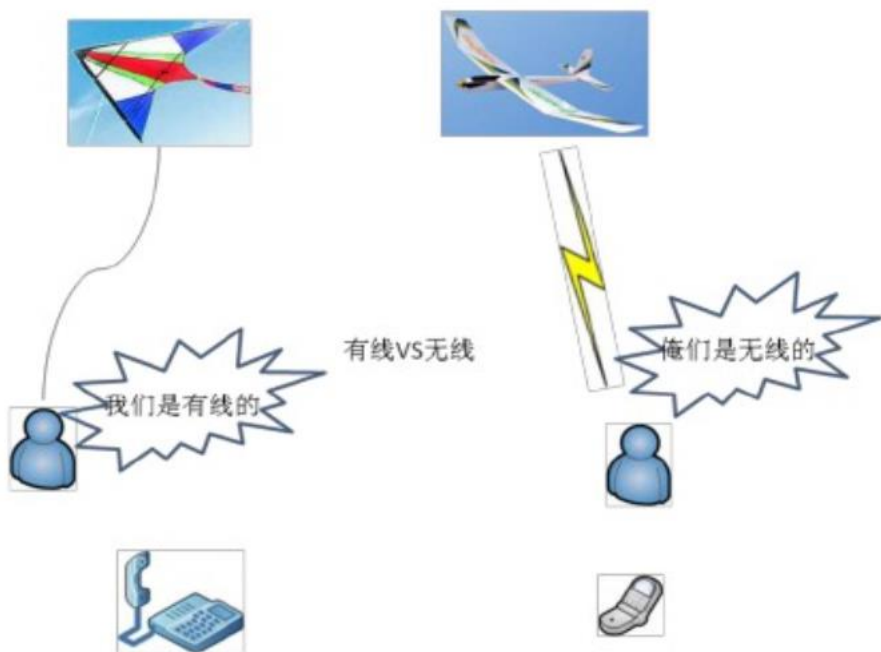
移动互联网



万物互联

◆ 1G模拟移动通信技术——二十世纪80年代

- 最大贡献：去掉了电话线，实现“移动着”边走边打电话
- 系统容量有限，安全性和干扰存在问题，价格昂贵，无国际标准不能实现漫游



80年代，大哥大风靡江湖

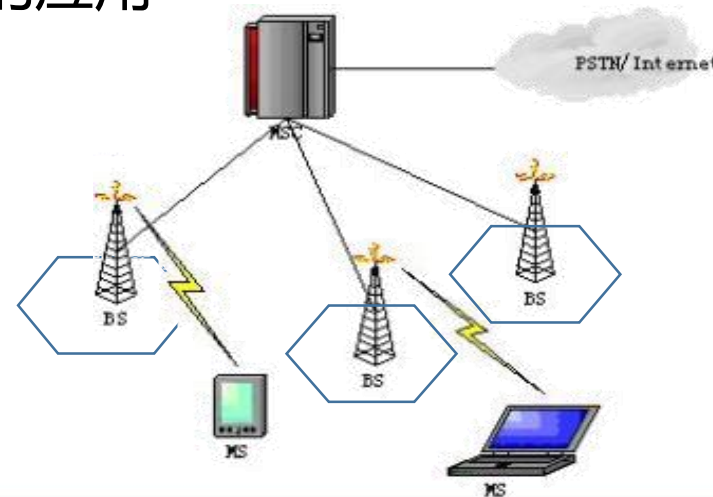
1987年11月在广州第6届全运会上开通正式商用，到2001年12月底关闭模拟移动通信网，1G系统在我国应用长达14年。

◆ 2G数字化语音——二十世纪90年代

- **数字语音**传输以及**低速数据**业务，主要技术有GSM(欧)、IS-95/窄带CDMA(日韩)、WCDMA(美)、GPRS(2.5G)，速率9.6~115kbps
- 2G数字技术克服了1G模拟技术的弱点，话音质量、保密性能得到大的提高
- **我国**：从1995年开始建设GSM网络，至今移动仍然支持
- 但由于2G采用了不同的制式，标准不统一，用户只能在同一制式覆盖的范围内进行漫游，因而无法进行全球漫游；带宽有限，限制了数据业务的应用

窝蜂移动通信

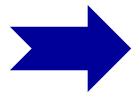
每个小区设置一个**基站**，负责本小区各个**移动台**的联络与控制，各个基站通过移动交换中心相互联系，并与市话局连接



◆ 3G多媒体通信——二十一世纪

- **高速数据传输**和**宽带多媒体**服务：图像、音乐、视频流等多媒体形式，提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务
- 3种国际标准：WCDMA（欧）、CDMA2000（美）、TD-SCDMA（中），实现全球漫游，数据传输速率可达到2Mbps
- **我国**：2009年1月发放3G牌照~2013年12月发放4G牌照

三种制式



移动：TD-SCDMA
 联通：WCDMA
 电信：CDMA2000

2018年联通开始2G退网，
 移动3G先退网，2G将长期保留（语音业务是刚需）



◆4G无线宽带——2010'

➤ **“3G+WLAN”**，适应移动数据、移动计算及移动多媒体运作，快速传输数据、高质量、音频、视频和图像等，下载速度可达到100Mbps，比以前的拨号上网快2000倍，是3G移动通信的50倍

➤4G改变生活

衣食住行，社交、金融、娱乐.....



◆5G时代——2019、2020~



5G已经具备了试商用的条件，但由于5G网络还未大规模建设以及终端尚未成熟，预计用户在2019年下半年可试商用5G手机，2020年才能正式商用。

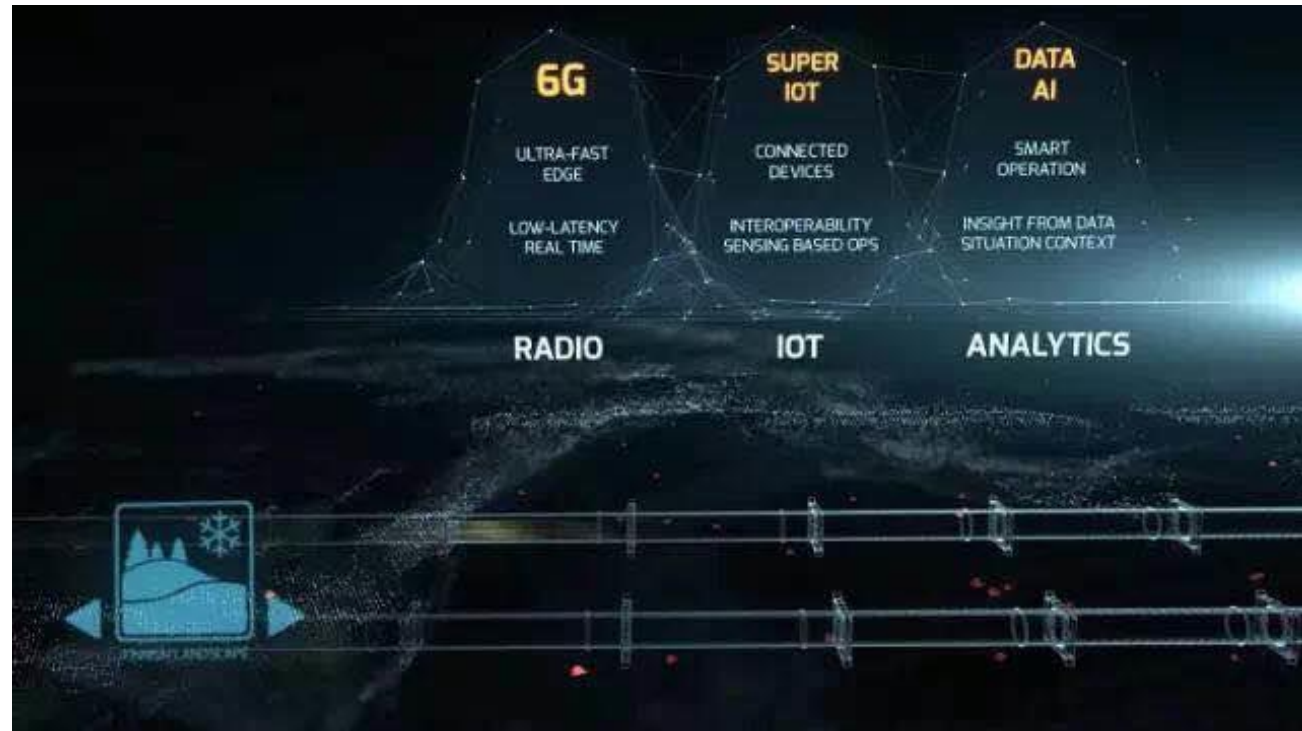
- 2019.3.24 ~ 26, 全球首个6G峰会在芬兰召开, 多国正布局6G研发
- 6G愿景: 宽频谱 (太赫兹), 高速率, 超低时延, 超远距离, 超低功耗, 基于AI的应用

$$K = 10^3$$

$$M = 10^6$$

$$G = 10^9$$

$$T = 10^{12}$$



- ◆ **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新局面，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

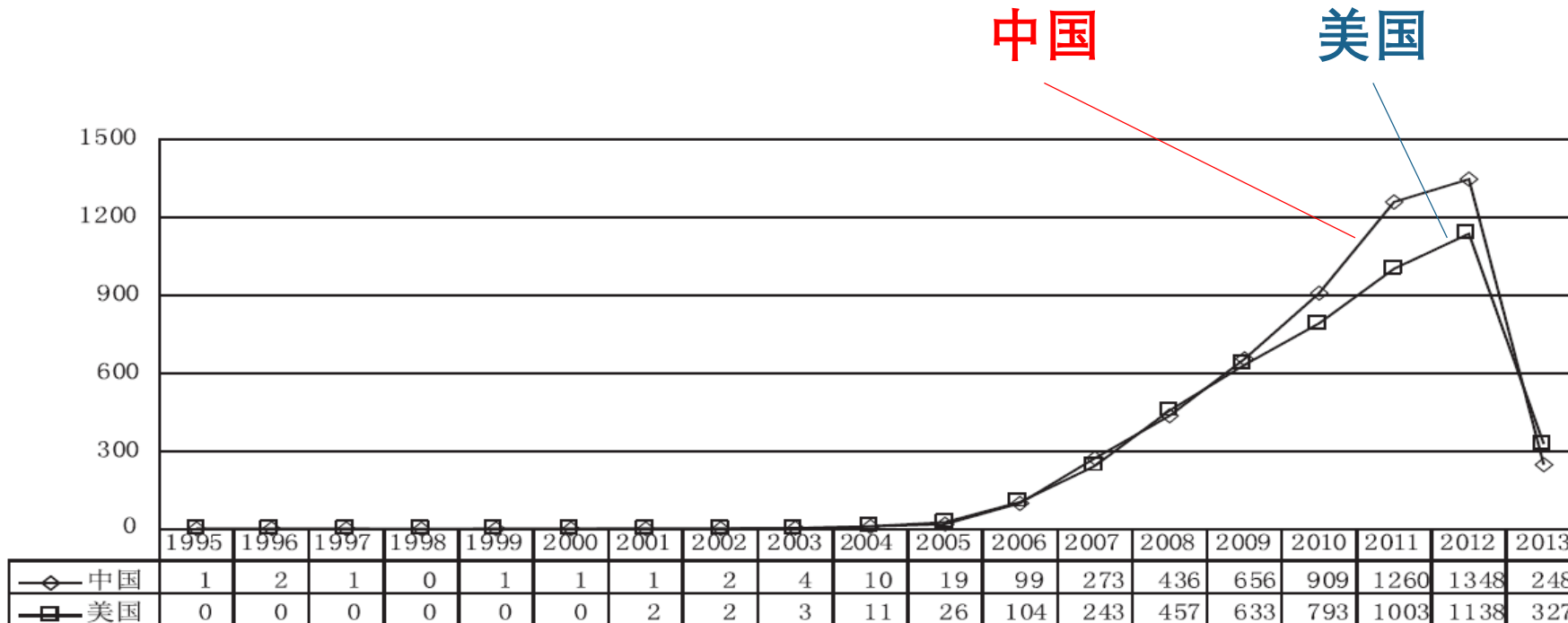
◆**4G时代：中国成为游戏规则的制定者之一**，手握4G标准的中国成为全球通讯格局中不可忽视的一股力量，欧、美、中形成三足鼎立之势

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

◆4G时代：中美4G技术专利对比



2018年统计，中国在4G技术中专利份额不会低于40%

◆4G时代：中美4G技术专利对比

中国4G移动通信专利申请			美国4G移动通信专利申请		
主要IPC	专利申请量	主要申请人	主要IPC	专利申请量	主要申请人
H04W 72/000	458	中兴公司	H04L 12/000	394	爱立信公司
H04W 04/000	390	中兴公司	H04L 01/000	333	爱立信公司
H04W 36/000	344	华为公司	H04W 36/000	328	高通公司
H04B 07/000	259	中兴公司	H04B 07/000	320	高通公司
H04L 12/000	258	华为公司	H04W 24/000	282	爱立信公司
H04W 24/000	218	中兴公司	H04W 72/000	281	高通公司
H04B 01/000	174	中兴公司	H04W 28/000	264	爱立信公司
G06F 15/000	151	费瓦科技	H04W 04/000	221	高通公司
H04J 03/000	125	中兴公司	H04L 29/000	214	阿尔卡特朗讯

◆ 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

高通CEO莫伦科夫：“5G是一种全新的网络，它能为大量设备提供支持。5G的诞生与电力或汽车同等重要，它将对经济和社会产生深远影响。”

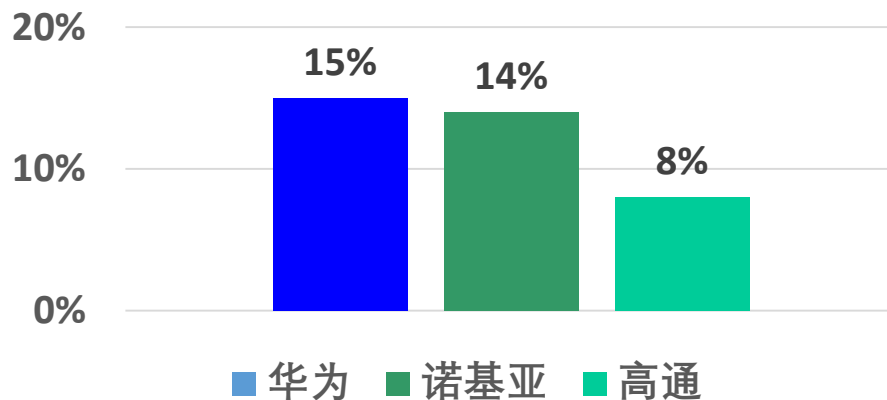
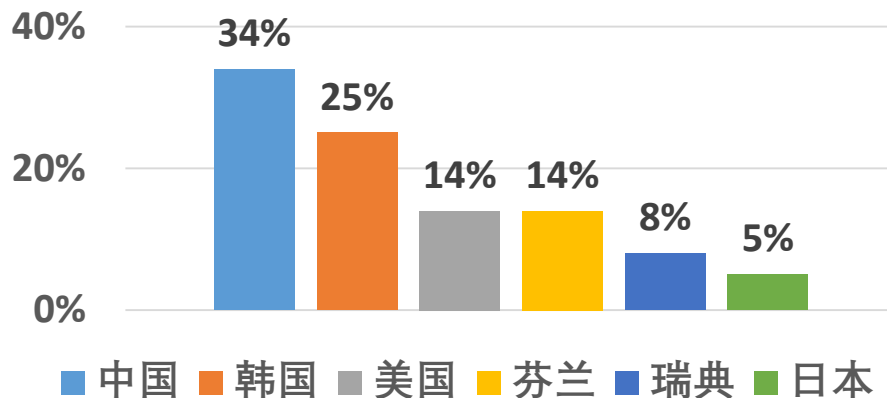
5G的影响力如此之大，那么拿下5G的标准，制定5G的游戏规则，重要性可想而知——不仅能够通过收专利费财源广进，更能够定义全球通讯格局。

◆ 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



目录

01

移动通信技术发展之路



02

5G技术浅析及国内外发展现状

03

国际社会对我国5G发展的态度

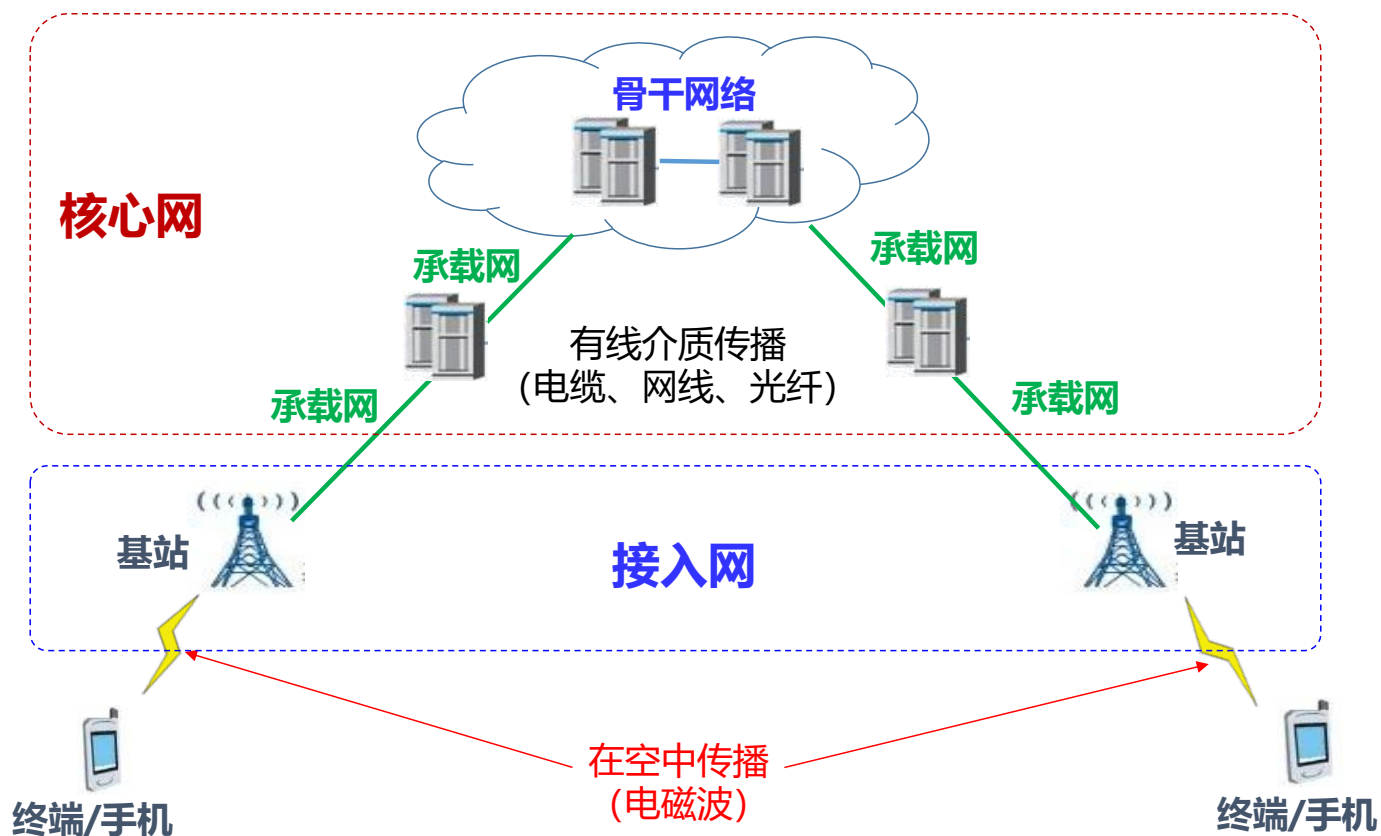
04

5G技术在工业/装备制造业的应用前景

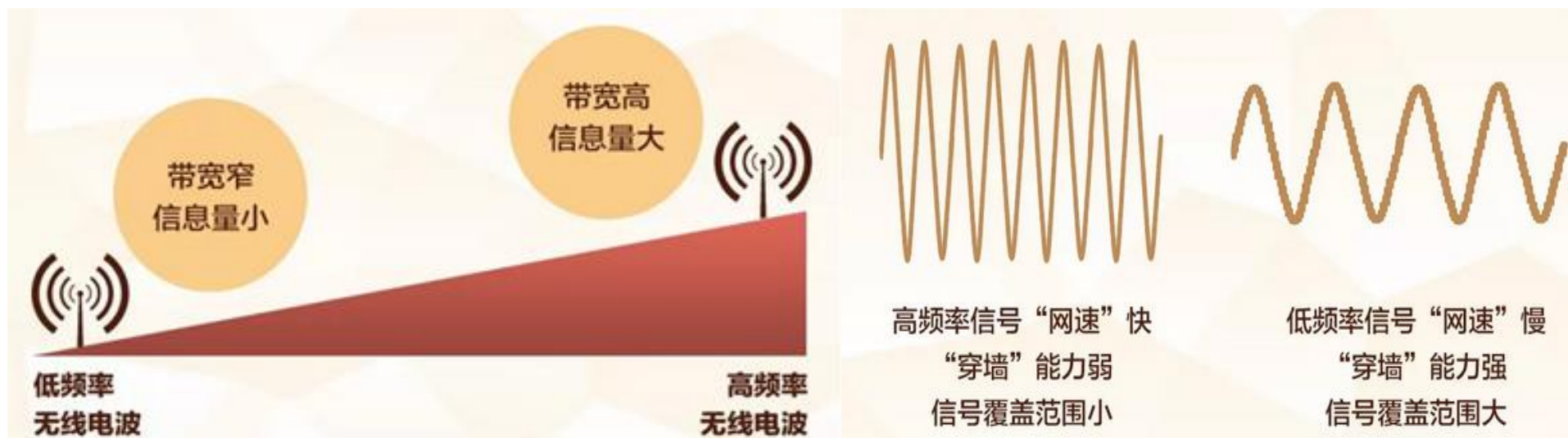
□5G技术是4G技术的延伸，比4G具有高速率、大带宽、短时延、广连接以及移动速度高等优势



- 信号传输：终端/手机 \leftrightarrow 基站（接入网） \leftrightarrow 承载网 \leftrightarrow 核心网
- **终端与基站之间以无线方式接入——5G技术无线传输技术**
- 基站通过有线承载网连接到核心网



1) 毫米波：5G使用波长为毫米级、高频率的“毫米波”来通信



无线电波频率、带宽、穿透力关系

名称	符号	频率	波段	波长	主要用途
甚低频	VLF	3-30KHz	超长波	1000Km-100Km	海岸潜艇通信; 远距离通信; 超远距离导航
低频	LF	30-300KHz	长波	10Km-1Km	越洋通信; 中距离通信; 地下岩层通信; 远距离导航
中频	MF	0.3-3MHz	中波	1Km-100m	船用通信; 业余无线电通信; 移动通信 ; 中距离导航
高频	HF	3-30MHz	短波	100m-10m	远距离短波通信; 国际定点通信; 移动通信
甚高频	VHF	30-300MHz	米波	10m-1m	电离层散射; 流星余迹通信; 人造电离层通信; 对空间飞行体通信; 移动通信
特高频	UHF	0.3-3GHz	分米波	1m-0.1m	小容量微波中继通信; 对流层散射通信; 中容量微波通信; 移动通信
超高频	SHF	3-30GHz	厘米波	10cm-1mm	大容量微波中继通信; 移动通信 ; 卫星通信; 国际海事卫星通信
极高频	EHF	30-300GHz	毫米波	10mm-1mm	再入大气层时的通信; 波导通信

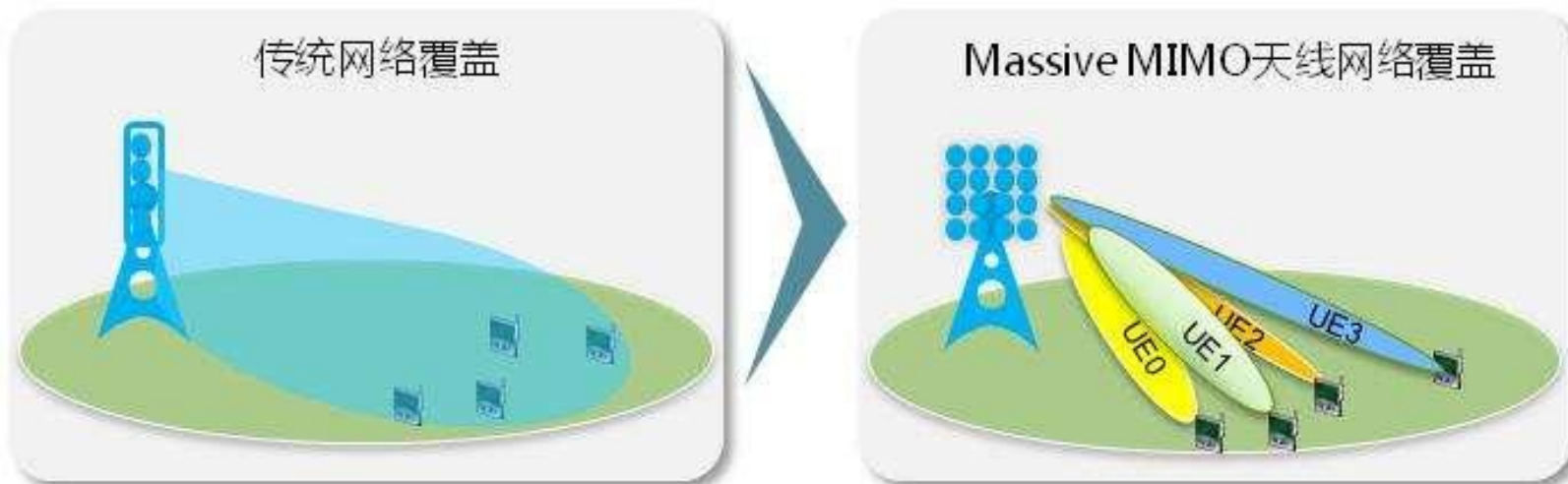
2) 微基站：由于毫米波频率高信号覆盖范围小，5G使用大量的小功率“微基站”以保证覆盖范围



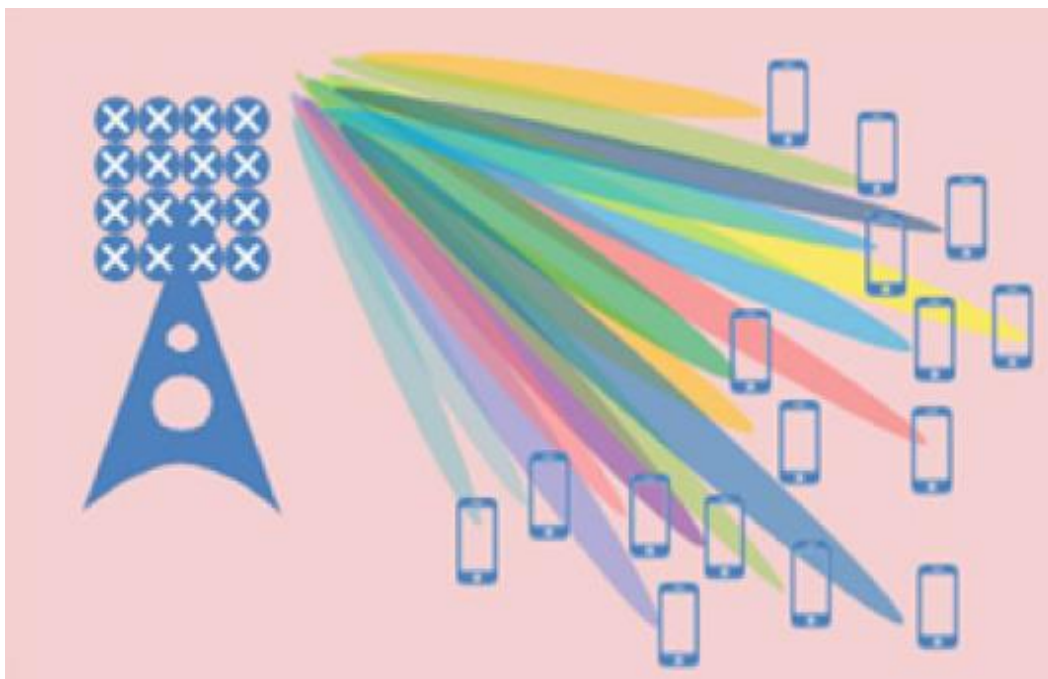
5G宏基站与微基站

3) 大规模多天线技术 (Massive MIMO) : 在基站收发信机上使用大数量的天线阵列, 可以十倍、百倍提升系统容量

- ◆ 天线数: Massive MIMO天线数可达64/128/256等, 传统TDD网络天线数是2、4、8
- ◆ 信号覆盖维度: 传统天线被称为2D-MIMO, 信号类似一个平面发射出去, Massive MIMO被称为3D-MIMO, 信号在水平维度空间基础上引入垂直维度的空域进行利用, 信号的辐射状是电磁波束

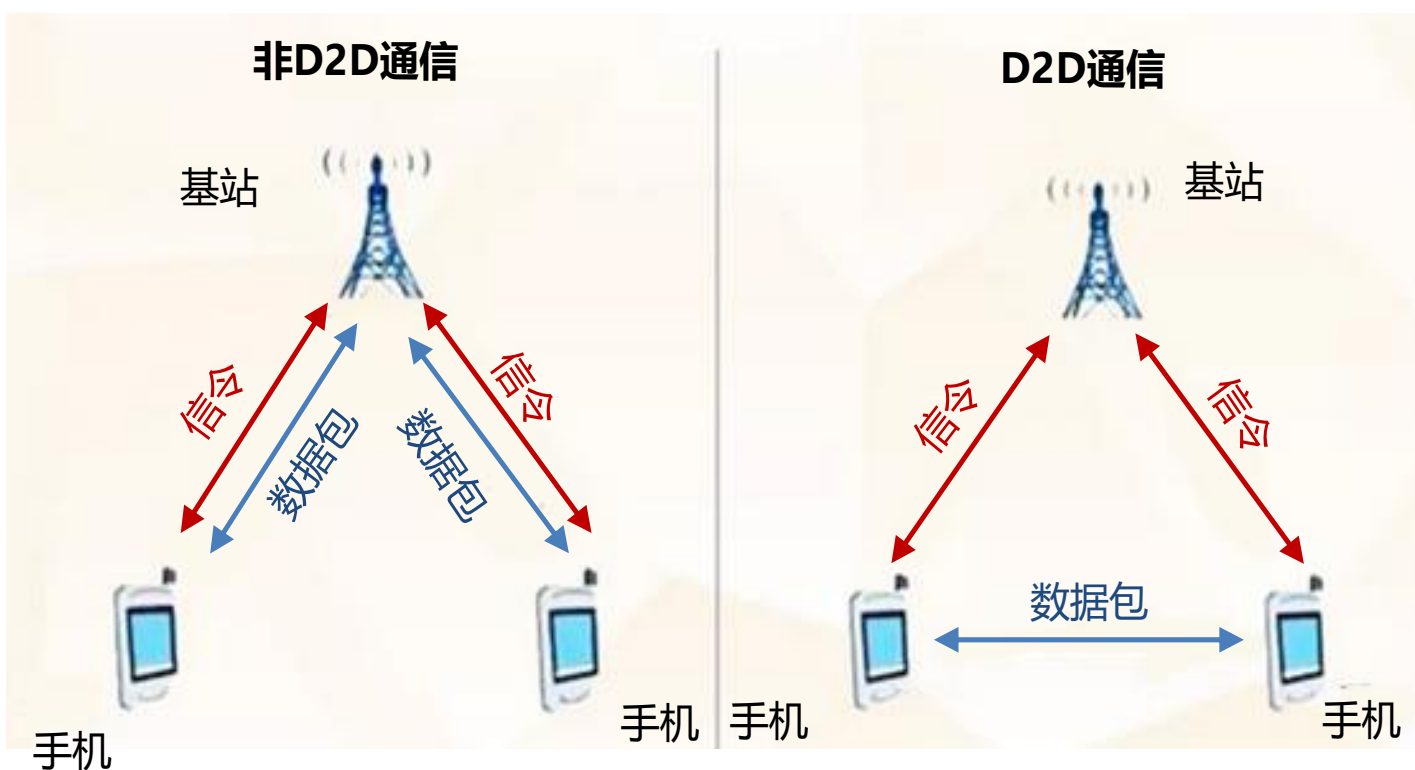


4) 波束赋形：在基站上布设天线阵列，通过对射频信号相位控制，使相互作用后的电磁波的波瓣变得非常狭窄，并指向它所提供服务的终端（手机），而且能根据终端的移动而转变方向

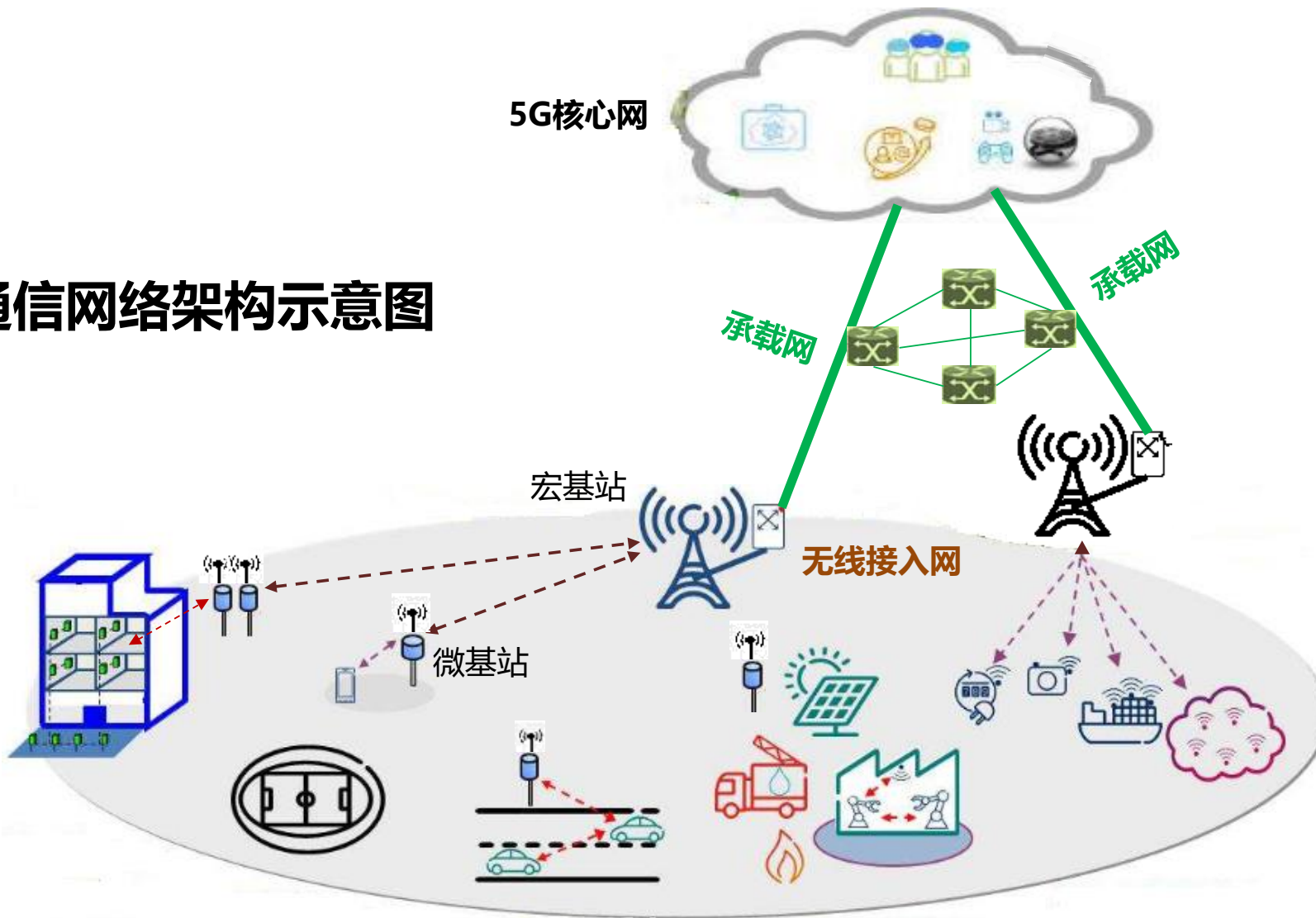


5G大规模天线阵列与波束赋形

5) 设备到设备 (D2D) 通信: 5G网络支持在距离较近的用户终端间建立直接通信的链路, 其数据传输无需基站中转, 实现终端间各种形式的直接通信

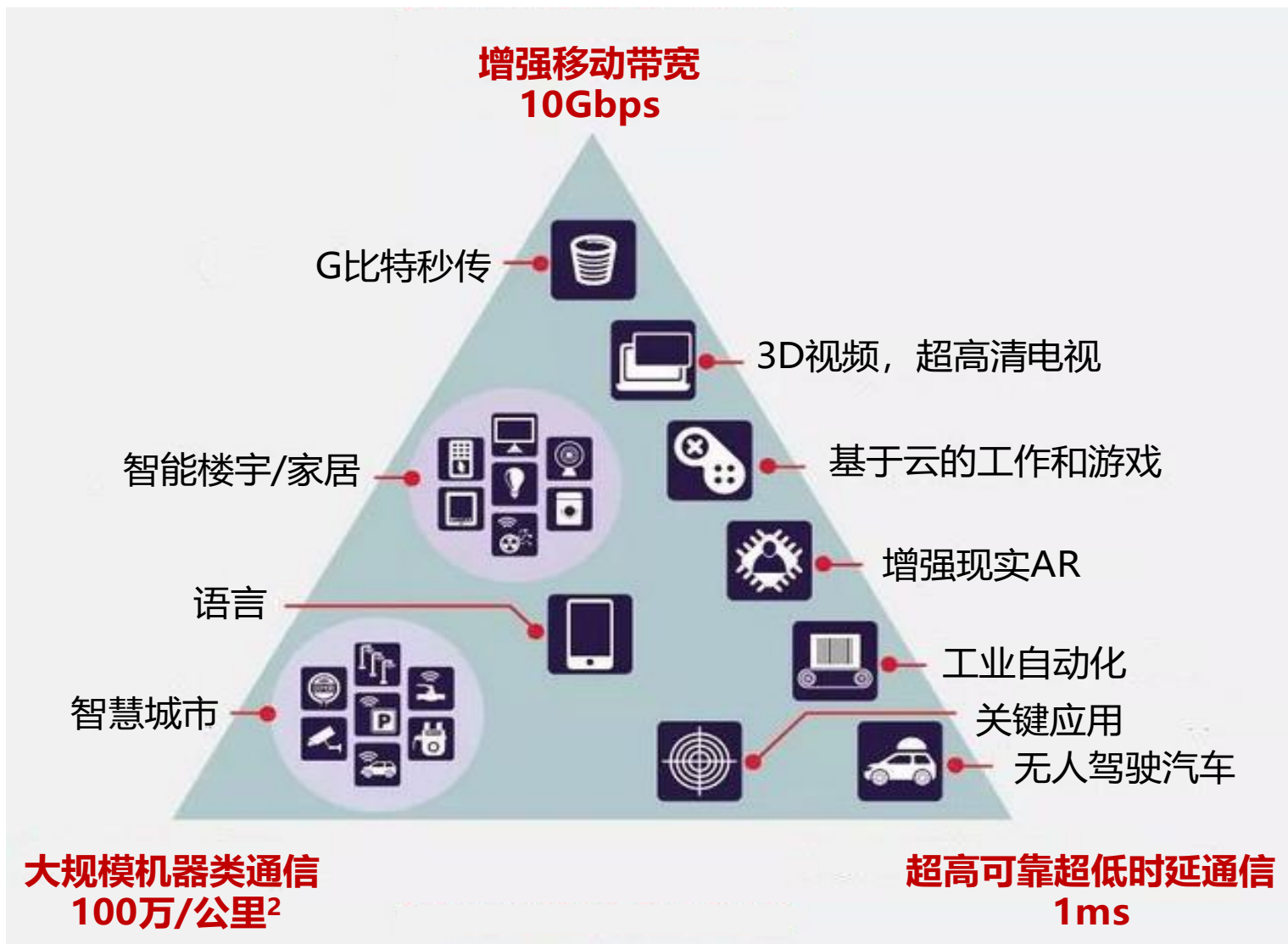


5G移动通信网络架构示意图



- 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** (Enhanced Mobile Broadband)：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**等等，满足人们对于数字化生活的需求
- ◆**超高可靠超低时延通信 uRLLC Ultra** (reliable and Low- latency Communications)，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，满足人们对于数字化工业的需求
- ◆**大规模机器类通信 mMTC** (Massive Machine Type Communications)：针对**大规模物联网**业务，如智慧城市、环境监测、智能农业等，满足人们对于数字化社会的需求

4G改变生活，5G改变社会



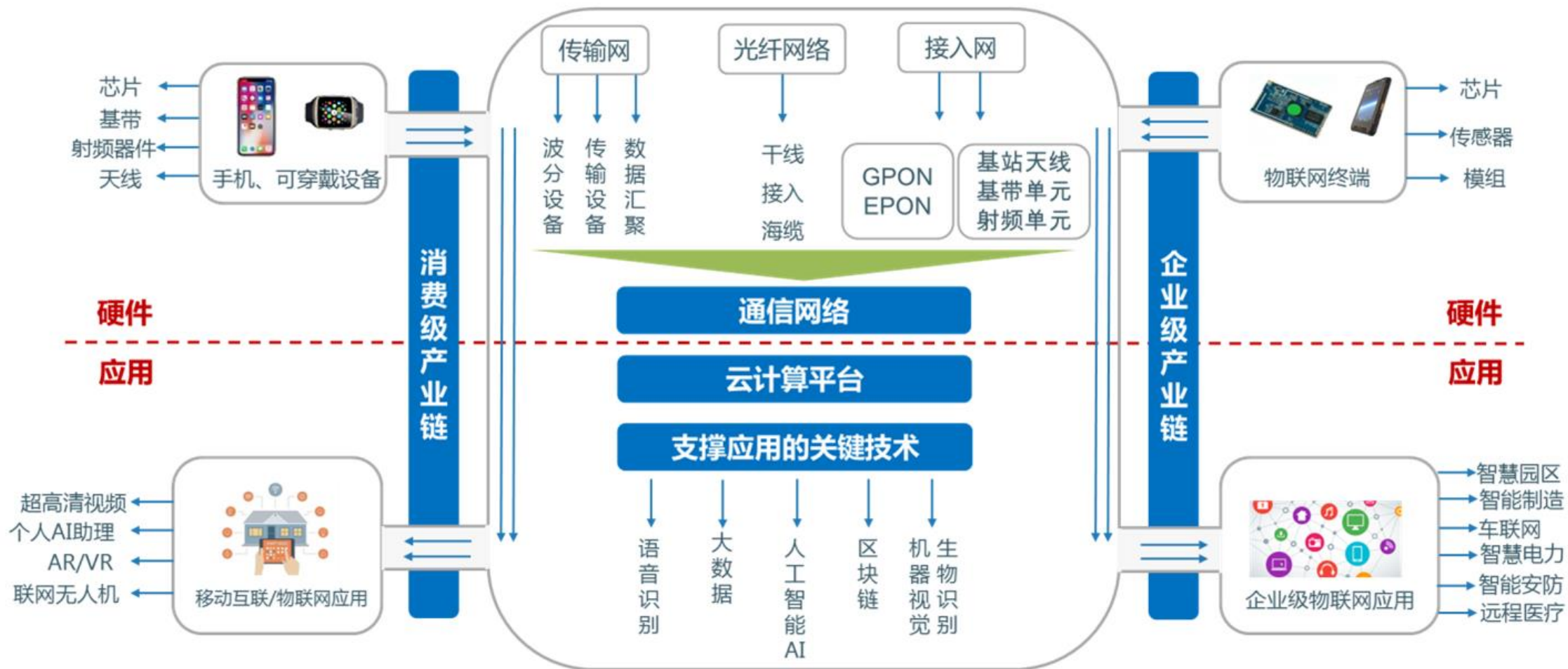
□ 5G产业链可以分为上、中、下游三部分

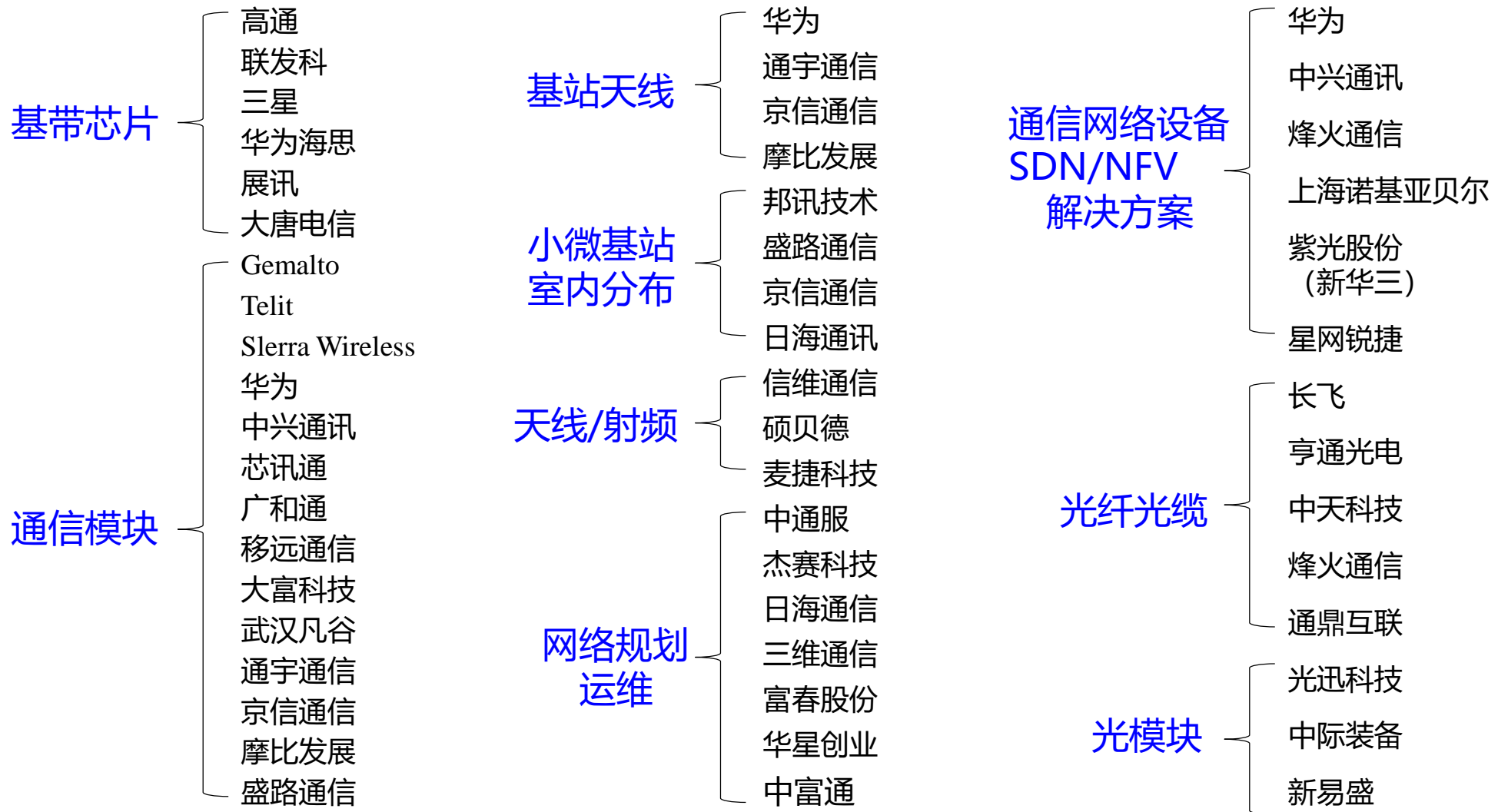
◆ **上游：**移动通信基础设施，主要包括网络规划、基站建设、传输网、承载网以及核心网建设等方面

◆ **中游：**移动通信运营商网络，国内主要为移动、联通、电信三大移动运营商网络

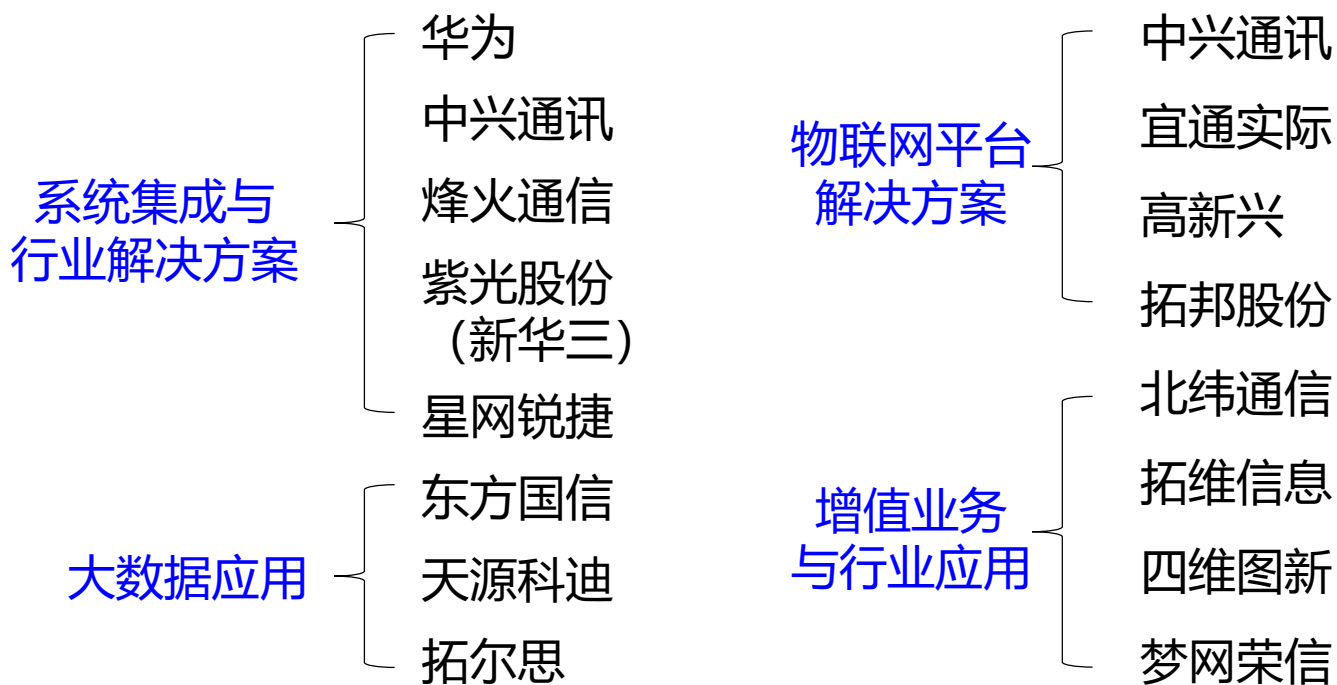
◆ **下游：**终端及应用场景，不再局限于手机，而是包括车联网、智能家电、工业设备等



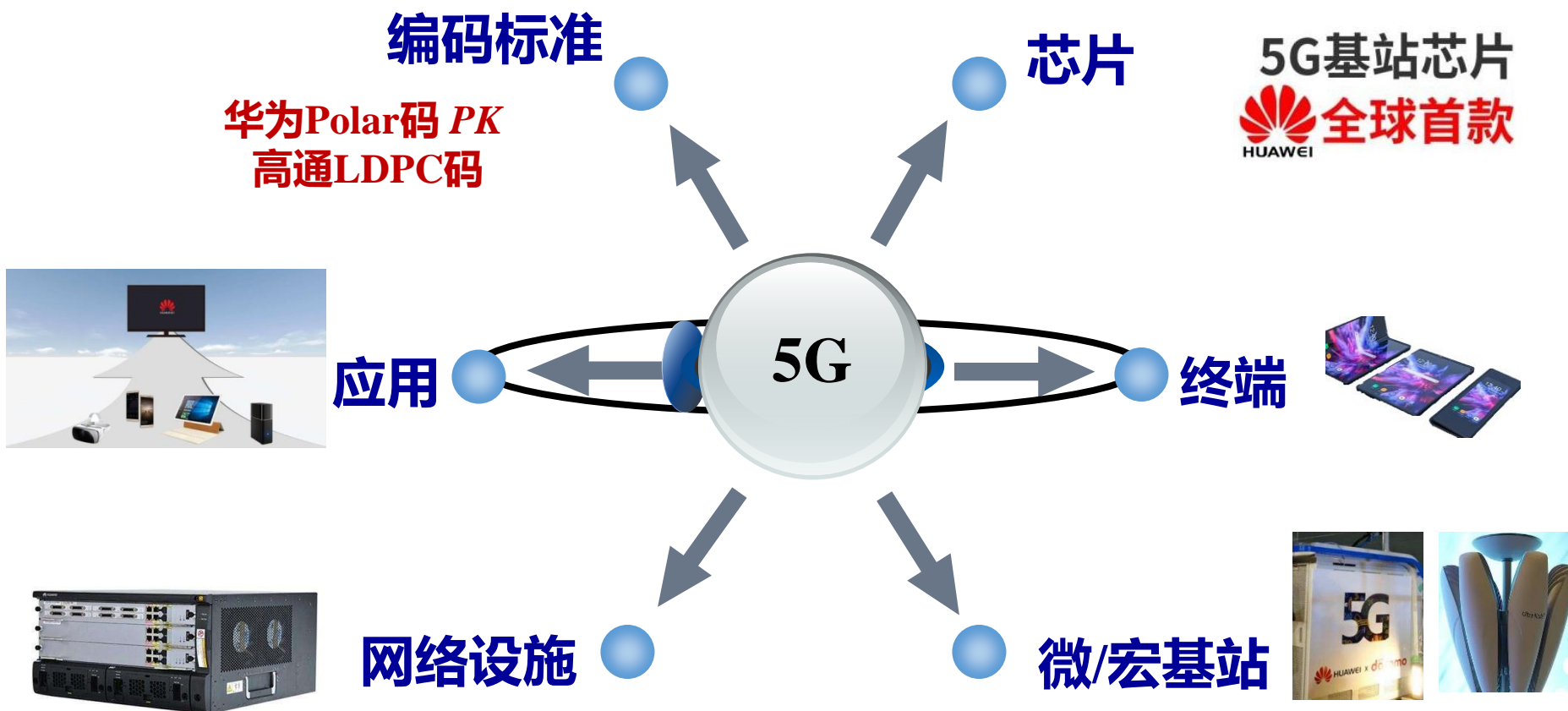




5G系统集成与应用服务包括系统集成与行业解决方案、大数据应用、物联网平台解决方案、增值业务与行业应用。



◆ 华为发布的5G产品解决方案完全基于3GPP 全球统一——标准，具备” **全系列、全场景、全云化** “能力。 **该系列产品也是目前行业唯一**能够提供的5G端到端全系列产品解决方案



三大运营商已经在多个城市开展了场外测试或5G试点。

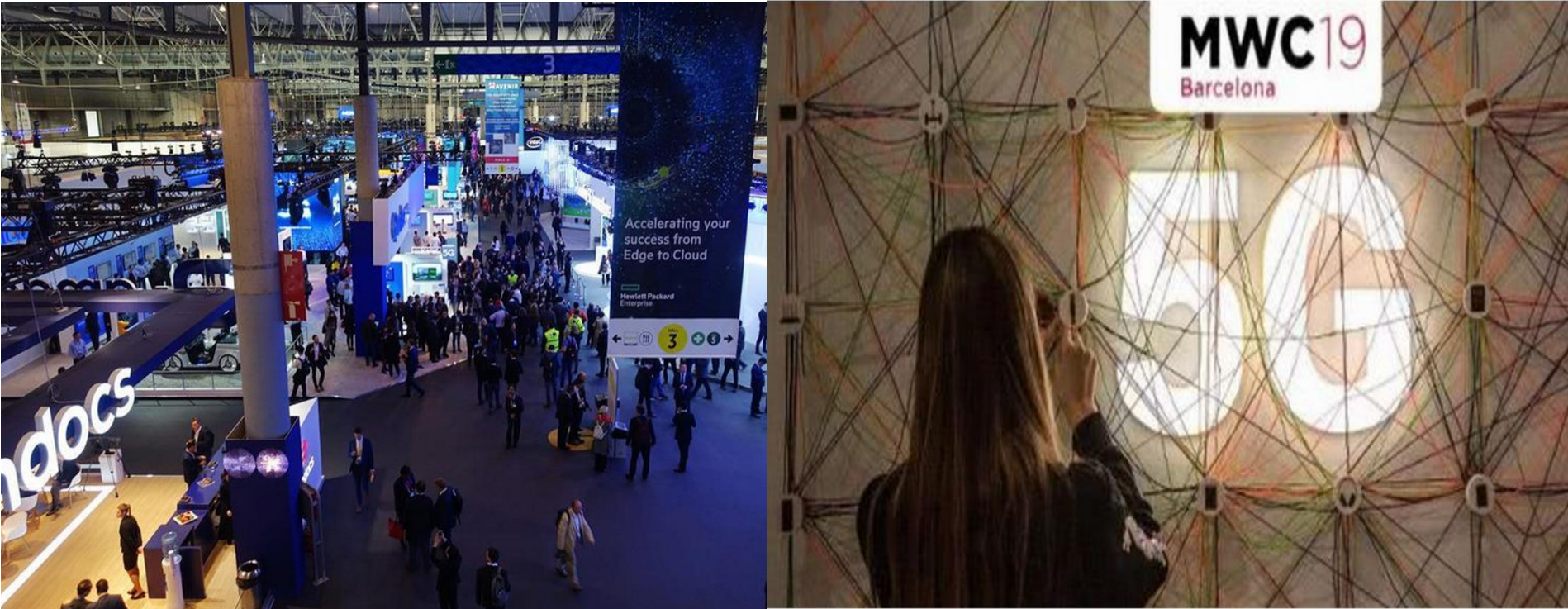


中国联通的5G基站在北京将优先覆盖几大重点场景，包括梅地亚中心、北京城市副中心、北京长安街沿线、金融街、2019年北京世园会等。



华为与深圳移动联合建设了**全国首个5G业务体验园区**，该园区具备端到端5G试商用能力，包括终端、基站、核心网与承载网等，重点围绕5G的业务创新和孵化。目前已经与多家合作伙伴在AR/VR、智能电网、无人机安全巡检、远程教育、智能驾驶等多场景展开了创新探索。

山东已在青岛、济南、济宁、威海、滨州11个地市推进海尔智慧园、重汽无人驾驶、国电无人巡查、城市立体安防等基于5G网络的应用项目，覆盖智慧制造、无人机安防、远程医疗、智慧赛事等领域，助力**山东在5G应用上走在全国前列**。



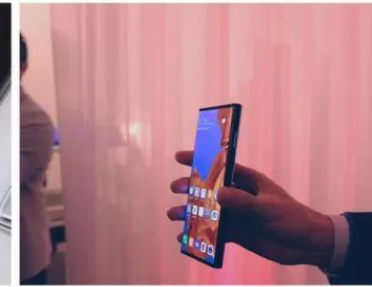
2019年2月25日~28日，由GSM协会主导举办的世界移动通信大会**MWC2019**（Mobile World Congress）在西班牙巴塞罗那开幕（以下简称“巴展”），此次大会共有2400余家企业参展，200多个国家和地区的10万余名参会者。

在‘智慧互联’的主题下，5G成为此次MWC的主旋律，已经发布的**5G智能手机、5G新的产品与服务**，展示的5G手机、5G可穿戴设备、IoT设备，让我们看到了新世界的一瞥。

5G手机

在MWC上展出了多款5G手机，包括：

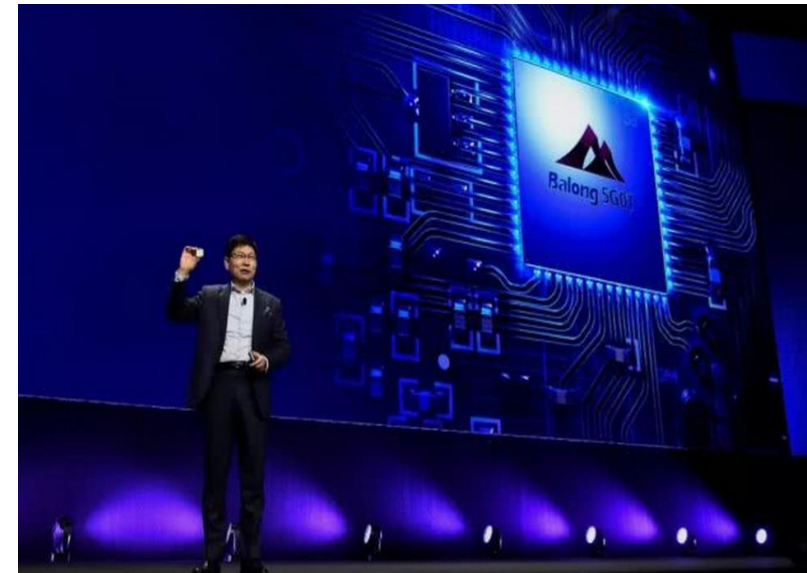
- 三星首款5G手机Galaxy S10
- OPPO首款5G手机
- 华为首款5G折叠屏手机HUAWEI Mate X
- 小米的5G手机Mi Mix3
- LG的5G手机V50
- 中兴的5G手机Axon 10 Pro
- 索尼和一加宣布了将要发布5G手机的消息



5G手机



5G手机体验：视频、游戏
应用场景创新不足



华为发布的5G折叠屏手机Mate X

在MWC之前一个月，发布了自研的两款5G芯片，一款是**终端5G芯片巴龙5000**，另一款则是**5G基站芯片天罡**。在MWC期间发布的华为5G折叠屏手机Mate X上，搭载的正是巴龙5000芯片。

在MWC上展出的绝大部分5G手机，都采用了高通骁龙855处理器和骁龙 X50"5G 基带芯片的组合。没有使用高通5G技术的只有华为一家。

5G产品



5G+AR的可穿戴设备：5G手表、AR眼镜/头盔，提供沉浸式体验，可以实现更精准的增强现实（AR）功能



基于5G网络的机器人、IoT终端

5G网联汽车



车联网与自动驾驶上，已经能够实现车与车、车与基础设施之间的通讯，它们能够对交通中其它车辆进行行驶意向信息的判断，为自动驾驶提供了有利保障。

5G远程手术

全球首台5G远程手术在MWC 2019大会现场进行



一名外科医生在MWC展会现场使用5G网络远程指导一场7公里之外的手术

在会议现场，医生用手在远程调节器的屏幕上画出了患者肠道中神经所在的区域，并指导团队如何操作手术。

在手术操作期间，5G网络的延迟时间仅为0.01秒，相比之下，目前在发展中国家占主导地位的4G无线网络的延迟时间为0.27秒。5G的速度和可靠性使得医生能够实时在屏幕上绘图。

人工智能、5G应用是汉诺威工业博览会关注重点

◆未来物联网无法避免使用5G公共网络的全球化应用

- 设备提供商对工厂设备的远程维护
- 对交通网络的监控
- 对能源、水和燃气等基础设施网络的控制



□面临的挑战与风险：可靠性、数据安全

◆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

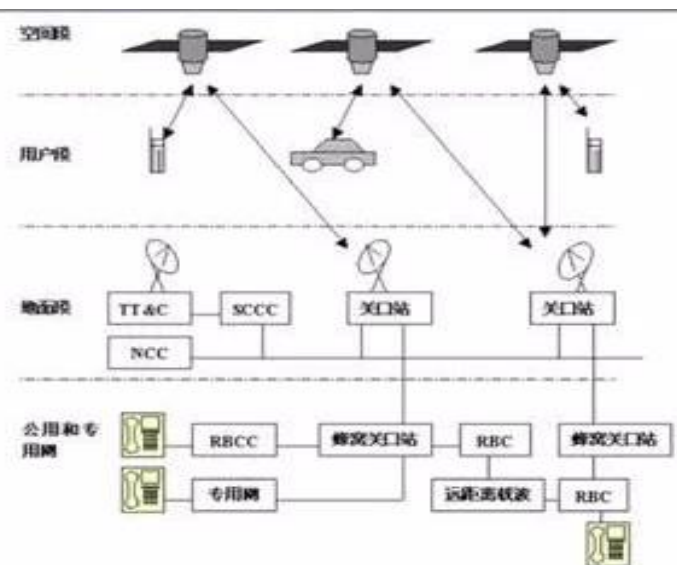
- 工业界来说，最看重的不是传输速率，而是可靠性和可连接设备的数量，因此运营商提供的网络质量必须值得信赖
- 5G网络频率高、衰减快，为实现5G网络覆盖，除了室外建立基站外，还要在室内安装相关设备——增加5G网络的建设和维护成本

□业界持乐观态度：新技术问题总是会在使用过程中逐渐解决，而且全球业界已有不少抵御网络风险的传统方法和安全机制

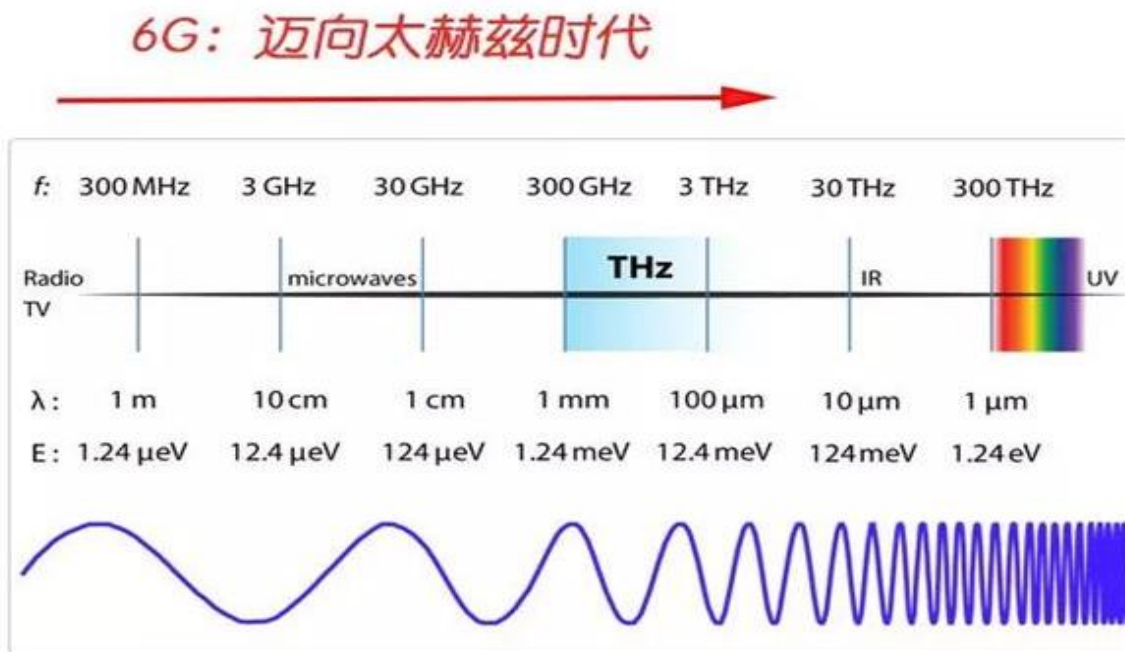
各国已纷纷开展6G技术布局，6G将开拓的方向包括

(1) 地空全覆盖网络。6G有望集成全球卫星定位系统、电信卫星系统、地球遥感成像卫星系统等卫星通信网络，形成更广泛层面、更高空间的地空全覆盖网络，实现陆地、天空甚至多层次多网络的融合，整个有线、无线网络结构都将发生巨大变化。

低轨卫星通信系统示意图



(2) 尚未开发的**太赫兹频段**。6G会使用更高的频段比如太赫兹频段，而且频谱利用的方式也会发生一些变化，迈向数THz频段将是下一代移动通信技术的重点研究领域。



(3) 人工智能+网络规划。可以动态选择不同类型的无线接入技术，可以根据需求自动配置网络资源，可以自动提出网络规划建议等。

- ◆ **欧盟**已启动为期3年的6G基础技术研究项目；**美国**联邦通讯委员会、**英国**电信集团等都已经提出了6G基础技术架构设想。
- ◆ **我国**科技部在2018年国家重点研发计划“宽带通信和新型网络”申报指南中已涉及B5G/6G技术，对新型无线通信、天线阵列与射频技术进行前期研究，包括：
 - 大规模无线通信物理层基础理论与技术
 - 太赫兹无线通信技术与系统
 - 面向基站的大规模无线通信新型天线与射频技术
 - 基于第三代化合物半导体的射频前端系统技术
 -

目录

01

移动通信技术发展之路

02

5G技术浅析及国内外发展现状

03

国际社会对我国5G发展的态度

04

5G技术在工业/装备制造业的应用前景

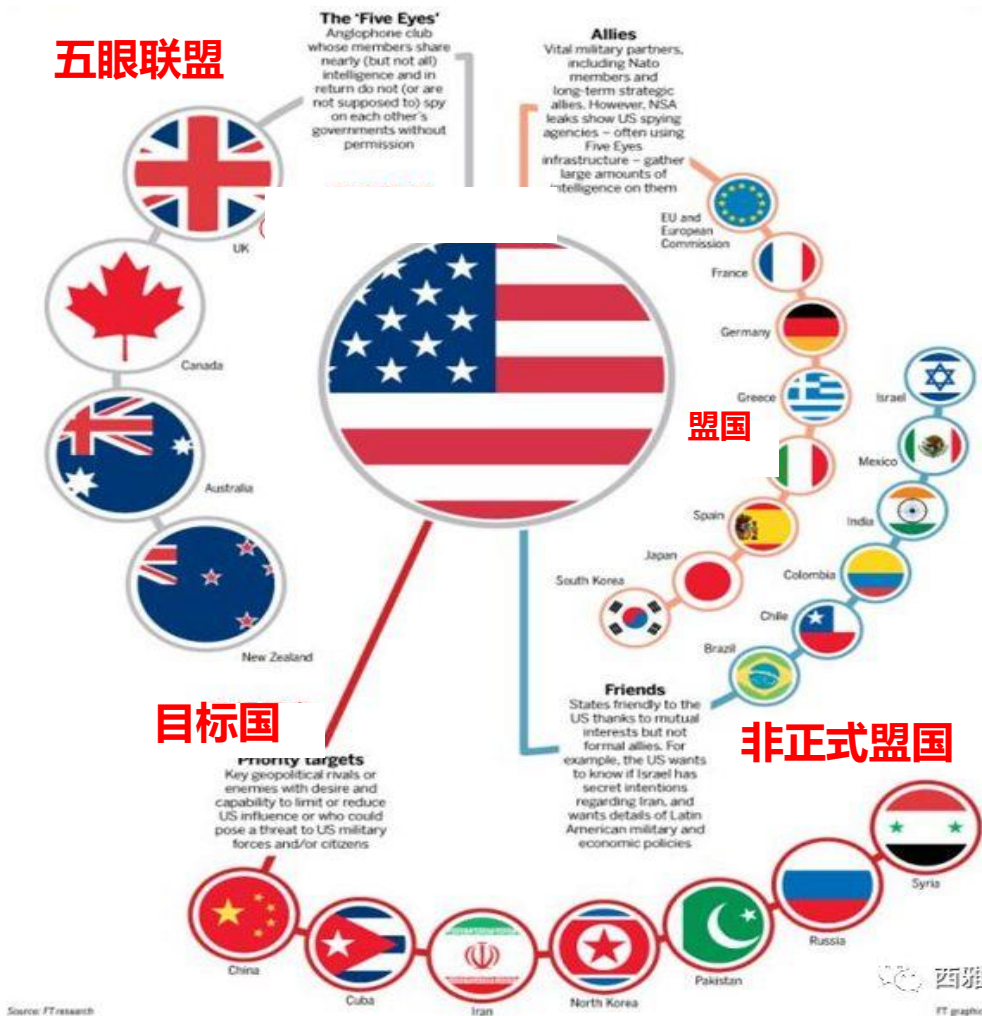


“五眼联盟” 是由美国、英国、澳大利亚、加拿大和新西兰五个国家在1948年建立，五国情报人员进行情报分享与联合拦截敌国情报。

从2018年4月，华为、中兴等中国5G企业被排除出该五国的5G采购目录。

局势复杂多变：

- 政府抵制，但各国电信运营商呼吁采用华为5G方案；
- 英国、新西兰等国，不同政府部门之间对是否排除华为5G仍在争论中；
- 2019年2月，针对英国提出的5G安全问题，华为已作出承诺将按照要求进行系统升级；
- 2019年4月，华为已经通过WTO控告澳5G政府禁令……



以美国为首的北约集团发布了调查华为的专项报告，通过报告可以解读

◆关于华为的争论核心并不是单纯的技术问题。至今为止，没有任何公开证据表明，华为或中兴的某种设备存在严重的技术弱点或安全问题。

◆（华为或其他公司）根本不可能排除未来所有可能遭遇的风险。中国的技术与其他的没有什么区别。

◆采购某一特定供应商的技术会产生一定程度的依赖。

◆华为的优势：

其一：华为显然是全球唯一可以“大规模、低价格”提供5G网络所有设备的厂商。竞争对手诺基亚和爱立信暂时没有能力提供替代产品。

其二：华为等中国通讯公司在全球5G标准上以“肉眼可见”的优势占比很高——10%~17%。

截止2019年3月，华为已获得全球5G订单40项，爱立信16个，诺基亚30个。然而，全球5G市场占有率统计显示，爱立信、三星、诺基亚分别占全球市场24%、21%、20%，华为仅占17%。这是否还是优势呢？

根据3GPP规定，5G包括eMBB（大流量移动宽带），mMTC（大规模物联网）和URLLC（高可靠低时延连接）三大应用领域。华为掌握了eMBB的信令控制编码方案——Polar码中的大部分专利，占有率达47%。而在其他领域中，华为暂无核心技术的突出表现。

美国不只封杀华为，同样封杀中兴、海能达、海康威视、大华等公司。

——他们针对的不是“你干了什么”，而是“你来自哪里”

□ 32国闭门会议

2019年5月2日至3日，以美国为首的32个西方国家代表在捷克首都布拉格，就如何安全地引入5G网络举行闭门会议，会议发布了一份非约束性建议。

华为等中国企业没有受邀参会。

“布拉格提案”指出，网络安全不仅是一个技术问题，还应该考虑第三国政府影响供应商的“整体风险”，5G的安全应当考虑供应商所在国的法律环境、治理模式、有无安全合作协议等更广泛的内容。



□ 华为回应

5月5日，华为做出回应，指出网络安全本质上还是技术问题，技术问题要靠技术手段来解决。“我们坚信任何未来的安全原则都应应以可验证的事实和技术数据为基础，而不是基于供应商的属地和意识形态来进行鉴别。”

	合作（达成意向&合作合同）	禁止	正在评估	正在替换
亚洲	日本、中国大陆、中国香港、印尼、沙特、土耳其、科威特、阿曼、黎巴嫩		印度	日本、韩国
东欧	俄罗斯、乌克兰、拉脱维亚			
西欧	奥地利、意大利、瑞士、马耳他、摩纳哥、西班牙、葡萄牙、法国	英国	英国、德国	
美洲	巴西	美国、加拿大		
大洋洲		澳大利亚、新西兰	新西兰	

- ◆ 现在宣传的应用场景，大部分可以通过4G实现，5G只是技术指标更高一些
 - 5G还未找到应用场景，目前都是“增强型移动宽带”
 - 低时延：目前还未有可行方案，时延1ms在端对端时太困难
 - 高可靠：国际标准6个9（99.9999%），但没有一个厂家设备能做到6个9的可靠性，甚至5个9都很难达到
 - 5G主要解决接入网的快速问题，但核心网是瓶颈。目前技术方案中核心网的架构更加复杂，不易实现
 - **5G设备和技术研发太贵**：5G基站采用许多新技术所以造价高，但布置得更密
 - 5G端对端的应用场景和垂直行业的研究，特别是工业自动化的应用场景，不是容易的事儿
 -

目录

01

移动通信技术发展之路

02

5G技术浅析及国内外发展现状

03

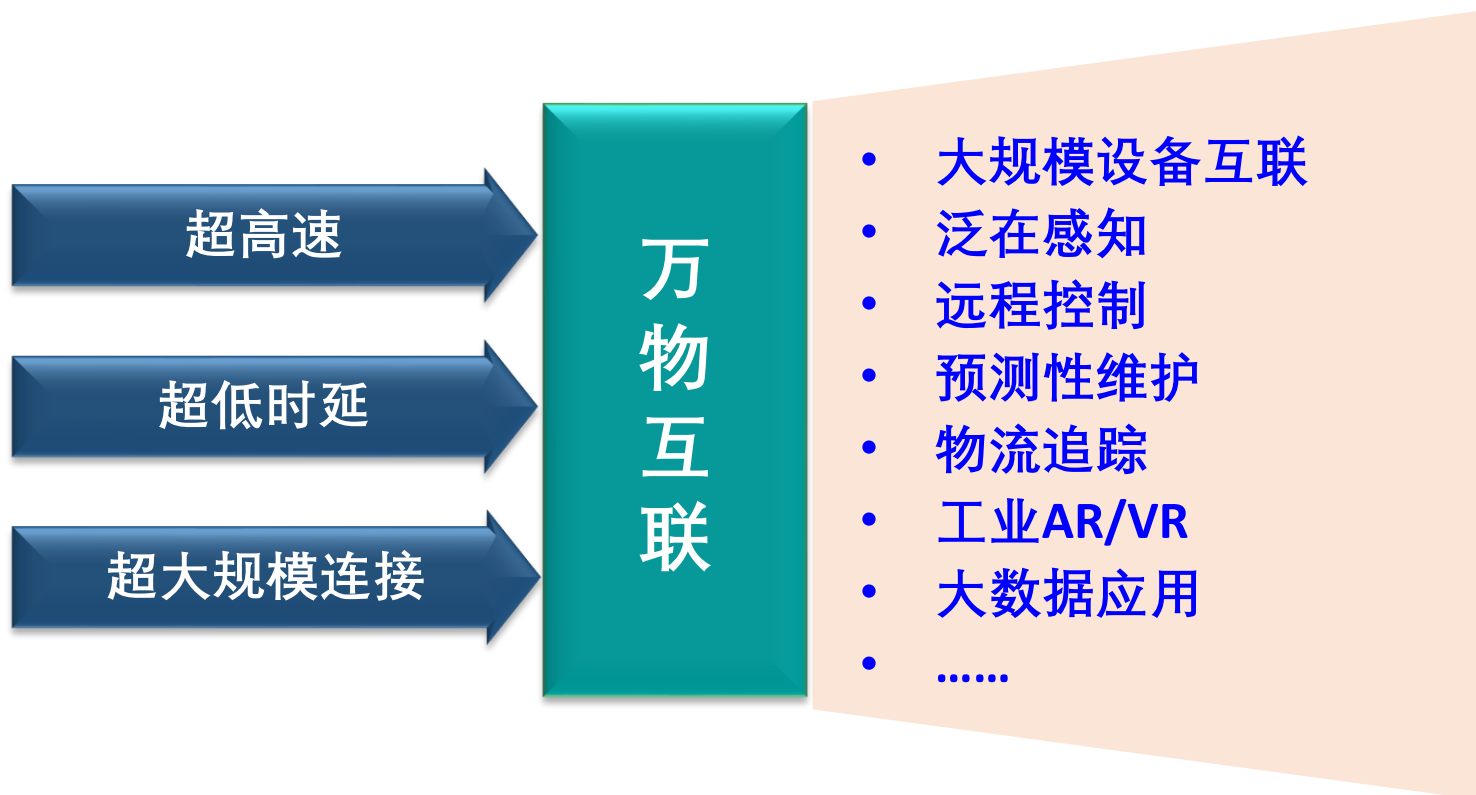
国际社会对我国5G发展的态度

04

5G技术在工业/装备制造业的应用前景



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



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
- 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**要求很高

无线连接

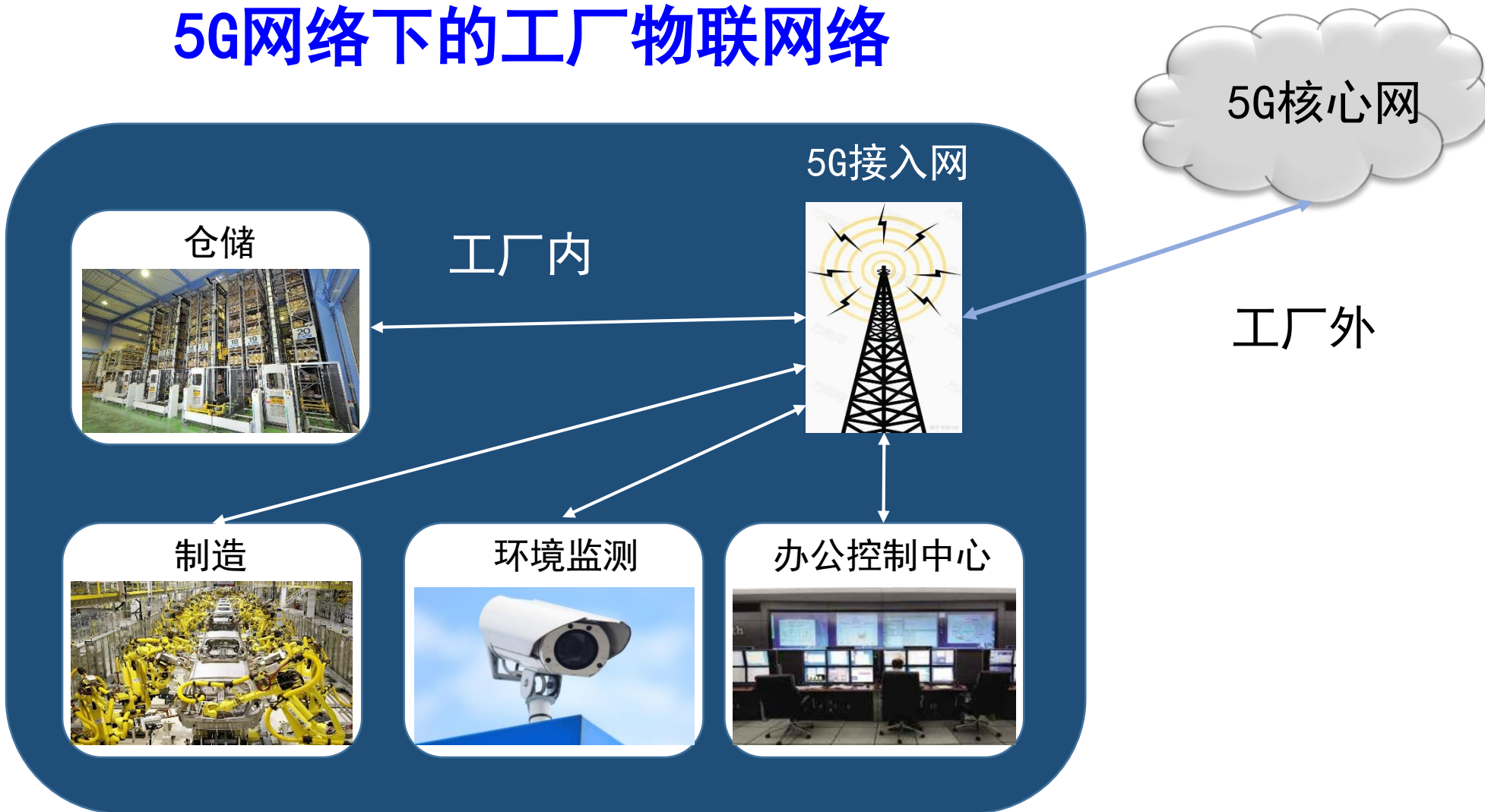
- **无需布线**，工厂和生产线的建设施工更加便捷，减少大量维护工作，减低成本
- 机器设备活动区域不受限，方便在各种场景实现工作内容的平滑切换

互联互通

- 借助5G的D2D通信，可实现智能工厂内**大规模制造装备互联**
- 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发展，实现物流追踪、远程运维、分布设计、协同生产

5G使得智能工厂向无线化方向发展

5G网络下的工厂物联网



5G网络下的网络协同制造



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



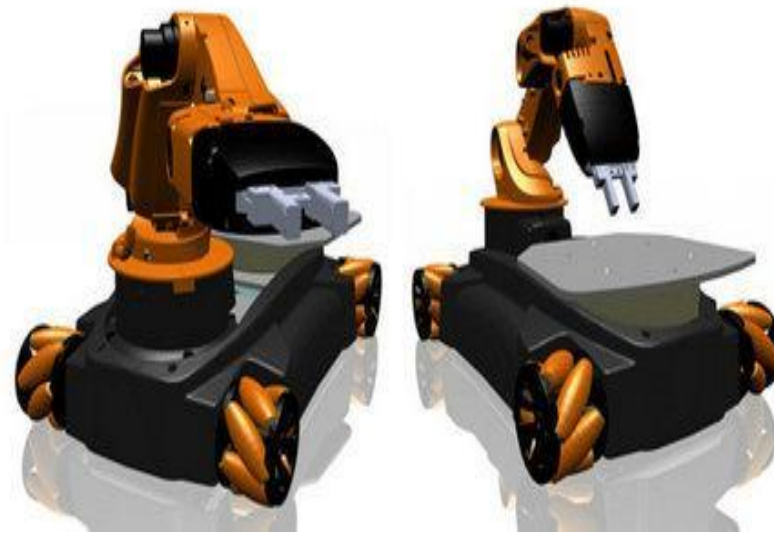
视频监控与机器视觉 对现代制造企业越来越普及，如质量检测、操作维护、基于安全管理行为类的监控等。现在可以通过基于5G的机器视觉分析，满足大量的数据传输要求。



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。



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。



□通过5G等通信技术实现“人—车—路—云”一体化协同，推动与低时延、高可靠密切相关的远控驾驶、编队行驶、自动驾驶具体场景的应用。



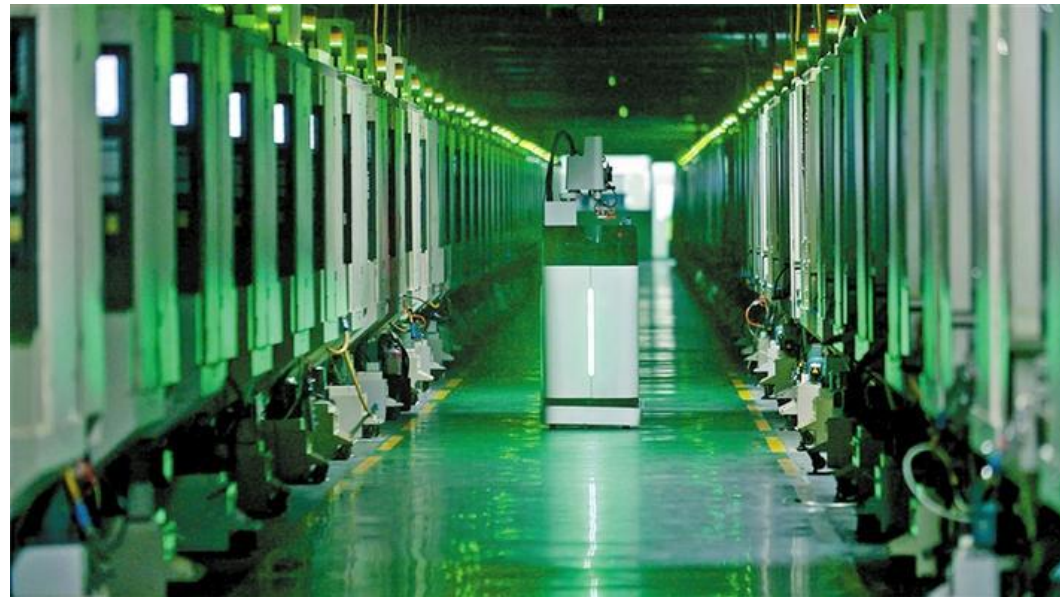
□ 5G技术可使能源生产、传输、存储、消费与互联网深度融合，加速能源互联网的实
现，间接形成对各类能源装备的新需求



- **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

- 随着5G布局的推进、换机潮来临，芯片、射频器件、终端天线、光学元件、传感器、面板等产品需求猛增，对电子制造装备、检测设备、激光加工设备、模组设备等提出升级改造需求

可以预见，5G技术场景支撑下，装备制造业向智能制造转型升级步伐将加快



青岛港全球首例在实际生产环境下的5G远程桥吊操作

青岛港在其自动化码头上成功完成了基于5G连接的自动桥吊控制操作，率先实现了通过无线网络控制设备抓取和运输集装箱

在5G网络混合承载ms级延时的工业控制信号和30路以上高清摄像头视频数据，支持实际生产中对自动岸桥吊车的无线控制和视频回传



诺基亚提出了基于5G和物联网、机器人、AR/VR技术的智能工厂**Box2.0**概念，并在诺基亚奥卢智能工厂完成全球首个5G实际工业应用测试。

通过5G连接更多资产，并获得全新的灵活性，以及机器学习、人工智能和应用广泛的自动化等更多功能，从而有效提升运营能力。



爱立信同瑞典工业巨头ABB共同签署了基于5G技术面向工厂自动化的合作协议。两家公司在爱立信位于爱沙尼亚塔林的工厂合作，ABB为爱立信5G射频设备的组装提供一套全自动的机器人解决方案，实现基于5G平台的工厂自动化，为产线提供人工智能和机器学习能力。



- 目前5G技术并未特别考虑工业应用的信息传输需求，包括实时性、可靠性、安全性等特殊要求，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
- 5G时代已现出黎明前的微光，但大规模应用尚需时日，建议应**积极关注、冷静观察、加强研究、示范应用**
- 为迎接5G技术带来的万物互联，需前瞻布局应用5G + AI技术的智能无线传感器**



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