



5G时代 十大应用场景 白皮书



与前几代移动网络相比，5G网络的能力将有飞跃发展。例如，下行峰值数据速率可达20Gbps，而上行峰值数据速率可能超过10Gbps；此外，5G还将大大降低时延及提高整体网络效率：简化后的网络架构将提供小于5毫秒的端到端延迟。那么5G给我们带来的是超越光纤的传输速度（Mobile Beyond Giga），超越工业总线的实时能力（Real-Time World）以及全空间的连接（All-Online Everywhere），5G将开启充满机会的时代。

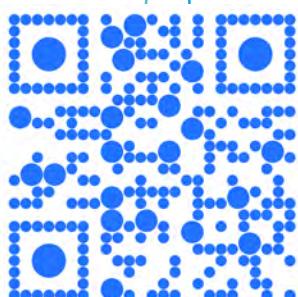
另外5G为移动运营商及其客户提供了极具吸引力的商业模式。为了支撑这些商业模式，未来网络必须能够针对不同服务等级和性能要求，高效地提供各种新服务。运营商不仅要为各行业的客户提供服务，更需要快速有效地将这些服务商业化。

洞察未来，这篇白皮书将会探讨最能体现5G能力的十大应用场景。



目录

云VR/AR	01
实时计算机图像渲染和建模	
车联网	05
远控驾驶、编队行驶、自动驾驶	
智能制造	08
无线机器人云端控制	
智慧能源	11
馈线自动化	
无线医疗	13
具备力反馈的远程诊断	
无线家庭娱乐	16
超高清8K视频和云游戏	
联网无人机	19
专业巡检和安防	
社交网络	22
超高清/全景直播	
个人AI辅助	25
AI辅助智能头盔	
智慧城市	28
AI使能的视频监控	



引言

与2G萌生数据、3G催生数据、4G发展数据不同，5G是跨时代的技术 - 5G除了更极致的体验和更大的容量，它还将开启物联网时代，并渗透进至各个行业。它将和大数据、云计算、人工智能等一道迎来信息通讯时代的黄金10年。

数字化技术催生各行业的不断创新：ICT、媒体、金融、保险在数字化发展曲线中已经独占鳌头，零售、汽车、油气化工、健康、矿业、农业等也在加速其进程。

促进数字化进程的关键技术包括软件定义设备、大数据、云计算、区块链、网络安全、时延敏感网络、虚拟现实和增强现实等。而连接一切技术的是 - 通讯网络。

人们对5G赋予前所未有的期盼，因为5G是新时代的跨越，它能带来超越光纤的传输速度（Mobile Beyond Giga），超越工业总线的实时能力（Real-Time World）以及全空间的连接（All-Online Everywhere）。我们看到，移动网络正在使能全行业数字化，成为基础的生产力。

网络能力长足发展才能支撑更多样的业务存在。从人们的日常应用看，它们正在悄然的发生变化。首先是视频体验的提升：据华为Wireless X Labs通过人因工程的研究发现，从人眼可视角度、手臂长度、舒适性来看，手持移动设备最大视频显示极限是5K分辨率，那么只能带来20 Mbps+流量。但是5G的WTTx业务可以轻松把8K的片源带入客厅的电视大屏，提升6倍带宽需求。

云业务发展迅速，其存储、计算、渲染能力逐步提升，很多业务可以在云端完成处理，以降低终端成本和实现复杂的跨平台协作。因此我们认为，VR云的结合能够大大推进业务的普及 - 不论是VR游戏还是工程建模，都在云端进行渲染，通过可靠的高速网络实时返回给终端，使得业务获取性提升，体验提升。

5G视频业务还有另一个很大变化，即观看者不仅是人，还有机器。如人工智能机器视觉在云端的应用，使得无人机可以实时识别车牌、油气泄漏。无线工业相机实时识别位置、产品检错。机器看视频，7x24小时不停歇。

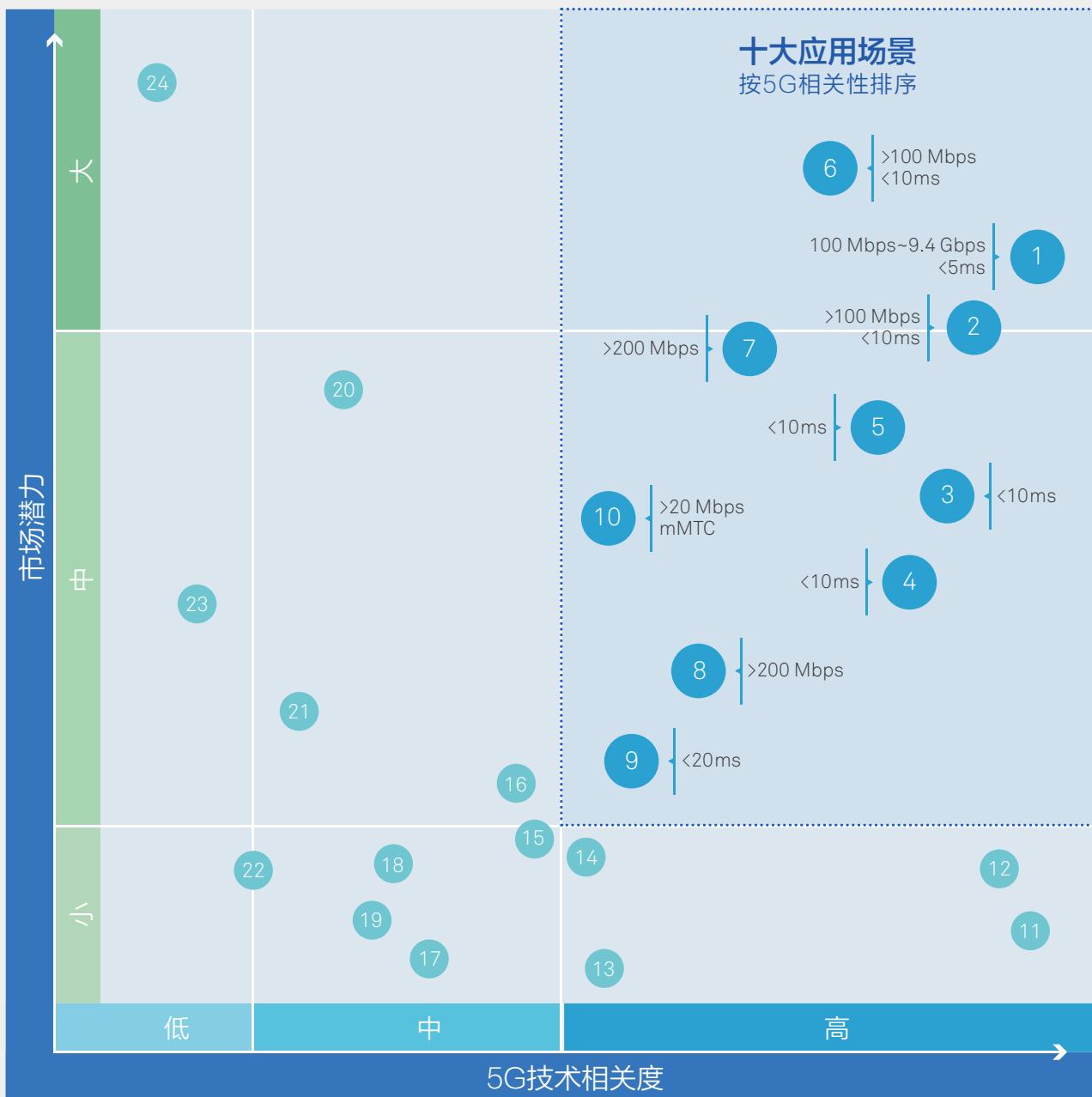
移动网络的目标是全连接世界，产生的数据通过连接在云端构建，不断创造价值。车联网、智能制造、全球物流跟踪系统、智能农业、市政抄表等，是物联网在垂直行业的首要切入领域，都将在5G时代蓬勃发展。

为更好了解新网络能力所能带来的商业机会，我们选取了10个应用场景进行分析，希望借此帮助行业了解无线进展，积极拥抱数字化、无线化的大趋势。



周跃峰 博士

华为无线网络产品线 CMO



说明

1. 云VR/AR - 实时计算机图像渲染和建模
2. 车联网 - 远控驾驶、编队行驶、自动驾驶
3. 智能制造 - 无线机器人云端控制
4. 智慧能源 - 馈线自动化
5. 无线医疗 - 具备力反馈的远程诊断
6. 无线家庭娱乐 - 超高清8K视频和云游戏
7. 联网无人机 - 专业巡检和安防
8. 社交网络 - 超高清/全景直播
9. 个人AI辅助 - AI辅助智能头盔
10. 智慧城市 - AI使能的视频监控

11. 全息
12. 无线医疗联网 - 远程手术
13. 无线医疗联网 - 救护车通信
14. 智能制造 - 工业传感器
15. 可穿戴设备 - 超高清穿戴摄像机
16. 无人机 - 媒体应用
17. 智能制造 - 基于云的AGV
18. 家庭 - 服务机器人(云端AI辅助)
19. 无人机 - 物流
20. 无人机 - 飞行出租车
21. 无线医疗联网 - 医院看护机器人
22. 家庭 - 家庭监控
23. 智能制造 - 物流和库存监控
24. 智慧城市 - 垃圾桶、停车位、路灯、交通灯、仪表

云VR/AR



VR/AR业务对带宽的需求是巨大的。高质量VR/AR内容处理走向云端，满足用户日益增长的体验要求的同时降低了设备价格，VR/AR将成为移动网络最有潜力的大流量业务。虽然现有4G网络平均吞吐量可以达到100 Mbps, 但一些高阶VR/AR应用需要更高的速度和更低的延迟。



实时计算机图像渲染和建模

虚拟现实(VR)与增强现实(AR)是能够彻底颠覆传统人机交互内容的变革性技术。变革不仅体现在消费领域，更体现在许多商业和企业市场中。

VR/AR需要大量的数据传输、存储和计算功能，这些数据和计算密集型任务如果转移到云端，就能利用云端服务器的数据存储和高速计算能力。

1. 云VR/AR将大大降低设备成本 - 提供人人都能负担得起的价格。
2. 云市场以18%的速度快速增长。在未来的10年中，家庭和办公室对桌面主机和笔记本电脑的需求将越来越小，转而使用连接到云端的各种人机界面，并引入语音和触摸等多种交互方式。5G将显著改善这些云服务的访问速度。

云VR/AR演进5阶段				
VR应用及技术特点	阶段0/1		阶段2	阶段3/4
	PC VR	Mobile VR	Cloud Assisted VR	Cloud VR
	游戏、建模 (本地渲染 动作本地闭环)	360 视频、教育 (全景视频下载, 动作本地闭环)	浸没式内容、互动式模拟、可视化设计 (动作云端闭环, FOV (+) 视频流下载)	超高体验的游戏和建模 实时渲染 / 下载 (动作云端闭环, 云端 CG 渲染, FOV (+) 视频下载)
AR应用及技术特点	2D AR	3D AR/Mixed Reality	Cloud MR	
	操作模拟及指导、游戏、远程办公、零售、营销可视化 (图像和文字本地叠加)	空间不断扩大的全息可视化，高度联网化的公共安全 AR 应用 (图像上传, 云端响应多媒体信息)	基于云的混合现实应用，用户密度和连接性增加 (图像上传, 云端图像重新渲染)	
连接需求	以Wi-Fi连接为主 4G和Wi-Fi 内容为流媒体 20 Mbps + 50ms时延要求	4.5G 内容为流媒体 40 Mbps + 20ms时延要求	5G 内容为流媒体 100 Mbps~9.4 Gbps + 2~10ms时延要求	

图 1: VR/AR连接需求及演进阶段 (来源: Wireless X Labs)

1.1 商业模式和应用案例

移动运营商越是广泛地参与云VR/AR生态系统，可获得的收益就越多。在B2B市场中，优先目标细分市场是广播公司、社交网络公司和中小内容开发商，其中一些公司已经对VR平台表现出浓厚的兴趣。

VR生态系统中的三种主要收费模式将是广告模式、订阅模式和按使用付费模式，如图2所示。



图2: VR服务收费模式小结 (来源: 华为商业咨询部)



除了高阶的云渲染CG VR外,目前VR市场在游戏和视频、广告领域也举足轻重。体育赛事(例如英特尔True VR)和现场活动(例如Next VR)的VR已经突破了一般体验。优质内容、事件的VR已经主导了视频市场。

Orange发布了Android和iOS智能手机的HMD(定价50欧元),以支持其Orange VR 360应用。SK Telecom于2017年MWC上发布“360自适应VR直播平台”,并计划在2018年冬运会上提供360°全景直播。SK Telecom在与手机游戏开发商UnityKorea合作举办了“5G现实媒体与融合服务展”的同时,还选定了Looxid Labs, Red Bird和ELROIS三家公司,共同开发5G VR/AR服务。

1.2 小结

- ABI Research估计,到2025年AR和VR市场总额将达到2920亿美元(AR为1,510亿美元,VR为1,410亿美元)。
- 移动运营商需要调整其业务模式和产品,成为全面的云服务提供商,从而更好地提供云VR/AR服务。
- 移动运营商在VR/AR中的可参与空间十分可观,到2025年将超过930亿美元,约占VR/AR总市场规模的30%。





车联网价值链中的主要参与者包括：汽车制造商、软件供应商、平台提供商和移动运营商。移动运营商在价值链中极具潜力，可探索各种商业模式，例如平台开发、广告、大数据和企业业务。



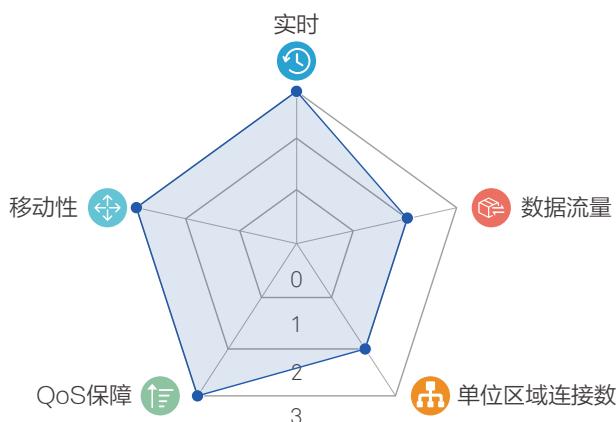
远控驾驶、编队行驶、自动驾驶

传统汽车市场将彻底变革，因为联网的作用超越了传统的娱乐和辅助功能，成为道路安全和汽车革新的关键推动力。

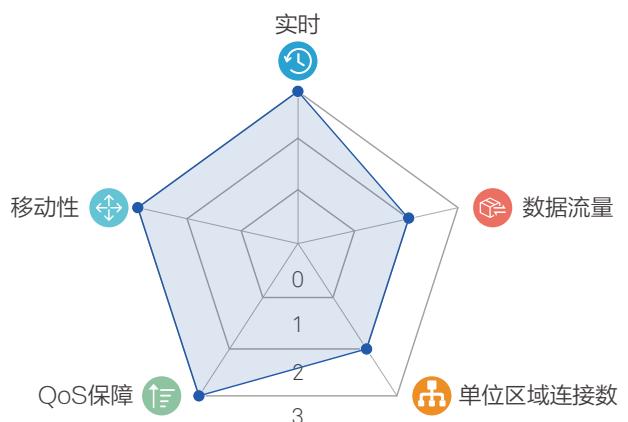
驱动汽车变革的关键技术—自动驾驶、编队行驶、车辆生命周期维护、传感器数据众包等都需要安全、可靠、低延迟和高带宽的连接，这些连接特性在高速公路和密集城市中至关重要，只有5G可以同时满足这样严格的要求。

5G应用场景之

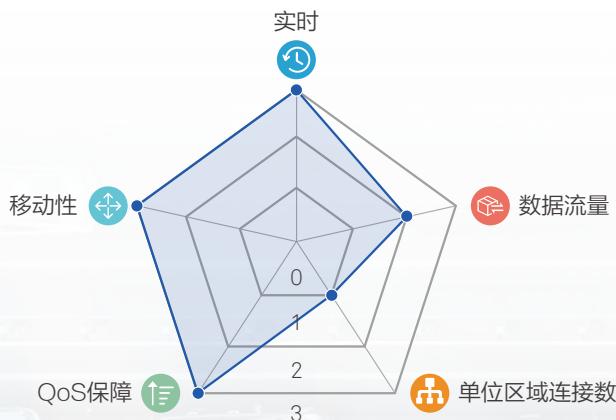
自动驾驶



编队行驶



远控驾驶



在远控驾驶 (ToD) 中, 当E2E时延控制在10ms以内时, 在时速90公里下远程紧急制动所产生的刹车距离不超过25厘米。

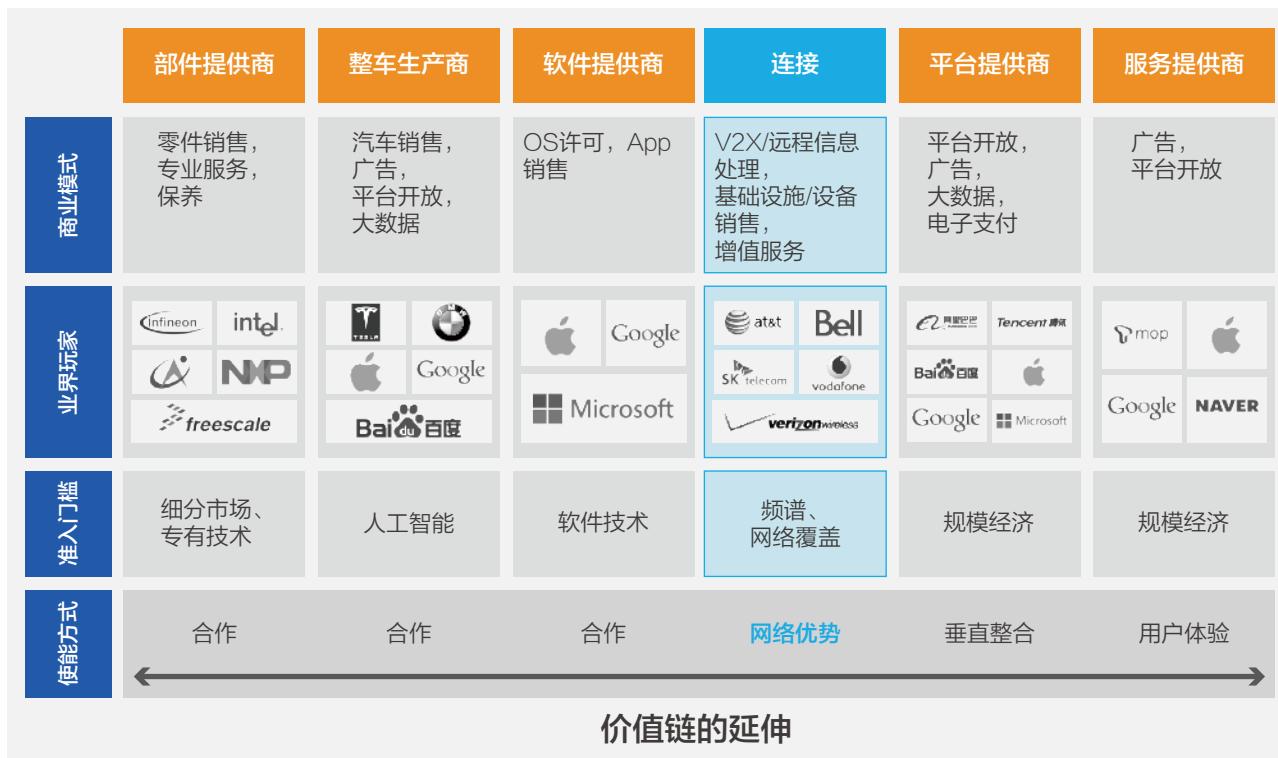


图 3: 自动驾驶价值链为例 (来源: 华为商业咨询部)

2.1 商业模式和应用案例

在车联网时代，全面的无线连接可以将诸如导航系统等附加服务集成到车辆中，以支持车辆控制系统与云端系统之间频繁的信息交换，减少人为干预。以自动驾驶为例，端到端价值链如上图所示。

此外，运营商在车联网领域的商业模式可以分为B2C和B2B两种，如下图4所示。

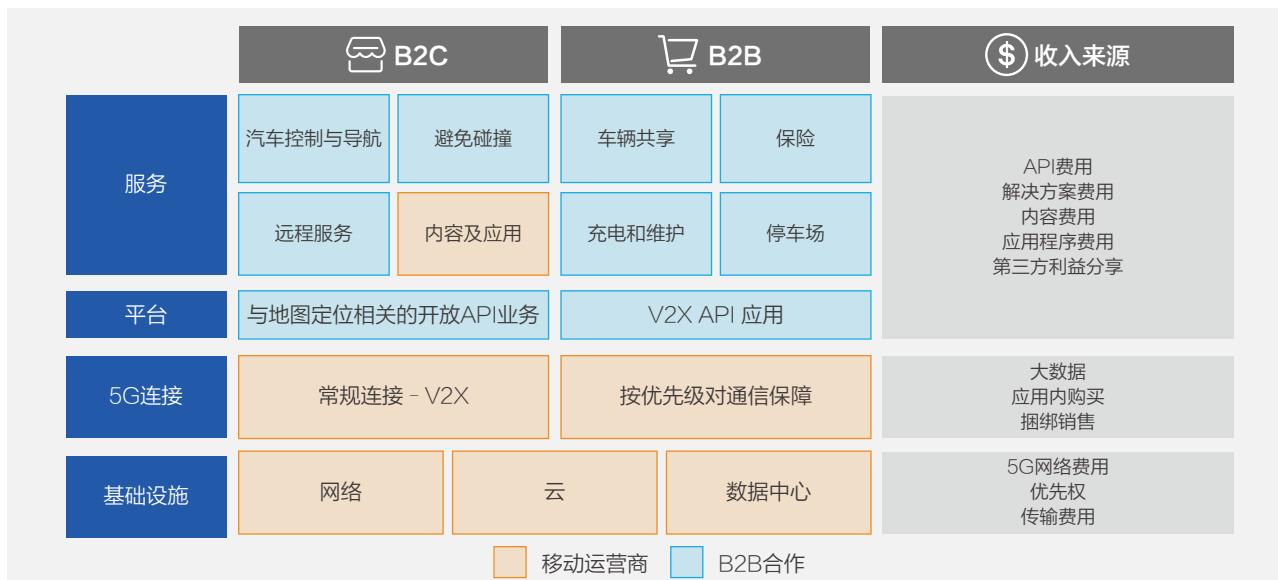


图 4: 运营商在车联网领域的商业模式 (来源: 华为商业咨询部)

5G有可能成为统一的连接技术，满足未来共享汽车、远程操作、自动和协作驾驶等连接要求，替代或者补充现有连接技术（例如目前正在美国被授权使用V2V技术的5.9GHz DSRC）。在车辆实现完全自动驾驶之前，5G将支持以下应用案例：

应用案例	描述	网络需求
编队行驶	卡车或货车的自动编队行驶比人类驾驶员更加安全。车辆之间靠得更近，从而节省燃油，提高货物运输的效率。编队具有灵活性—车辆在驶入高速公路时自动编队，离开高速公路时自动解散。	2~3辆车即可组成编队，相邻车辆之间进行直接或车路通讯。对于较长的编队，消息的传播需要更长的时间。制动和同步要求低时延的网络通讯，对于3辆以上的编队，需要5G网络。
远程/遥控驾驶	车辆由远程控制中心的司机，而不是车辆中的人驾驶。远控驾驶可以用来提供高级礼宾服务，使乘客可以在途中工作或参加会议；可提供出租车服务，也适用于无驾照人员，或者生病、醉酒等不适合开车的情况。	RTT时延需要小于10毫秒，使系统接收和执行指令的速度达到人感知的速度，需要5G网络。

2017年2月，在世界移动通信大会召开之前，华为和德国航天中心（DLR）在慕尼黑共同测试了5G自动驾驶，结果显示，5G V2X超低时延超高可靠连接可以避免车辆之间发生碰撞。

2017年6月，中国移动、上海汽车和华为共同首次展示了5G远控驾驶。上汽集团的智能概念车iGS搭载了华为5G解决方案。在5G超低时延（小于10毫秒）的支持下，转向、加速和制动等实时控制信号得到了保障。

2.2 小结

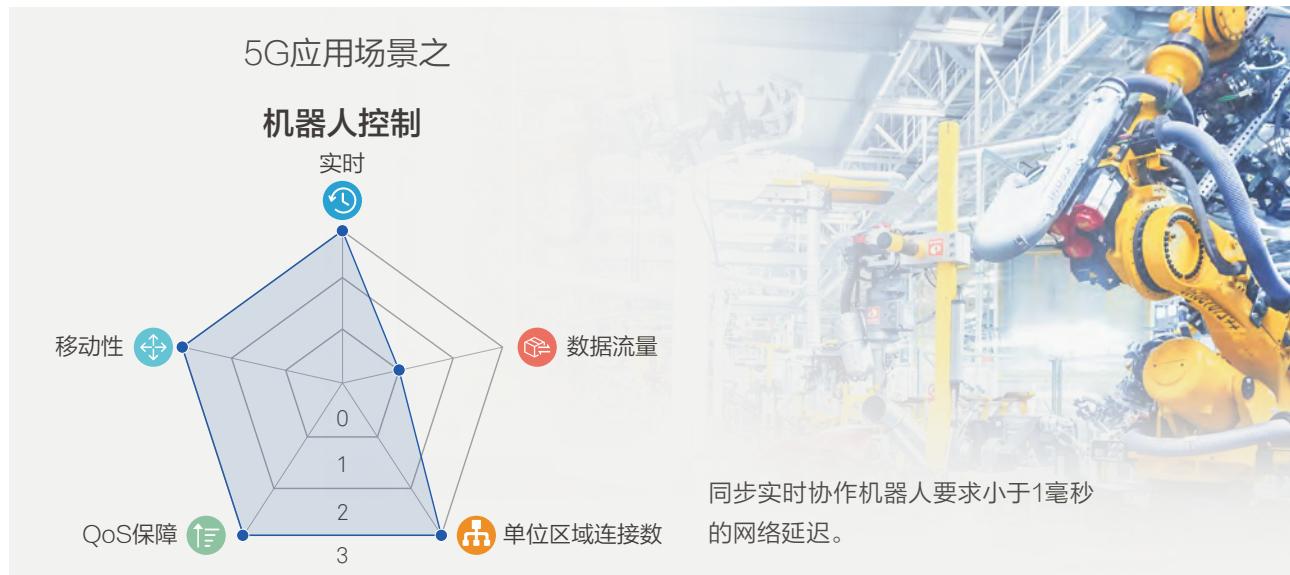
- 通过为汽车和道路基础设施提供大带宽和低时延的网络，5G能够提供高阶道路感知和精确导航服务。
- 根据ABI Research预测，到2025年5G连接的汽车将达到5,030万辆。汽车的典型换代周期是7到10年，因此联网汽车将在2025~2030年之间大幅增长。

到2025年5G连接的汽车将达到5,030万辆

智能制造

无线机器人云端控制

创新是制造业的核心，其主要发展方向有精益生产、数字化、工作流程以及生产柔性化。传统模式下，制造商依靠有线技术来连接应用。近些年Wi-Fi、蓝牙和WirelessHART等无线解决方案也已经在制造车间立足，但这些无线解决方案在带宽、可靠性和安全性等方面都存在局限性。



eMBB	mMTC	uRLLC
无线工业相机	状态监控	无线云化PLC
工业传感器	资产跟踪	
远程控制	云化AGV	机器人同步
边缘计算分析	物流和库存监控	

图 5: 智能制造 （来源 : ABI Research）

对于最新最尖端的智慧制造应用，灵活、可移动、高带宽、低时延和高可靠的通信(uRLLC)是基本的要求。

3.1 商业模式和应用案例

智能制造的基本商业理念是通过更灵活高效的生产系统，更快地将高质量的产品推向市场，其主要优点包括：

- 通过协作机器人和AR智能眼镜提高工作效率，帮助整个装配流程中的工作人员。协作机器人需要不断交换分析数据以同步和协作自动化流程。智能眼镜使员工能够更快、更准确地完成工作。
- 通过基于状态的监控、机器学习、基于物理的数字仿真和数字孪生手段，准确预测未来的性能变化，从而优化维护计划并自动订购零件，减少停机时间和维护成本。
- 通过优化供应商内部和外部数据的可访问性和透明度，降低物流和库存成本。基于云的网络管理解决方案确保了智能制造在安全的环境中共享数据。

移动运营商可以帮助制造商和物流中心进行智能制造转型。5G网络切片和MEC使移动运营商能够提供各种增值服务。运营商已经能够提供远程控制中心和数据流管理工具来管理大量的设备，并通过无线网络对这些设备进行软件更新。

- 在MWC2017展会上，华为和库卡展示了5G协作机器人，两台机器人以同步方式一起敲鼓。库卡创新实验室报告显示网络时延低至1毫秒，可靠性达99.999%。
- 博世预测未来智能制造对多数据源的实时数据分析网络有着重大的需求。2017年6月，博世在其mPad移动控制单元上展示了其无线可编程逻辑控制器（PLC）软件。mPad通过5G连接控制博世APAS协作机器人，用户可以从mPad配置和监控机器人。博世认为Wi-Fi对于这些操作来说不够可靠。
- 此外，博世还计划使工作站与AR眼镜和协作机器人进行通信。可穿戴设备、眼镜和机器人上的传感器会发出警报，以便在工作人员接近或准备停止机器人的时候减慢机器人，防止其对工作人员造成安全威胁。主动辅助系统、AR和机器人之间的通信需要无线技术，而5G能够提供足够的带宽和超高的可靠性。

无线云化PLC满足工业自动化控制的开放性和灵活性要求。运营商的云化基础架构能够托管云PLC系统。

阶段	数据速率	时延
阶段1: 软实时	<10 Mbps	10~100 ms
阶段2: 硬实时	<10 Mbps	1~10 ms
阶段3: 同步实时	<10 Mbps	<1 ms

3.2 小结

- 如果制造企业要充分利用工业物联网的机会，就需要实施涵盖供应链、生产车间和整个产品生命周期的端到端解决方案。
- 到2017年底，全球有1,800万个状态监测连接，到2025年，这一数字将上升到8,800万。全球工业机器人的出货量也将从36万台增加到105万台。
- 目前，固定线路在工业物联网连接数量方面占主导地位。但预测显示，从2022年到2026年，5G IIoT的平均年复合增长率（CAGR）将达到464%。

5G IIoT: 2022年~2026年, 平均年复合增长率464%

馈线自动化

在发达市场和新兴市场，许多能源管理公司开始部署分布式馈线自动化系统。馈线自动化(FA)系统对于将可再生能源整合到能源电网中具有特别重要的价值，其优势包括降低运维成本和提高可靠性。馈线自动化系统需要超低时延的通信网络支撑，譬如5G。通过为能源供应商提供智能分布式馈线系统所需的专用网络切片，移动运营商能够与能源供应商优势互补，这使得他们能够进行智能分析并实时响应异常信息，从而实现更快速准确的电网控制。

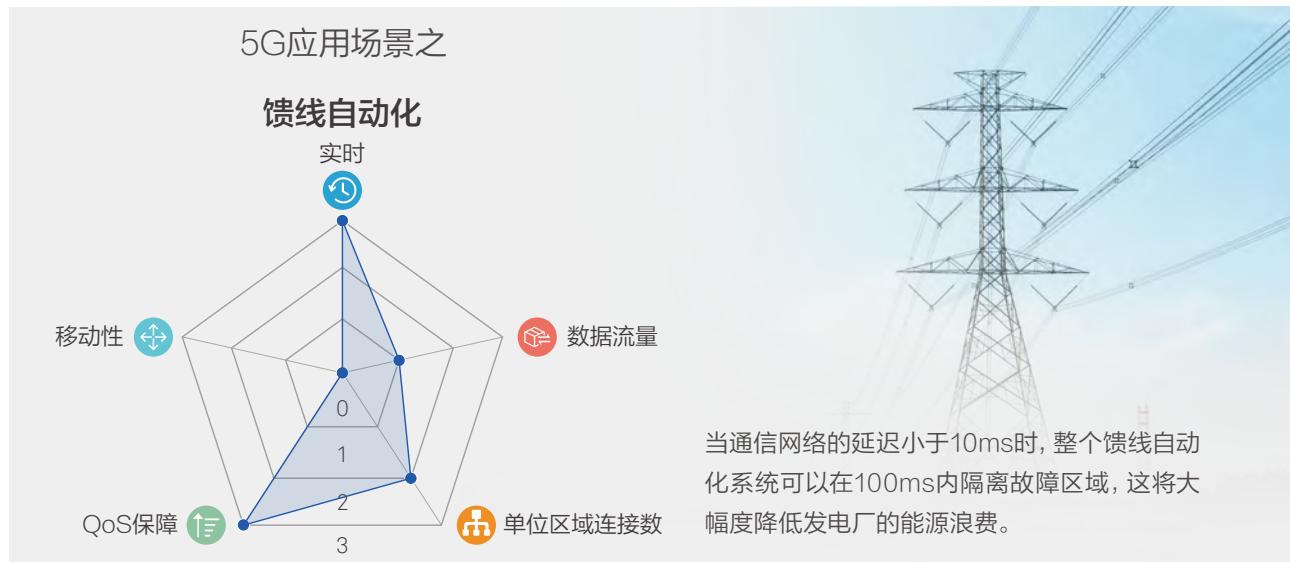


图 6: 5G让能源更智慧 (来源: ABI Research)

4.1 商业模式和应用案例

能源公司正在向智能分布式馈线自动化(FA)方向迈进。在发达市场，供电可靠性预计为99.999%，这意味着每年的停电时间不到5分钟。而新兴能源微网中的太阳能、风力发电机和水力发电会为电网带来不同的负荷，这就意味着目前的集中供电系统可能难以满足需求，因为故障定位和隔离可能需要大约2分钟的时间。

分布式馈线自动化系统从集中式故障通知系统中解脱出来，可以快速响应中断，运行拓扑计算，快速实现故障定位和隔离。目前，智能分布式馈线自动化系统需要光纤布线来提供连接。由于5G可提供10毫秒的网络延迟和千兆吞吐量，因此基于5G的无线分布式馈线系统可以作为替代方案。

由于5G技术采用授权频段，因此移动运营商将除了提供高水准服务等级协定外，还可以提供身份验证和核心网信令安全。

南瑞技术在中国已经采用基于光纤的解决方案实施了多个智能分布式FA终端，试点区域在上海浦东，供电可靠性从99.99%提高到99.999%。通用电气和伊顿等公司也正在推广智能分布式FA终端，并表示出对无线解决方案的偏好，以降低通信成本。

5G不仅在这种情况下提供了非常低的时延(10ms)，还降低了许多新兴市场的能源公司建立智能电网的门槛。由于这些市场缺乏传统电网和发电基础设施，能源公司将可再生能源作为其主要电力来源。但是，可再生能源发电缺乏稳定性，导致输电网络能量出现波动。为了避免这种故障，产生的能量必须根据所消耗的能量进行调整 - 5G可以使能。

4.2 小结

- 根据ABI Research的预测数据，全球配电自动化市场将从2015年的130亿美元增加到2025年的360亿美元。
- 5G可以取代配电自动化中的现有光纤基础设施，可提供<10ms的网络时延和Gbps级吞吐量，实现无线分布式控制。
- 5G也降低了许多新兴市场能源供应商的准入门槛。5G的低延迟，广覆盖和快部署允许智能电网进行快速的信息交换，这在可再生能源为主要电源的市场非常有用。



无线医疗

具备力反馈的远程诊断

人口老龄化加速在欧洲和亚洲已经呈现出明显的趋势。从2000到2030年的30年中，全球超过55岁的人口占比将从12%增长到20%。穆迪分析指出，一些国家如英国，日本，德国，意大利，美国和法国等将会成为“超级老龄化”国家，这些国家超过65岁的人口占比将会超过20%，更先进的医疗水平成为老龄化社会的重要保障。

在过去5年，移动互联网在医疗设备中的使用正在增加。医疗行业开始采用可穿戴或便携设备集成远程诊断、远程手术和远程医疗监控等解决方案。



5.1 商业模式和应用场景

通过5G连接到AI医疗辅助系统，医疗行业有机会开展个性化的医疗咨询服务。人工智能医疗系统可以嵌入到医院呼叫中心，家庭医疗咨询助理设备，本地医生诊所，甚至是缺乏现场医务人员的移动诊所。它们可以完成很多任务：

- 实时健康管理，跟踪病人，病历，推荐治疗方案和药物，并建立后续预约；
- 智能医疗综合诊断，并将情境信息考虑在内，如遗传信息，患者生活方式和患者的身体状况；
- 通过AI模型对患者进行主动监测，在必要时改变治疗计划。

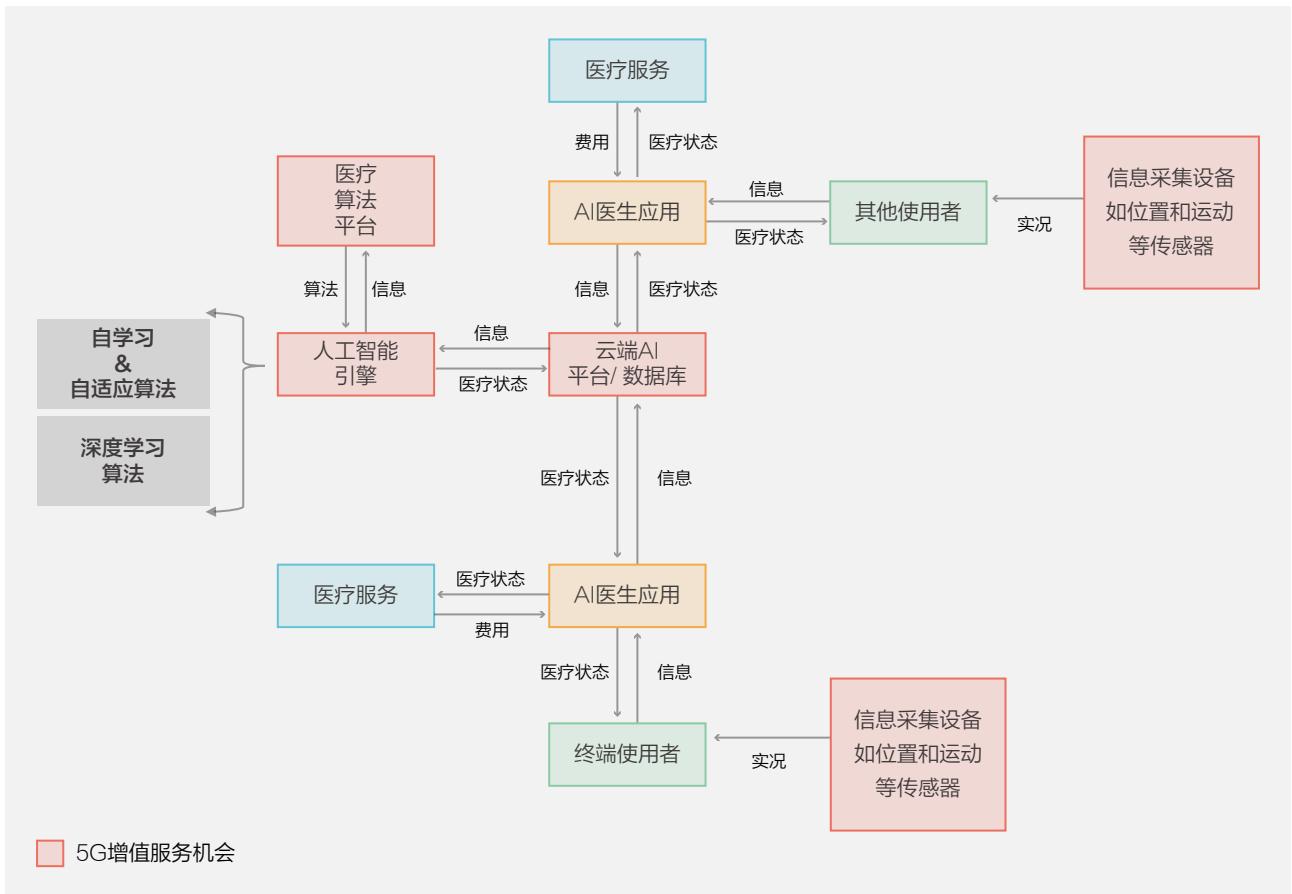


图 7: 在未来医疗中5G使能的设备、AI和云端分析所扮演的角色 (来源: SPO LAB)

其它应用场景包括医疗机器人和医疗认知计算，这些应用对连接提出了不间断保障的要求（如生物遥测，基于VR的医疗培训，救护车无人机，生物信息的实时数据传输等）。

移动运营商可以积极与医疗行业伙伴合作，创建一个有利的生态系统，提供IoMT (Internet of Medical Things) 连接和相关服务，如数据分析和云服务等，从而支持各种功能和服务的部署。

远程诊断是一类特别的应用，尤其依赖5G网络的低延迟和高QoS保障特性。

例如, Belle île en Mer 医院(位于布列塔尼海岸附近的一个法国岛屿)的远程B超机器人能够为这个偏远的地区提供远程B超诊断服务, 连接大陆上医生和临床医师进行咨询, 从而降低了就医成本。

这种远程B超机器人已经到了可商用的程度, 这是力反馈功能和“触觉互联网”的典型应用。力反馈使得远程操作以更精确的方式作用于病人, 减少了检查过程中病人的疼痛。力反馈信号要求10ms的端到端时延。

远程内窥镜



阶段	数据速率	时延
阶段1: 光学内窥镜	12 Mbps	35 ms
阶段2: 360° 4K+触觉反馈	50 Mbps	5 ms

远程超声波



阶段	数据速率	时延
阶段1: 半自动, 触觉反馈	15 Mbps	10 ms
阶段2: AI视觉辅助, 触觉反馈	23 Mbps	10 ms

5.2 小结

- 智慧医疗市场的投资预计将在2025年将超过2,300亿美元。5G将为智慧医疗提供所需的连接。
- 在北美以及德国和北亚市场, 医疗保健领域的技术发展正处于领先地位。新兴的应用包括基于云的数据分析、AI医疗辅助、5G救护车通信和远程诊断等。
- 在最近的B2B调查中, ABI Research发现, 医疗领域42%的受访者已经制定了部署5G的计划, 并确信5G将作为先进医疗解决方案的使能因素。

智慧医疗市场将在2025年超过2,300亿美元

无线家庭娱乐



5G的首要商业用例之一是固定无线接入(或称作WTTx) - 使用移动网络技术而不是固定线路提供家庭互联网接入。由于使用了现有的站点和频谱, WTTx部署起来更加方便。



超高清8K视频和云游戏

到2016年8月,全球共有近千万个4K/UHD电视用户。4K/UHD电视机已经占据了全球40%以上的市场份额,8K电视机即将面市。据预测,更低的价格和新的服务订阅模式将使2020年全球一半的电视观众使用4K/8K电视。8K视频的带宽需求超过100 Mbps,需要5G WTTx的支持。

其它基于视频的应用(如家庭监控,流媒体和云游戏)也将受益于5G WTTx。例如,目前的云游戏平台通常不会提供高于720p的图像质量,因为大部分家庭网络还不够先进,而广大用户是其商业生存之本,只有以最低成本吸引大量用户才是初期的主要商业模式。但是5G有望以90 fps的速度提供响应式和沉浸式的4K游戏体验,这将使大部分家庭的数据速率高于75 Mbps,延迟低于10毫秒。

云端游戏对终端用户设备的要求较低,所有的处理都将在云端进行。用户的互动将被实时传送到云中进行处理,以确保高品质的游戏体验。

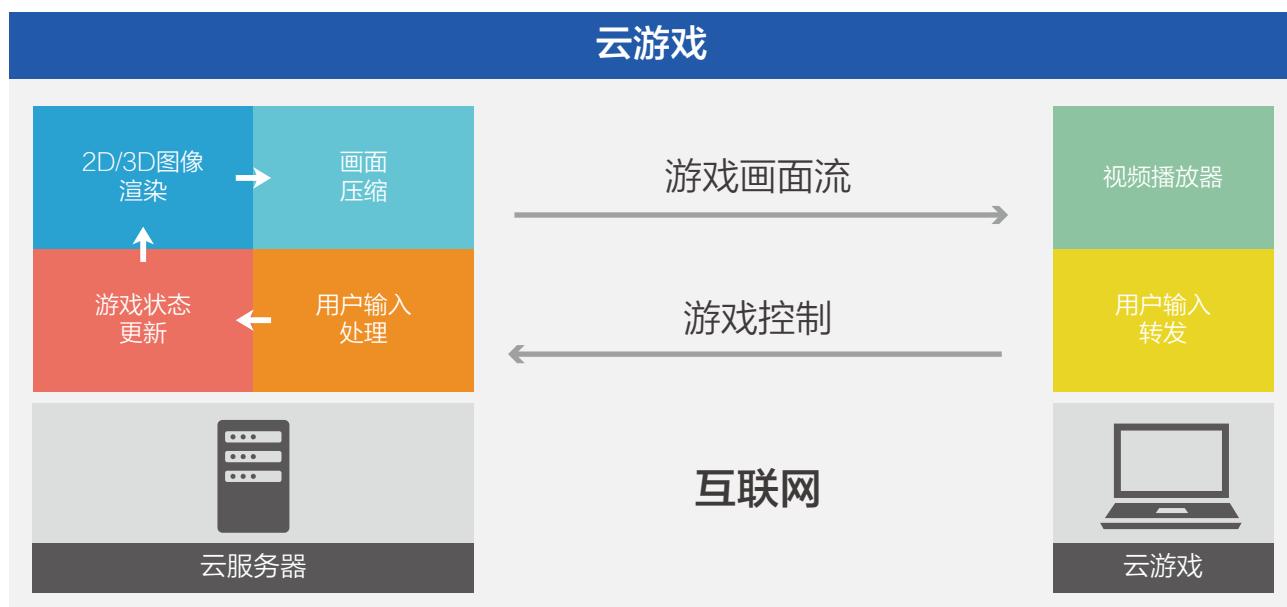
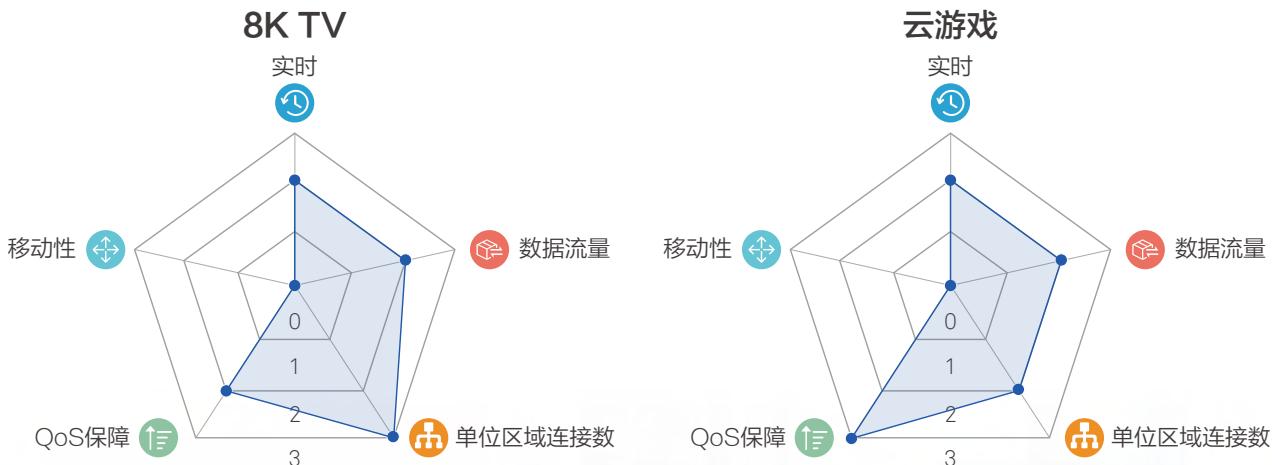


图 8: 云游戏处理过程 (来源: Wireless X Labs)

5G应用场景之



带宽越高，视频流质量越好。高清电视和云游戏在高峰使用时间内也必须保证可靠的连接。

5G可以应对网络容量的这一重大挑战。



6.1 商业模式和应用案例

与其他技术相比，实施WTTx所需的资本支出要低得多。据澳大利亚公司NBN称，WTTx部署比光纤到户降低了30%到50%成本。WTTx为移动运营商省去了为每户家庭铺设光纤的必要性，大大减少了在电线杆、线缆和沟槽上花费的资本支出。

电视、游戏和其他家庭应用将移动运营商置于智慧家庭的中心。通过WTTx，电信公司可以提供智慧家庭增值服务平台，并通过集成AI数字助理，分析汇总后的数据和开发新应用进一步提升平台中的服务品质。

在WTTx使能的智慧家庭生态中，运营商可以：

- 以具有竞争力的价格提供统一的家庭套餐，集成宽带和视频服务；
- 以具有竞争力的价格提供低时延沉浸式高清视频和游戏内容；
- 集成第三方智慧家庭应用从而拓展移动运营商网关业务；
- 提供运营商级隐私和信息安全保护。

巨头们已经开始了对WTTx部署的尝试。AT&T和Verizon计划于2018年推出5G WTTx。Google放弃了其在全美部署光纤的计划，转而于2017年6月收购高速无线互联网服务提供商Webpass，显示了其对无线宽带业务的兴趣。

2016年里约奥运会期间实现了世界首次8K现场直播。日本公共广播电台NHK测试了8K电视广播，播放了开闭幕式、游泳比赛和田径比赛。此外，NHK计划在2020年东京奥运会期间进行8K直播。韩国计划在2018年的平昌冬奥会进行8K直播。

6.2 小结

- 无需挖沟，铺设光缆或安装电线杆，WTTx可以大大缩短网络部署周期。
- 到2017年底，固定宽带用户将达到8.54亿户，相当于全球住户的44%。据预测，到2020年，3.5亿户家庭有可能购买WTTx服务。
- 5G将以90 fps的速度支持快速响应式和身临其境的4K游戏体验，端到端延迟一般为10毫秒，对于要求极低延迟的应用场景，端到端延迟可以降低到1毫秒。

到2020年，3.5亿户家庭有可能购买WTTx服务

联网无人机

专业巡检和安防

无人驾驶飞行器 (Unmanned Aerial Vehicle) 简称为无人机，其全球市场在过去十年中大幅增长，现在已经成为商业、政府和消费应用的重要工具。



7.1 商业模式和应用案例

通过部署无人机平台可以快速实现效率提升和安全改善。5G网络将提升自动化水平，使能分析解决方案，这将对诸多行业转型产生影响。比如，对风力涡轮机上的转子叶片的检查将不再由训练有素的工程师通过遥控无人机来完成，而是由部署在风力发电场的自动飞行无人机完成，不需要人力干预。再比如，无人机行业解决方案有助于保护石油和天然气管道等基础设施资产和资源，还可以应用于提高农业生产率。无人机在安全和运输领域的使用和应用也在加速。

无人机运营企业正在进入按需的、“即服务”的经济，以类似于云服务的模式向最终用户提供服务。例如，在农业领域，农民可以向无人机运营企业租用或者按月订购农作物监测和农药喷洒服务。同时，无人机运营企业正在建立越来越多的合作伙伴关系，创建无人机服务市场和应用程序商店，进一步提高对企业和消费者的吸引力。

此外，无人机运营企业及其市场合作伙伴可以建立大数据，改善服务，并利用数据分析进行变现。脱敏后的行业大数据可以帮助金融服务机构预测商品价格和成本的未来趋势，并有助于物流和航运公司以及政府机构进行前瞻性规划。

目前，无人机使用的一个主要动力来自基础设施行业。无人机被用来监控建筑物或者为移动运营商巡检信号塔。配备LiDAR技术和热成像技术的无人机可以进行空中监视。在华为Wireless X Labs，搭载热成像仪的无人机被用来进行天然气泄漏监测。

使用配备LiDAR的无人机进行基础设施、电力线和环境的密集巡检是一项新兴业务，LiDAR扫描所产生的巨大的实时数据量将需要> 200 Mbps的传输带宽。

无人机激光雷达(LiDAR)扫描建筑物

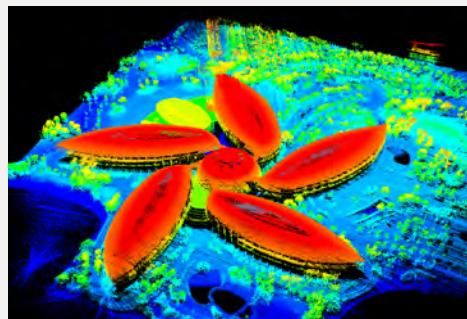
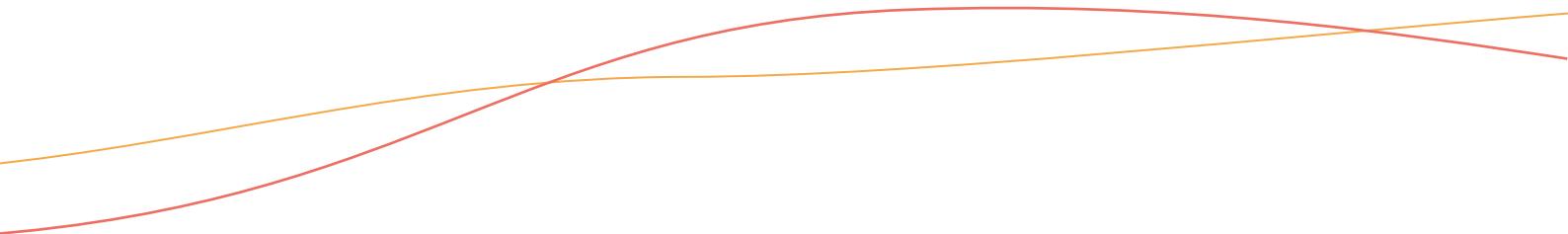
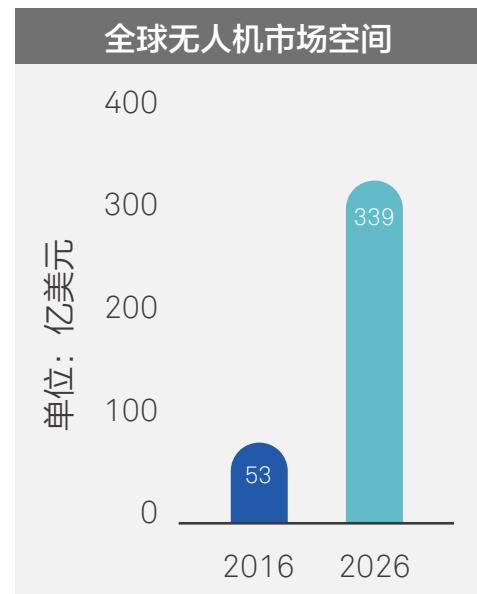


图 9: 无人机商业模式 （来源：SPO LAB）

7.2 小结

- 无人机能够支持诸多领域的解决方案, 可以广泛应用于建筑、石油、天然气、能源、公用事业和农业等领域。
- 5G技术将增强无人机运营企业的产品和服务, 以最小的延迟传输大量的数据。
- 根据ABI Research的估计, 小型无人机市场将从2016年的53亿美元迅速增长到2026年的339亿美元, 包括来自软件、硬件、服务和应用服务的收入。
- 无人机服务提供商正在利用云技术拓展应用范围, 同时通过产业合作来拓展市场空间。无人机为移动运营商及其合作伙伴打开了新的商机。



社交网络



移动视频业务不断发展,从观看点播视频内容到以新模式创建和消费视频内容。目前最显著的两大趋势是社交视频和移动实时视频:

- 一方面,一些领先的社交网络推出直播视频,例如Facebook 和Twitter;
- 另一方面,直播视频的社交性,包括视频主播和观众之间以及观众之间的互动,正在推动移动直播视频业务在中国的广泛应用和直接货币化。



超高清/全景直播

截至2017年第三季度末,10大社交网络中每月活跃用户总数约为100亿。排在前三位的社交网络包括Facebook,每月活跃用户数量20亿,YouTube 15亿,微信9.63亿。

智能手机一直是社交网络的关键。大约60%的月活跃用户是通过他们的智能手机访问Facebook等。然而,消费者正在通过个人可穿戴设备来更新自己的家庭和朋友社交网络,这些可穿戴设备可以实时视频直播,甚至是360°视频直播,分享运动、步数、甚至他们的心情。

社交网络的流行表明用户对共享内容(包括直播视频)的接受度日趋增加。直播视频不需要网络主播事先将视频内容存储在设备上,然后上传到直播平台。而是直接传输到直播平台上,观众几乎可以立即观看。

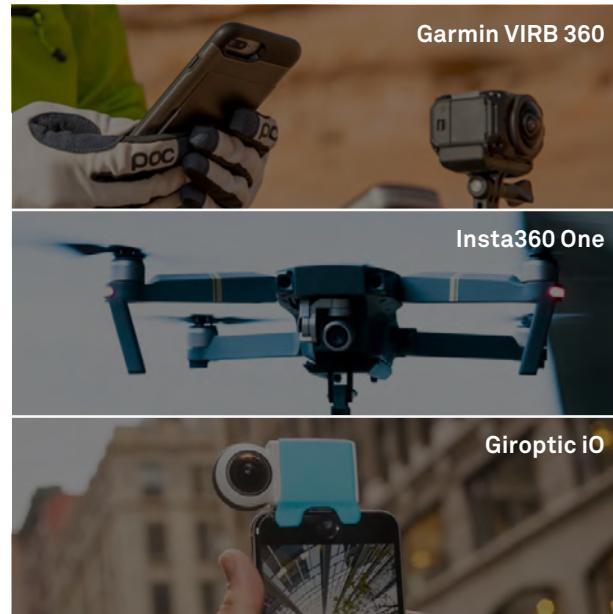
智能手机内置工具依靠移动直播视频平台,可以保证主播和观众互动的实时性,使这种新型的“一对多”直播通信比传统的“一对多”广播更具互动性和社交性。另外,观众之间的互动也为直播视频业务增加了“多对多”的社交维度。

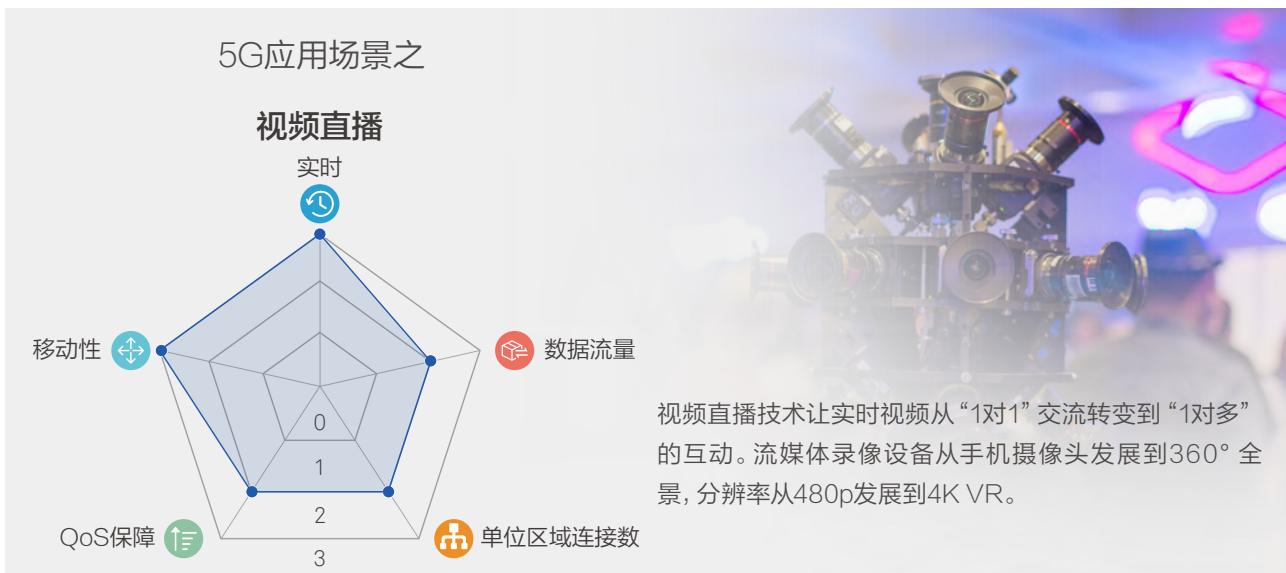
预计未来沉浸式视频将会被社交网络工作者、极限运动玩家、时尚博主和潮人们所广泛使用。Facebook于2017年1季度推出了360°直播视频平台,使得创作者和观众更容易参与其中。主播们可以在Facebook上分享分辨率高达4K的360°直播视频。

与Facebook兼容的商业直播视频摄像机包括Garmin

VIRB 360, Giroptic iO, three Insta360和诺基亚的Ozo Orah 4i。随着流媒体摄像机的不断便携化,我们将看到越来越多“运动员视角”的体育视频直播,想象下看到你的朋友越过马拉松的终点,或者是与你的朋友共同领略大峡谷的壮丽吧。

全自由度, 360° 实况直播





8.1 商业模式和应用案例

视频直播的商业模式仍在不断演变。基础业务模式存在区域差异。在中国，个人主播扮演着非常重要的角色，而在美国，大众媒体则通过直播吸引年轻一代和其他对实时内容感兴趣的终端用户。广告商热衷于将他们的广告插入一个有付费能力的用户社区。

		中国	美国		
		重要性等级	举例	重要性等级	举例
直播	个人主播	非常活跃	斗鱼和映客等直播平台上的主播	活跃	Twitch上的游戏玩家
	大众媒体直播	无	不涉及	活跃	Facebook live上的《纽约时报》
货币化	应用内购买	主导模式	所有的直播平台	几乎没有	
	广告	重要性较低	小米在哔哩哔哩直播平台演示其新平板电脑的电池寿命	新兴模式，但居于主导地位	Twitter直播国家美式足球联盟（NFL）赛期间的插播广告
	订阅	几乎没有		小众	Twitch的订阅包
	无直接货币化形式：生态圈	重要性日益上升	阿里巴巴的时装秀直播，添加直接购买的功能	非常重要	Facebook live上的名人明星

图 10: 中国和美国的移动直播市场差异对比 (来源: Wireless X Labs)

4G网络已支持视频直播, 但5G将能应对以下挑战:

- 端到端的网络延迟将从60~80 ms下降到10 ms以内;
- 高清视频输入通常需要50 Mbps的带宽, 但由于4K、多视角、实时数据分析的需要, 带宽需求可能会高达100 Mbps;
- 10 Gbps的上行吞吐量将允许更多用户同时分享高清视频。

360° 全景直播业务率先应用在体育直播中, 案例包括:

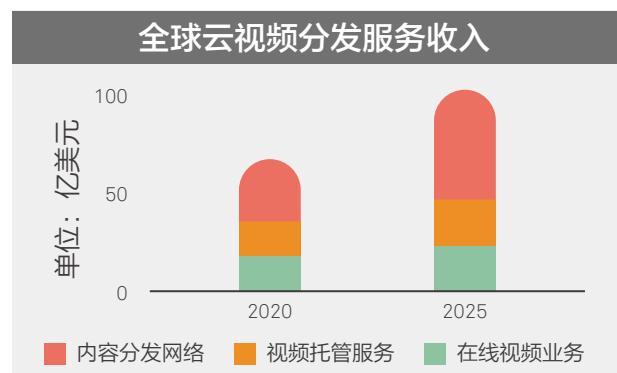
- 多视角直播 – 在2016年上海F1比赛中, 中国移动在赛道上实现了首个实时多视点流媒体服务, 为用户提供了独特的视角。观众可以任意选择360° 摄像机的视角观看。
- 运动员视角 – 2017年3月, 韩国电信在国际雪橇和俯式冰橇联合会 (IBSF) 培训日, 对基于无线网络的播放器视频直播服务进行了测试。通过超小型相机传出的运动员视角实时4K视频, 使观众们得以从运动员的角度观看现场比赛。而且观众们可以选择多个角度的摄像机以更好地观看时速高达120~150公里/小时的雪橇。

山地赛车视频直播



8.2 小结

- 2017年第三季度, 十大社交网络每月有100亿活跃用户。微信上有10亿。
- 流媒体录像设备从手机摄像头发展到360° 全景, 从480p发展到4K VR。
- 在发达市场, 大约50%的移动数据流量来源于视频。
- 云视频服务的货币化正在加速, 内容分发网络、视频托管服务和在线视频服务的市场空间将从2020年的60亿美元增加到2025年的100亿美元。



个人AI辅助

AI辅助智能头盔

伴随着智能手机市场的成熟，可穿戴和智能助理有望引领下一波智能设备的普及。由于电池使用时间，网络延迟和带宽限制，个人可穿戴设备通常采用Wi-Fi或蓝牙进行连接，需要经常与计算机和智能手机配对，无法作为独立设备存在。

5G将同时为消费者领域和企业业务领域的可穿戴和智能辅助设备提供机会。可穿戴设备将为制造和仓库工作人员提供“免提”式信息服务。云端AI使可穿戴设备具有AI能力，如搜索特定物体或人员。

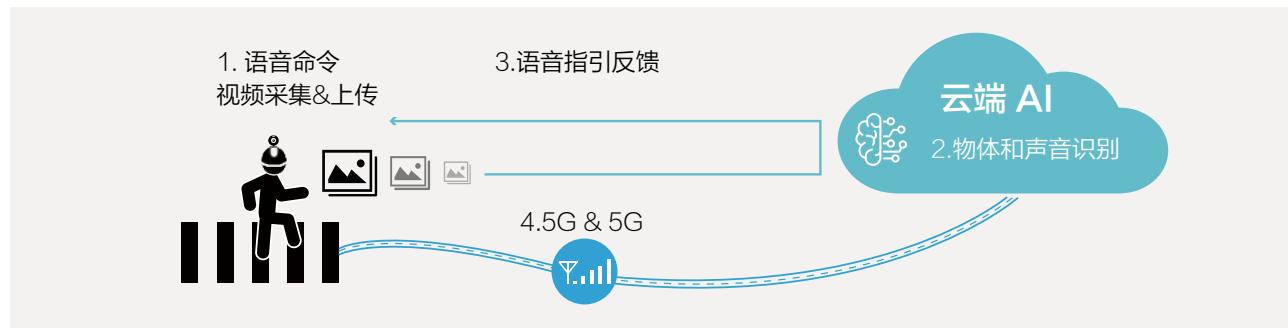


图 11: 导盲头盔

在消费者领域，导盲头盔可以利用计算机视觉、三维建模、实时导航和定位技术为盲人提供新的“眼睛”。

阶段	数据速率	时延
阶段1：单方向视野，人工辅助	> 6 Mbps	50 ms
阶段2：4方向视野，AI导航	> 30 Mbps	< 20 ms
人体神经 网络时延	AI处理时延有望 从180ms降低到	网络时延要求
100 ms	80 ms	< 20 ms



图 12: 5G使能的可穿戴设备 (来源 : ABI Research)

9.1 商业模式和应用案例

5G将以三种关键的方式来解决这个挑战。端到端网络延迟将从60~80 ms下降到10 ms以下。高达10 Gbps的上行带宽将允许高清图像和视频的上传。此外，网络边缘的缓存和计算能力将极大地提高响应时间和电池效率，从而提高用户体验。

高质量内容驱动更高的数据消耗，移动运营商可以提供具有竞争力的企业包，包括基本连接服务与其他增值服务，如大数据、MEC和缓存等。



图 13: 5G网络支持个人可穿戴设备 （来源 : Wireless X Labs ）

9.2 小结

- 根据ABI Research估计，从2017年到2022年，可穿戴设备的年复合增长率将达到16.4%，发货量从2017年的2.03亿件，到2022年的4.34亿件。
- 体育、健身和健康追踪设备在2022年仍是可穿戴设备主要的细分市场，占据了36%的发货量；智能手表(19%)、可穿戴相机(11%)和医疗保健(9%)紧随其后。
- 配合5G无处不在的覆盖范围、更高的数据速率和更低的延迟，个人可穿戴设备可以部署在关键业务的场景中，比如公共安全、采矿和远程医疗。



智慧城市



智慧城市拥有竞争优势,因为它可以主动而不是被动地应对城市居民和企业的需求。为了成为一个智慧城市,市政当局不仅需要感知城市脉搏的数据传感器,还需要用于监控交通流量和社区安全的视频摄像头。



AI使能的视频监控

城市视频监控是一个非常有价值的工具,它不仅提高了安全性,而且也大大提高了企业和机构的工作效率。视频系统对如下监控场景非常有用:

- 繁忙的公共场所(广场、活动中心、学校、医院)
- 商业领域(银行、购物中心、广场)
- 交通中心(车站、码头)
- 主要十字路口
- 高犯罪率地区
- 机构和居住区
- 防洪(运河、河流)
- 关键基础设施(能源网、电信数据中心、泵站)

在成本可接受的前提下,摄像头数据收集和分析的技术进一步推动了视频监控需求的增长。

摄像技术的新趋势包括:

1. 目前主导市场的是 4M 像素, 6M 像素和 8M 像素的 IP 摄像头, 4K 分辨率监控摄像将从 2020 年起获得支持;
2. 新的应用正在出现, 如突发事件处理人员的可穿戴摄像头和车载摄像头。

最新的视频监控摄像头有很多增强的特性,如高帧率、超高清和WDR (Wide Dynamic Range, 宽动态范围摄像, 能够在很差的照明条件下成像), 这些特性将产生大量的数据流量。

视频监控服务在智慧城市中扮演了核心的角色



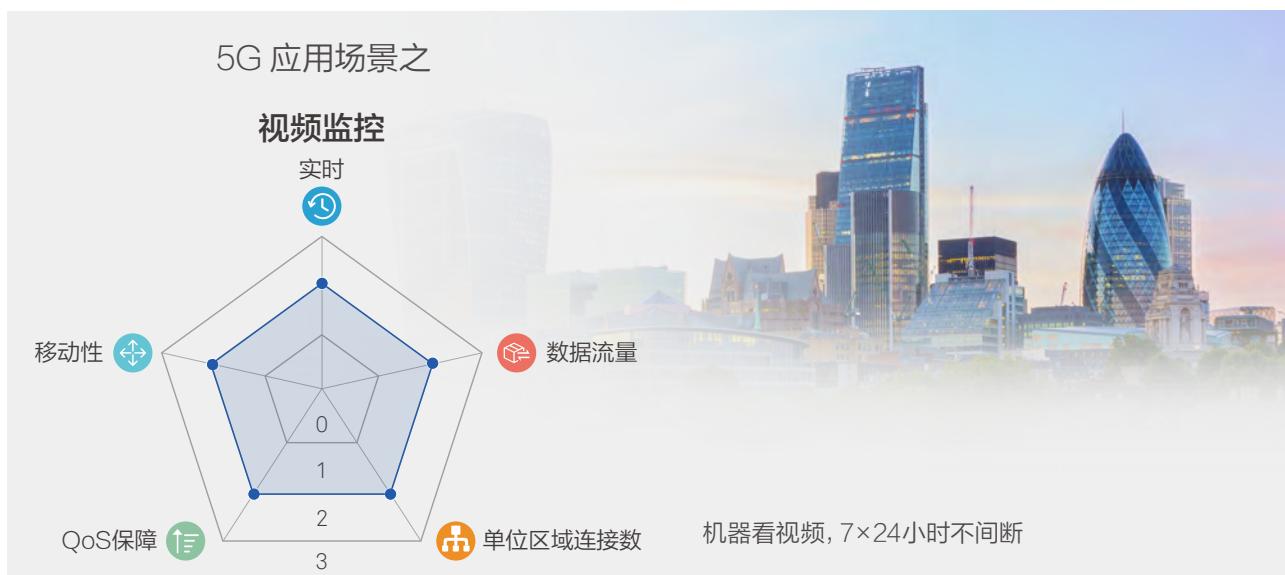
10.1 商业模式和应用案例

对于下一代的视频监控服务，智慧城市需要摆脱传统的系统交付的商业模式，转而采用视频监控即服务（VSaaS）的模式。在VSaaS模式中，视频录制、存储、管理和服务监控是通过云提供给用户的。服务提供商也是通过云对系统进行维护的。

监控部署模式和数据分析类型



云提供了灵活的数据存储以及数据分析/人工智能服务。对于视频监控系统所有者，独立的存储系统有较大的前期资本支出和持续的运营成本，虽然这些成本可以通过规模效应得到改善。而云存储则可以根据需要动态调整成本。在重要时段，摄像机可以配置为更高的分辨率，而在其它时间，降低分辨率以减少云存储成本。



移动运营商可以在人工智能增强的云服务方面建立优势。AI可以使计算机从图像、声音和文本中提取大量的数据，如人脸识别、车辆、车牌识别或其他视频分析。例如，视频监控系统对入侵者的检测可以触发有关门禁的自动锁定，在执法人员到达之前将入侵者控制住。或者，视频监控系统可由其他系统触发。例如，POS系统每次进行交易时都可以通知视频监控系统，并提醒摄像机在交易之前和之后记录场景。

单个无线摄像机目前不消耗太多的带宽。但随着云和移动边缘计算的推出，电信云计算基础设施可以支持更多的人工智能辅助监控应用。摄像机则需要7×24小时不间断地进行视频采集以支持这些应用。

AI辅助的无线监控摄像机			
	阶段	数据速率	分辨率
	阶段1：单摄像头监控	20 Mbps	4K
	阶段2：AI辅助的多摄像头监控	> 60 Mbps	360° 4K+

10.2 小结

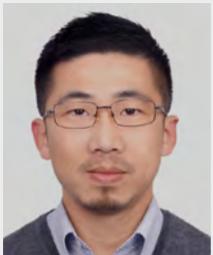
- 无线视频监控能够拓展更多有用的应用场景，同时简化系统的部署。
- 英国已经部署了600万台摄像机。其他国家正在加紧部署视频监控设备。在北京，监控摄像机的密度是每千人59个摄像机。
- 5G时代的视频监控正在演变成4K全高清监控。
- 预计在2017年，非消费者视频监控市场的增值服务收入为120亿美元，到2025年预计将增长至210亿美元。



主要贡献团队



王宇峰
及 X Labs 研发团队



余珞
及 X Labs 市场团队



Abdurazak Mudesir 博士
及 X Labs 欧洲团队



朱慧敏
及 5G 市场团队



赵波
及 SPO LAB 团队



Teyew Sin Siew
及 商业咨询团队

其他贡献者

朱虹
Rhidian Williams



Wireless X Labs 是一个全新的平台，旨在将电信运营商、技术供应商和来自垂直行业的合作伙伴聚集在一起，探索未来的移动应用场景，推动业务和技术创新，建立一个开放的生态系统。Wireless X Labs 建立了三个实验室，探索三个主要领域：人与人之间的连接，垂直领域的应用和家庭应用。



ABI Research 是科技市场情报领域的领航者。本公司的分析师们助力全球最具创新型企业，协助他们加速整体决策过程，可以更高效和有信心地执行战略。通过对市场的评估，我们不断探索崭新趋势，在技术日新月异的时代提供独特见解并界定未来战略技术。欲知更多信息，请游览 www.abiresearch.com。



SPO Lab 是华为公司从事运营商商业变革研究的实验室，聚焦在管理角度、商业角度和流程角度，结合互联网运营模式，从运营商的最终客户（消费者、家庭、企业客户等）的视角，研究运营商未来 5 年到 10 年如何来运营，怎么去面向客户去开发产品、销售、交付、服务和盈利。



华为咨询成立于 2006 年，由超过 600 名经验丰富的跨国专家组成。一直致力于成为电信运营商的数字化转型顾问，助力运营商数字化转型，实现商业成功。业务涵盖战略咨询、商业咨询、网络咨询和运营咨询领域。

版权所有 © 华为技术有限公司 2017。保留一切权利。
未经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

、**HUAWEI**、华为、是华为技术有限公司的商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其他商标、产品名称、服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华 为 技 术 有 限 公 司

深 圳 市 龙 岗 区 坂 田 华 为 基 地

电 话：(0755) 28780808

邮 编：518129

www.huawei.com