



International Metro Transit
Exhibition & Forum
Beijing

北京国际城市轨道交通展览会
暨高峰论坛(2019)

5G助力轨道交通智慧化

单位：中国信息通信研究院
姓名：秦岩





Metro Trans

目录

CONTENTS

1

5G发展现状

2

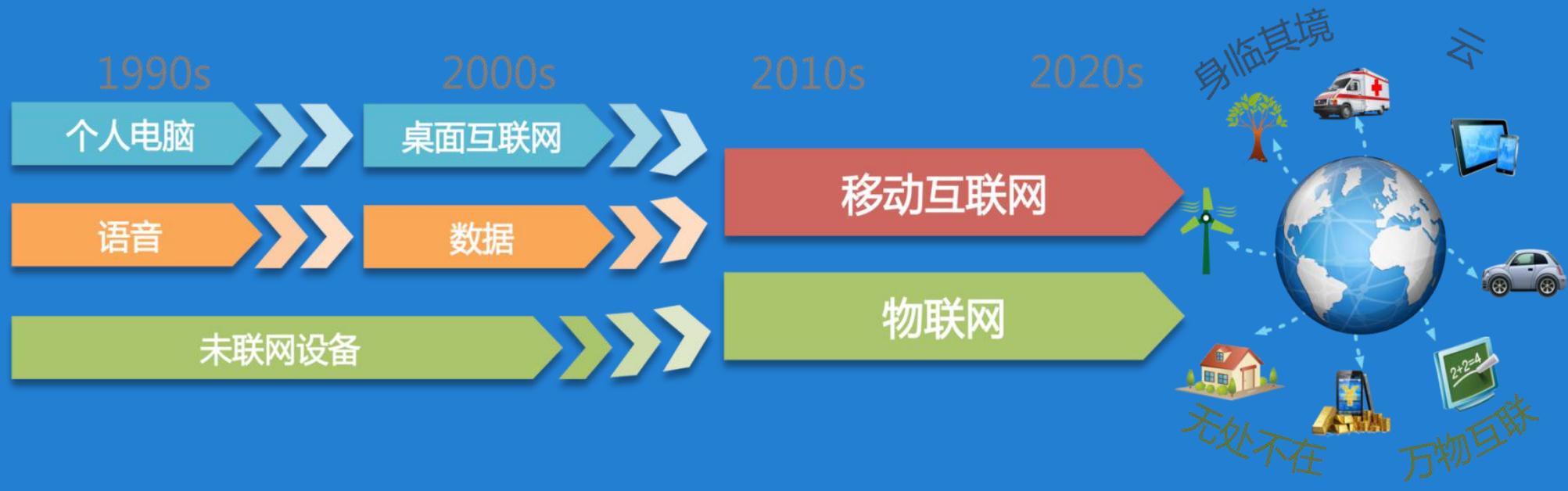
5G典型应用情况

3

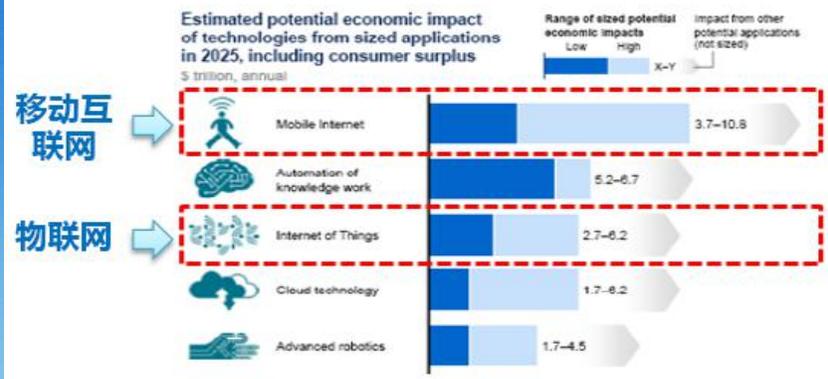
5G在轨道交通中的应用考虑



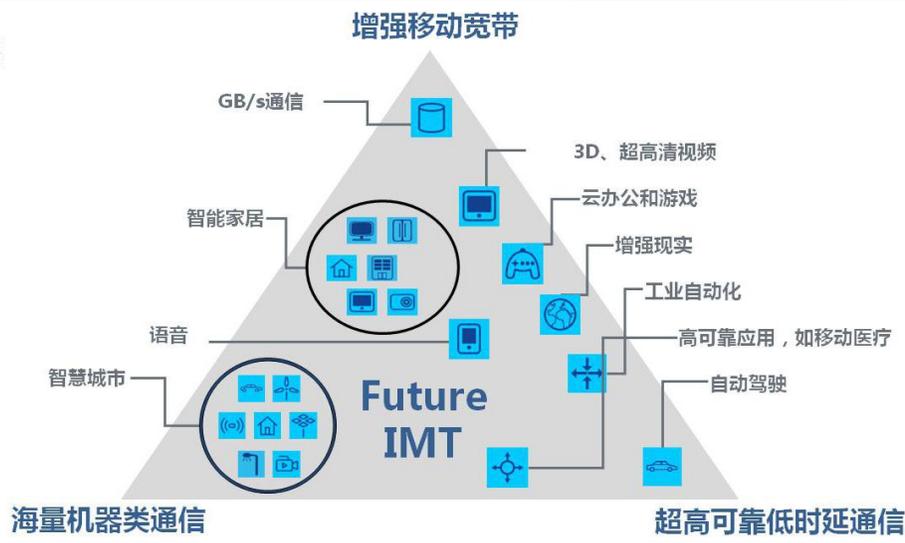
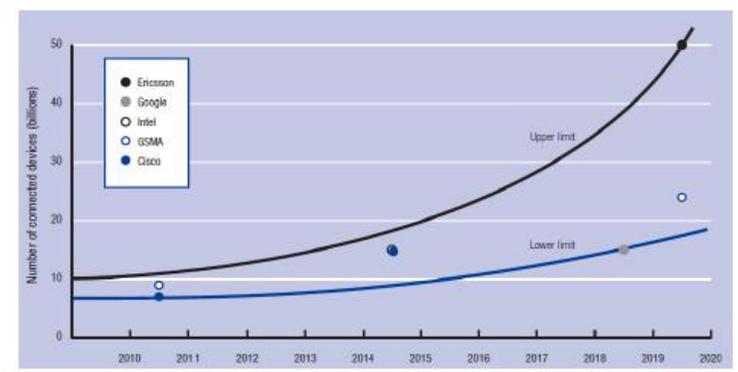
一、5G发展现状



麦肯锡：移动互联网和物联网在面向2025年最具商业影响力的技术中排名第一和第三



ITU：综合爱立信、Cisco、GSMA等多家公司结果，预测2020年全球将有250亿联网设备





一、5G发展现状



12月10日, 工信部对外宣布, 向三家运营商发放了5G系统中低频段试验频率使用许可。中国电信和中国联通获得3500MHz频段试验频率使用许可, 中国移动获得2600MHz和4900MHz频段试验频率使用许可。

1 中国电信

- 中国电信获得3400MHz-3500MHz共100MHz带宽的5G试验频率资源
- 将在雄安、深圳、上海、苏州、成都、兰州六个城市开展5G试点, 此外, 还将根据国家相关部委要求继续扩大试点范围, 将再增设6个城市。

2 中国联通

- 中国联通获得3500MHz-3600MHz共100MHz带宽的5G试验频率资源
- 将在北京、天津、青岛、杭州、南京、武汉、贵阳、成都、深圳、福州、郑州、沈阳等16个城市开展5G试点。

3 中国移动

- 中国移动获得2515MHz-2675MHz、4800MHz-4900MHz频段的5G试验频率资源
- 将在杭州、上海、广州、苏州、武汉五个城市开展5G外场测试, 每个城市将建设超过100个5G基站; 除了以上5个城市外, 中国移动还将在北京、成都、深圳等12个城市再进行5G业务应用示范。



Metro Trans

目录

CONTENTS

1

5G发展现状

2

5G典型应用情况

3

5G在轨道交通中的应用考虑





二、5G典型应用情况

5G通过与传统行业融合，孕育新兴信息产品和服务，产生5G行业应用，重塑传统产业发展模式。

5G应用总体视图

行业应用

智慧交通

医疗健康

城市管理

工业互联网

智慧环保

智慧旅游

智慧金融

文体娱乐

智能电网

公共安全

智慧农业

智慧家庭

仓储物流

...

5G与各行业融合创新



文体



制造



交通



医疗



公共安全



能源

通用型应用



基于5G的云VR/AR



5G网联无人机



基于5G的无线机器人

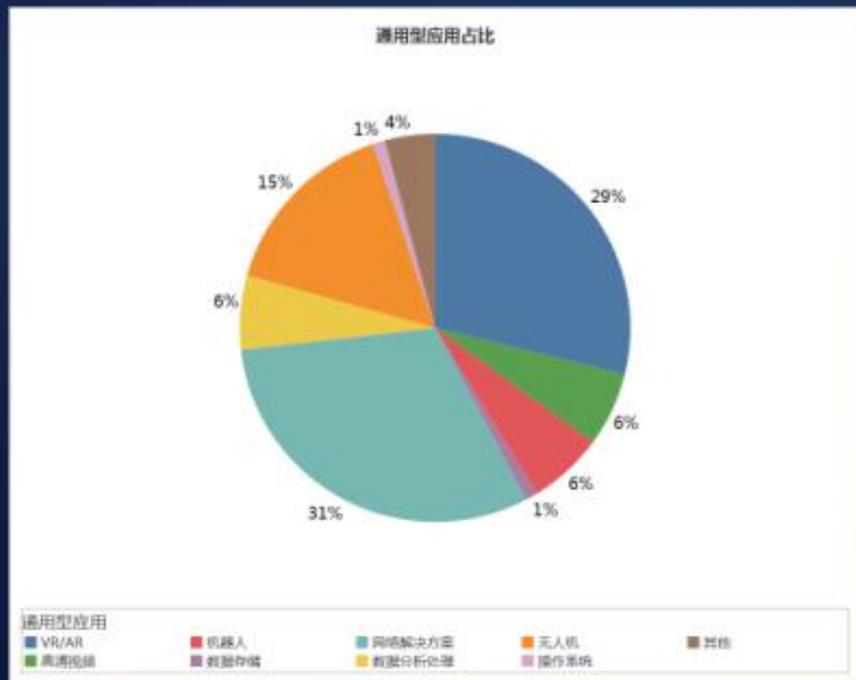


基于5G的4K/8K高清视频



二、5G典型应用情况

网络解决方案、VR/AR等通用型应用，智慧交通、医疗健康等行业应用数量较多。



5G通用型应用占比情况

- ✓ 很多项目通过提供整体的**网络解决方案**为各行各业提供通用型方案，**VR/AR、无人机、高清视频**等应用数量突出，也是未来5G重点通用型应用。



5G各行业应用数量和发展阶段及前景

- ✓ **智慧交通、医疗健康、公共安全与应急处理和文体娱乐**等领域的应用项目最多。目前5G应用发展阶段还属于**起步阶段**，大部分应用项目**前景可期**。



二、5G典型应用情况

VR/AR

✓ 从沉浸体验上可将VR/AR的业务场景分为：弱交互VR/AR和强交互VR/AR。

✓ 弱交互VR/AR以带宽需求为主，沉浸感体验提升主要依赖于视频分辨率的提高。

✓ 强交互VR/AR依赖于带宽和时延的双需求，入门体验阶段将达到带宽200M左右，时延10毫秒左右。

工业（智能制造）
定制革新制造业研发、生产、管理、服务、销售和市场营销等多个环节

直播、影视
给于观众具备环境全感或沉浸式交互体验

游戏、社交
在所见和交互上颠覆传统游戏和社交模式

军事
在作战可视化、模拟训练、战前推演、装备设计等方面为军方带来诸多优势

汽车
在汽车领域实现了明确应用，并渗透到生产设计和V2X/自动驾驶等环节

教育
在教育领域具有良好的需求基础和广阔前景

零售
强化购物体验，变革传统购物模式，助力零售业发展

医疗
医疗培训、心理障碍、康复训练、临床辅助等方面得到广泛应用

典型弱交互VR—VR视频影院，在不同发展阶段下的网络需求

Standard	Current (Pre VR)	Entry-Level VR		Advanced VR	Ultimate VR
视频分辨率	全视角4K 2D	全视角8K 2D	全视角8K 3D	全视角12K 3D	全视角24K 3D
单眼分辨率	1080°*1200 [视场角100度]	1920°*1920 [视场角100度]	3840°*3840 [视场角120度]	7680°*7680 [视场角120度]	
等效电视TV分辨率	240P	480P	720P	4K	
色深(bits)	8	8	10 (HDR)	12	
编解码标准	H.264	H.265	H.265	H.266	
帧率	30	30	60	120	
典型视频码率	16M	50M	80M	220M	1.56G
传输方案	全视角	全视角	全视角	FOV	FOV
典型网络带宽需求	25Mbps	75Mbps	120Mbps	340Mbps	2.34Gbps
典型网络时延需求	30ms	20ms	20ms	20ms	10ms (注1)
典型网络丢包率需求	2.4E-4	2.4E-5	2.4E-5	1E-6	1E-6

来源：VR OpenLab

注1：弱交互VR情况下，TCP/IP不能满足传输要求，需要新的传输协议

典型强交互VR—VR云游戏，在不同发展阶段下的网络需求

Standard	Current (Pre VR)	Entry-Level VR		Advanced VR	Ultimate VR
视频分辨率	全视角4K 2D	全视角8K 2D	全视角8K 3D	全视角12K 3D	全视角24K 3D
单眼分辨率	1080°*1200 [视场角100度]	1920°*1920 [视场角100度]	3840°*3840 [视场角120度]	7680°*7680 [视场角120度]	
等效电视TV分辨率	240P	480P	720P	4K	
色深(bits)	8	8	10 (HDR)	12	
编解码标准	H.264	H.265	H.265	H.266	
帧率	90	90	120	200	
典型视频码率	18M	40M	60M	390M	680M
传输方案	FOV	FOV	FOV	FOV	FOV
典型网络带宽需求	50Mbps	120Mbps	200Mbps	1.4Gbps	3.36Gbps
典型网络时延需求	10ms	10ms	10ms	5ms	5ms
典型网络丢包率需求	1E-6	1E-6	1E-6	1E-6	1E-6

注：强交互VR情况下，TCP/IP不能满足传输要求，需要新的传输协议

• VR/AR与5G的结合，可以进一步拓展其交互性和沉浸式体验，将成为在各行各业的通用型应用被广泛使用；基于5G的“Cloud VR+”成为应用发展重心。

✓ 借助5G等高速稳定的网络，能够大量减轻终端的计算处理能力，通过“瘦终端”降低用户成本，助推优质VR体验的大众普及。

✓ “VR+”与5G和云计算融合创新，解决了渲染能力不足、终端移动性和服务平台化等痛点问题，加速了“VR+”应用向生产与生活领域的渗透进程



二、5G典型应用情况

无人机

消费级应用

直播

编队飞行

工业级应用

物流

巡检、救援、
安防

自主飞行

应用场景与需求

当前，4G无人机存在以下问题

- 300米以上覆盖不足
- 低空下行干扰严重
- 低空空域SINR非常差
- 掉线率很高
- 切换频繁
- 上行速率波动较大
- 未来无人机数量增多，会对地面用户上行造成干扰。

5G网络新型架构、终端及无线接入技术可以进一步满足无人机的新需求。

- 用户级下行导频降低了下行干扰
- 以用户为中心的无线接入网创新架构，提升有用信号
- 上层逻辑小区唯一识别，可成功减少小区间切换
- 基于SDN/NFV，按需提供多样化质量保障
- 基站侧MIMO，增强有用信号，减少小区内/间干扰

- 民用无人机对于通信的需求已经不仅仅局限在无人机与遥控器之间的点对点通信，而是呈现出与蜂窝移动通信技术紧密结合的发展趋势，成为“网联无人机”。
- 5G为网联无人机赋予实时超高清图传、远程低时延控制、永远在线等重要能力，全球将形成一个数以千万计的无人机智能网络，7x24小时不间断地提供各种各样的个人及行业服务，进而构成一个全新的、丰富多彩的“网联天空”。

5G无人机应用分三阶段推进：

- 第一阶段：基于一张承载无人机和移动宽带用户的全联接网络，实现超视距无人机互联互通。
- 第二阶段：结合5G技术，支持高清视频传输，提供高可靠低时延数据回传，提升无人机应用体验，加速行业转型升级。
- 第三阶段：结合5G与AI云端处理技术，智能控制无人机的巡航、探测、回巢、充电等行为，彻底实现7x24小时无间断巡航。



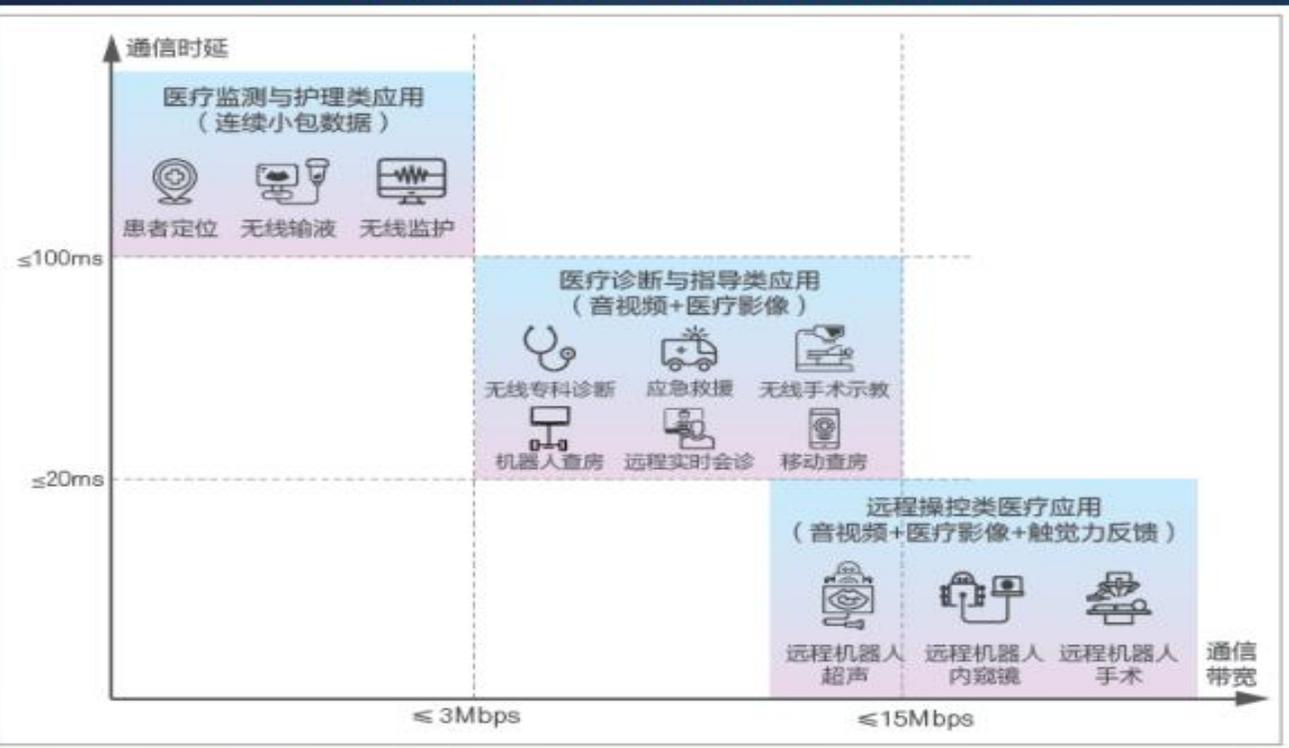


二、5G典型应用情况

医疗健康

- 5G将进一步创新医疗健康领域的智能化服务和应用，节省医院运营成本，促进医疗资源共享下沉，提升医疗效率和诊断水平，缓解患者看病难的问题，协助推进偏远地区的精准扶贫。

三类无线应用场景对网络的带宽和时延要求



5G医疗应用逐步从院内应用向院间、家庭应用过渡发展

- 目前医疗业务的开展主要在医院内部开展，随着5G即将商用，便携、无线化医疗设备资源将逐步走进基层医疗机构和个人家庭，实体大型医院将逐步支持院间的远程医疗业务
- 预计将在2022年实现5G医疗院间应用，并逐步发展为面向医联体、社区、家庭的医疗服务网

5G可实现医疗健康应用中各要素之间的全连接

- 随着智能医疗业务走向云化，医疗设备、信息系统、医务人员、患者、管理人员将通过5G等无线网络实现互联互通
- 预计在2019年部分大型三甲医院可以实现医院内医疗全连接，在2020年实现区域远程医疗全连接，并逐步实现智能医疗全联接。

医疗信息服务逐步从无线化走向远程化、智能化

- 结合5G、人工智能以及云计算，实现医疗线上线下对接，通过便携式5G医疗终端与云端医疗服务器或远程医疗专家沟通，享受随时随地的医疗服务。



二、5G典型应用情况

工业互联网

- 随着工业互联网发展，工业生产可实现资源优化、协同合作和服务延伸，提高资源利用效率。5G与工业互联网结合，既可以满足工业智能化发展需求，形成具有低时延、高可靠、广覆盖特点的关键网络基础设施，也将是新一代信息通信技术与工业领域深度融合所形成的新兴应用模式，更会在此基础上形成的全新工业生态体系。

通过AR操作工业机器人进行智能化生产



通过AR进行辅助设计和协同设计



产品远程运行情况监控和维护



智能化仓储物流



随着工业互联网的发展及对网络的需求，5G将作为一项重要技术普遍应用于工业互联网，不断地打通工业领域“信息孤岛”，海量的设备产品联网，以及工业设计、研发、生产、管理、服务等将对网络提出更高的要求



目前已有少量企业开展5G工业互联网领域的应用探索，并随着国家“制造强国”战略部署，实践范围（包括业务、地域范围）将逐渐扩大



待5G技术成熟时，工业互联网将普遍应用5G来解决企业内网和企业外网中存在的问题，同时将引入TSN（时间敏感型网络）技术等新型网络技术，来更好地满足工业互联网发展需要，实现工业的网络化和智能化



二、5G典型应用情况

车联网

车联网通过借助LTE、5G等无线通信技术，将“人—车—路—云”等交通参与要素有机地联系在一起。

信息娱乐服务类

- 多媒体服务
- 在线更新
- 基于定位的打车、拼车
- 车辆状态信息采集与分析

安全与效率服务类

- 紧急刹车、逆向超车的预警
- 交叉路口防碰撞预警提示
- 道路限速、危险、交通灯提醒等广播提示

协同类业务

- 车辆编队行驶
- 高级别自动驾驶
- 传感器信息交互
- 远程遥控驾驶

汽车智能化



自动驾驶

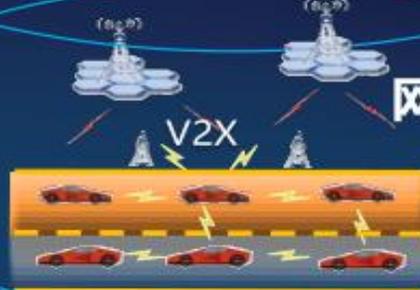
信息娱乐类

安全与效率类

协同类

行业服务 + 公共服务

服务新业态



4G能够满足信息服务类业务，以及部分效率安全类业务的需求，但不能满足高级别自动驾驶等协同类业务的要求。

5G网络的低时延高可靠和大带宽特性支持实时远程控制，有能力满足车联网协同类业务的高带宽需求。

■ 传输带宽不足

- 远程遥控驾驶、传感器信息交互等对视频传输有实时要求，当前4G上行速度受到限制，需要采用5G新空口技术实现速率的100倍提升，以及单用户的速率提升；

■ 网络时延过大

- 远程遥控驾驶、车辆编队行驶等增强应用需要超短的时延。当前4G空口传输时延大，还要考虑车辆高速移动性以及用户密度等需求。

超高带宽

- 协同类业务对上行带宽要求较高，5G可实现中频上行峰值速率175Mbps，高频上行峰值1.75Gbps。

低时延高可靠

- 5G用户面时延最低达到1ms，核心网络时延约5-10ms，能够基本满足车联网协同类业务的时延需求，且可靠性达到99.999%。

多接入边缘计算

- 基于MEC建立车联网应用服务器，进一步降低5G核心网时延，还可以提供协同类业务所需要的路侧感知和计算能力。



Metro Trans

目录

CONTENTS

1

5G发展现状

2

5G典型应用情况

3

5G在轨道交通中的应用考虑





三、5G在轨道交通中的应用考虑

• 轨道交通管理和运维所面临的挑战

- **系统复杂**：每个系统有众多子系统，型号、制式繁杂、数量庞大，每条线路可达十万、百万级规模。



- **节点分散**：轨道交通线路区间长，难以实施监控及保障，整个线网体量巨大，综合管控的难度越来越大。



- **节能环保**：随着轨道交通规模的不断扩大以及各种机电系统的迅速发展，能耗逐渐增加，智能环保的管理方式十分必要。



- **运维人员缺乏**：城市轨道交通运维人员需求量急剧增加，专业人才培养困难，短时间无法满足需求，一味增加运维人数延长劳动时间不再适合。



- **管理集成化**：各种机电系统，如风、水、电系统、门、梯系统有各自管理要求，占用大量运维资源，系统主动智能化自检自查十分必要。



5G与轨道交通的融合

高可靠与低时延、大规模机器类通信等5G通信所具备的能力非常适合解决轨道交通目前所面临的挑战。





三、5G在轨道交通中的应用考虑

- 轨道交通5G应用主要包括3D/超高清视频等大流量移动宽带业务、与运维相关的大规模物联网业务、全自动驾驶自动化业务等需要低时延、高可靠性的场景。主要包括面向列车运行类、面向运营维护类、面向用户服务类、面向应急防灾类四种业务。

面向列车运行类

- 窄带/宽带可视化语音通信
 - 安全可靠的中低速数据
 - 超高清视频流
 - 3D可视化行车环境VR

1

2

3

4



面向运营维护类

- 数据采集层：利用物联网技术采集各机电系统状态数据、工务系统状态数据；
- 接入层与应用层：通过5G网络接入回传给专业维护人员，实现智能监管。

面向用户服务类

- 乘客通过5G技术接入可实现轨道交通网络购票、列车查询、车站查询，提高轨道交通服务水平。
 - 轨道交通中资产管理和移动办公的应用。

面向应急防灾类

- 现场视频、可视化指挥调度，提高应急防灾处理效率和决策针对性。

三、5G在轨道交通中的应用考虑

• 需要解决的关键问题



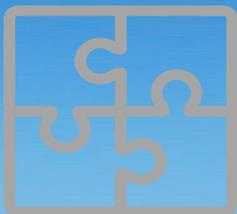
覆盖方式

目前轨道交通内使用的漏缆不支持5G，应根据频率采用适当的无线覆盖方式，保证5G应用的安全性和可靠性。



接口标准

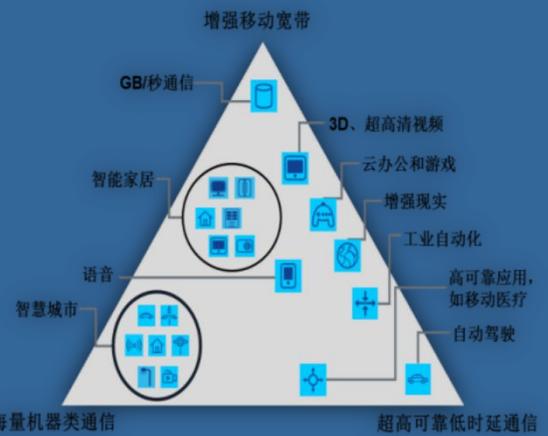
基于轨道交通内的应用场景分析，各类业务应用与5G系统存在相应的接口，需要定制相关协议接口标准化。



网络兼容性

轨道交通内5G应用应考虑当前既有网络的兼容性和匹配性，比如与TETRA系统、LTE系统、WLAN系统之间的互联互通，提高资源利用。

三、5G在轨道交通中的应用考虑



增强宽带

自动控制 5G

物联网



- 多级安全追踪
- 实时资产管理
- 无人驾驶
- 应急处置
- “动态”调度
- 客流预测
- 自动充值购票
- “刷脸”支付
- UHD PIS/CCTV
- 轨道交通出行规划
- 站内导航
- 移动办公
- 车辆自动化检修保养
- 车辆、轨旁智能故障分析
- 自动化在线监测系统

安全

舒适

便捷

应用



Metro Trans

谢谢！
THANKS !

