

2022中国智慧文旅5G专网 白皮书



中国联合网络通信有限公司
北京邮电大学交互技术与体验系统文化和旅游部重点实验室
5G应用产业方阵

2022年8月

目 录

第1章 5G助力文旅迎来新篇章.....	01
1.1 5G助力国民经济发展.....	01
1.2 5G赋能智慧文旅变革.....	02
1.3 文旅提出5G专网需求.....	03
第2章 5G专网发展渐入佳境.....	04
2.1 5G专网使能全行业的发展.....	05
2.2 5G专网需要分阶段引入.....	06
第3章 5G专网赋能智慧文旅.....	10
3.1 满足智慧文旅多种需求.....	10
3.2 构建智慧文旅5G专网.....	11
第4章 智慧文旅5G专网场景丰富.....	17
4.1 景区一体化管控.....	17
4.2 智能网联无人机.....	18
4.3 车路协同无人车.....	19
4.4 AR文旅内容云.....	20
4.5 景区超高清直播.....	22
4.6 智慧演艺剧院.....	23
4.7 智慧文物保护.....	24
第5章 智慧文旅5G专网前景广阔.....	25
附录：智慧文旅5G专网典型案例.....	26
1 5G智慧泰山景区项目.....	26
2 国家话剧院5G智慧剧院项目.....	27
3 中国（海南）南海博物馆5G创新应用项目.....	28
4 中国工农红军强渡大渡河纪念馆“互联网+长征”示范项目.....	29

第 1 章 5G 开启智慧文旅新篇章

1.1 5G 助力国民经济发展

国家高度重视 5G 发展。习近平总书记就加快 5G 发展多次做出重要指示，强调要加快 5G 等新型基础设施建设，丰富 5G 技术应用场景。2021 年《政府工作报告》提出要“加大 5G 网络和千兆光网建设力度，丰富应用场景”。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出要“构建基于 5G 的应用场景和产业生态”。2022 年国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》，要求协同推进千兆光纤网络和 5G 网络基础设施建设，推动 5G 商用部署和规模应用。

5G 应用多个行业领域。工业和信息化部 2021 年发布的《5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)》，对 15 个行业等相关应用提出了明确的发展规划。截止 2022 年 7 月，5G 网络已经覆盖全国所有地市、县城城区和 92% 的乡镇镇区，5G 移动用户数达 4.55 亿。5G 已在工业、医疗、教育、文旅、交通等多个行业领域发挥赋能效应，形成多个具备商业价值的典型应用场景，已覆盖国民经济 97 个大类中的 40 余个，5G 应用案例累计超过 2 万个。

文旅行业积极拥抱 5G。在文化和旅游部印发的《“十四五”文化和旅游发展规划》、《“十四五”文化和旅游科技创新规划》、《“十四五”文化产业发展规划》、《“十四五”文物保护和科技创新规划》等系列政策文件中，多次要求文旅行业积极拥抱 5G 新技术，引导推广 5G 在文旅行业新应用。以 5G、云计算、物联网、人工智能、大数据等为代表的新一代信息技术正在全面提升文化和旅游运行效率和消费体验，全面赋能行业管理、公共服务、文物保护、产品业态创新、商业模式创新、等各领域，加速推动文化和旅游发展方式变革，为文旅行业高质量发展提供强劲动力。

1.2 5G 赋能智慧文旅变革

5G 联合 8K、AI、AR 和 VR 等新技术，拓展了文化和旅游产品的表达形式和展现内容，促进了观光游向休闲游、深度游转变，形成了云旅游、慢直播和线上演艺等多个成熟应用场景。未来以 5G 为引领的新科技，将产生更多的创新应用和影响力，为文旅行业带来新一轮的提升和变革。

提供创新引擎。以 5G 为引领，云计算、大数据、物联网、人工智能以及数字安全领域为代表的数字新基建也在不断巩固、加强文旅行业基础数字化底座能力。5G 引领的技术重塑文旅行业的产品形态和服务模式，衍生出一批高质量的产品和项目，创造出线上旅游的新 IP 和新空间，延展文旅场景的时空体验，打造数字化的新业态、新体验、新服务。

改进管理手段。通过 5G+ 无人机巡检实时对接景区一体化管控平台，可以实现指挥中心的工作人员通过无人机对景区开展实时空中巡检，发现警情时系统实时告警。5G+ 无人机巡检和 5G+AI 移动执法一起，构成了天、地、人立体安防网络，进一步提高了景区管理效率。

丰富产品供给。以“一码游”为代表的全域旅游服务平台，整合吃、住、行、游、购、娱等多要素，营造沉浸化的场景，为游客提供更方便快捷的线上体验，并融合 5G 慢直播等应用，帮助游客便捷获取旅游产品和服务。5G 无人驾驶摆渡车、无人零售车等一系列智能服务，也给游客带来不一样的游玩体验；5G+AR 内容云，可提供实景导航、多人红包游戏和虚拟讲解等服务，带领游客深度体验目的地文化内涵。

提升营销效果。5G 视频彩铃，在通话振铃期间向主叫用户呈现的高清音视频融合放音服务，以声音 + 视频宣传 + 短信链接的方式助力旅游目的地宣传营销推广，逐渐成为旅游目的地营销的新工具。5G 慢直播不仅是景区旅游资源的真实展现方式，也是最直观的旅游营销方式，还有一种温情和细致的供给服务，为游客出行提供方便。

加强保护传承。通过 5G+AR 远程协助，实现了对文物修复工作的在线辅助、远程指导和实时记录等功能。使用专业设备对文物、环境进行二维、三维数字化扫描，将线下的文化资源和展馆环境在云上实现原景重现。文物资源数字化展示可满足观众对文物特定细节展示的高要求，利用 5G 网络的大带宽特性，观众通过 5G 手机就可流畅看到高精度还原的文物二维图片或三维模型。

促进文化传播。5G+4K/8K 演艺直播通过一点对多点的线上传播，将文化内容推广给全国观众，具有受众面广、观看形式多样等优点，满足数字化的消费场景需求。多视角直播让观众可以自由切换观看的角度，通过全景模式、中景模式和特写镜头来彰显文化演出的独特魅力。

1.3 文旅提出 5G 定制需求

随着文旅行业转型升级的推进和智慧文旅 5G 应用的深入，文旅行业一系列新需求，需要通过定制化的 5G 网络功能予以满足：

数据安全要求不断提升。旅游行业要落实游客数据安全主体责任，保障数据收集、传输、存储、共享、使用、销毁等全生命周期的安全，防止数据丢失、毁损、泄露和篡改。文化行业要加强文化数据安全保障和加强文化数字化全链条监管，在数据采集加工、交易分发、传输存储及数据治理等环节，制定文化数据安全标准；文博单位要保障文物原始数据安全，要建立权责清晰、程序规范、统筹有力的管理制度，牢牢把握正确的意识形态导向，确保文物信息安全。

上行速率需求持续提高。相对于 2C 领域主要关注下行速率，2B 领域海量数据主要是自下而上产生的，上行大带宽成为刚性需求。景区管理的高清监控摄像头、无人机多路超高清视频回传、旅游目的地宣传慢直播、文化传播的超高清画面拍摄，移动执法接入多个移动执法终端的超高清视频回传等场景，对网络上行带宽要求均较高，传统 5G 网络下行带宽有保障、上行带宽能力弱，无法有效满足大视频业务的上行需求。

新型组网需求日益明显。受疫情影响，文旅管理机构、文旅集团企业等的远程协作、移动办公等需求增长明显，由此带来对内外网的跨网访问、移动端访问的网络要求变化，从而带来了在内外网物理隔离的情况下实现业务系统远程维护、工作人员跨网访问等网络功能要求，以及不换卡不换号、实现无感知随时随地访问文旅行业内网和互联网资源等新需求。

第 2 章 5G 专网发展渐入佳境

2.1 5G 专网使能全行业发展

2.1.1 5G 专网提供差异化服务

5G 网络原生具备高带宽、大连接、低时延和高安全性等诸多优势，相对于传统网络“统一接入、单一效能”的运营模式，5G 依托网元虚拟化、架构开放化和编排智能化的技术保障，能够通过资源和能力定制化，提供综合型、具备差异化能力和服务质量保障、灵活便捷的“专属”网络，满足垂直行业用户对智能网络连接的需求。这类面向行业用户提供差异化、可部分自主运营的 5G 网络服务模式，称为 5G 专网。5G 专网为行业客户提供定制化的网络及服务，具有以下优势：

性能提升：5G 专网基于全新的服务化架构，将网络功能解耦为服务化组件，组件之间使用轻量级开放接口通信，从而充分满足行业客户按需构建、动态部署弹缩和高可靠性要求；5G 专网支持部分核心网网元（UPF/MEC）下沉至地市、园区甚至现场部署，实现业务需求和网络资源的灵活匹配，满足客户的快速定制和部署需求；5G 专网可以根据各行业企业的业务类型（如数据采集、高清视频、AR/VR 等）、业务分布、业务传输需求等优化 5G 网络；5G 专网支持低、中、高频段，通过低频段和中频段来实现良好的覆盖，以及实现更高精度的室内定位与低延迟等，能够保障行业业务稳定、可靠的传输。

安全增强：数据安全是行业引入 5G 的前提，5G 行业虚拟专网可根据行业用户的安全需求，将终端、网络、应用等多层次安全保障技术进行整合，在 5G 网络完备的安全基础之上，给企业提供定制化的安全保障，同时由于 5G 行业虚拟专网基于运营商公网改进而来，可完全借鉴电信级大规模通信网络安全运营经验，让行业/企业获得来自运营商的电信级安全保障服务。另外，通过虚拟局域网（VLAN）可以实现多个逻辑隔离的专属管道，实现专网用户与公共用户的业务隔离，互不影响，保障用户业务安全；对于安全性更高的保密业务，可以采用 FlexE 技术实现承载不同客户业务的网络切片之间的物理隔离。

成本可控：随着文旅行业向数字化运营转型，传统文旅行业面向视频监控、数据采集、办公等等多种需求，形成了多张不同制式、物理隔离的网络，包括有线（宽带接入网、视频监控网等）和无线（3G/4G/NB/Wi-Fi 等），不仅使得网络建设成本和运营运维成本居高不下，而且不同数据难以实现互联互通。5G 专网可以实现管理和生产“一张网”，消除信息孤岛。最后，在 5G 网络建设方面，5G 专网根据企业自身需求，提供灵活的定制化产品，包括混合、虚拟、独享的专网建设模式，实现网络建设的低成本化。

2.1.2 5G 专网已经全面落地

国内主流通信设备商相继推出 5G 全线产品解决方案，面向运营商物理专用、混合专网、共享网络等场景，提供轻量化核心网、云网协同等定制化产品，5G 专网设备已基本成熟并全面落地，R15 版本已成熟，R16 版本已初步具备商用能力。

我国 5G 行业专网逐渐形成共识，发展出基于公网共用、公网专用及定制专用等多种适合企业应用 5G 的网络部署方式。三大电信运营商和通讯设备上纷纷推出各具特色的 5G 专网服务和产品解决方案，不断推进设备成熟和应用落地，致力于开拓 5G 使能行业数智化转型的新蓝海。基础电信企业形成 5G 行业虚拟专网独立运营品牌，并开展商用推广。例如中国联通推出 5G 专网虚拟、混合、独享三种网络模式，并在 2021 年底发布了 5G 行业专网产品体系 2.0 暨 5G 专网 PLUS，实现网络跨越、行业跨越、服务跨越；2022 年 3 月世界移动通信大会期间，发布了“5G 边缘互联专网产品”、“5G 园区高稳专网产品”和“5G 切片保障专网产品”，推动 5G 深入到企业核心生产环节；2022 年世界电信日，发布了 5G 专网 PLUS 场景化产品“5G 随行专网”和“5G 多园区专网”。中国电信也发布致远、比邻、如翼三种网络模式。中国移动发布优享、专享、尊享三种网络模式。5G 行业专网已成为千行百业部署 5G 网络过程中的重要模式。

5G 专网应用行业主要包括工业制造、采矿、钢铁、电力、港口、智慧城市、智慧园区、智慧医疗、智慧文旅、智慧教育、智慧物流、车联网等，其涵盖人类社会活动的方方面面。据工信部统计，截至 2022 年 7 月，5G 专网数量由 2021 年 7 月的 1655 个提升至 6518 个，增长近 3 倍。

5G 专网赋能千行百业，有效提升生产效率，显著降低生产成本，促进生产安全，改善生产环境，助力各行业加快数字化转型和生产力升级，实现上下游产业链升级更新。从 5G 专网应用场景演进来看，呈现从外围以连接为主的环节向行业核心运营控制领域逐步扩展的趋势，大致经历了三个阶段：

第一阶段，远程控制、数据采集、高清视频监控、高清直播、远程会诊等应用场景率先落地；

第二阶段，局部区域内行业应用进入高速发展阶段，如机器视觉、AGV 小车等；

第三阶段，基于 5G 原生能力的云边协同沉浸式体验、低延时高可靠的管控类应用进入探索和储备阶段，并将陆续成熟，如云化 PLC、5G LAN、5G 融合定位等。

2.2 5G 专网需要分阶段引入

5G 专网的发展已经取得了显著的成果，但要全面实现服务千行百业的目标，仍需一个相互促进，螺旋式演进的过程。目前 5G 专网基于 3GPP R15 版本标准，主要提供了高带宽和部分低时延能力，解决了超高清直播、远程教学、远程监控、工业质检等垂直行业应用对于 5G 专网的网络接入和业务承载的初级需求。实际上，在大量垂直行业场景中，不仅仅需要网络的大带宽能力，更需要 5G 专网的高可用性、高可靠性，以及指标极致性等新能力，方可实现 5G 在行业核心生产环节的应用。这些能力还需要依赖 R16 以及后续更高版本的标准来支持，此外新技术的引入也需要历经标准制定、产品研制到产业融合应用的过程，不能一蹴而就。因此，需要分阶段、有序推动 5G 专网新技术的快速成熟和商用引入。

结合 5G 技术能力的成熟度，以及与行业应用结合的深入度，5G 专网的技术演进可大致分为三个阶段：初级阶段（5G 融入）、中期发展（5G 使能）、远期演进（极智 5G）。

2.2.1 初级阶段：5G 融入

初级阶段（5G 融入）：只要提供基于大带宽的基本接入服务，具备业务承载、质量保证和业务隔离的能力；

初级阶段 5G 专网技术主要包括：

1. 性能达标

- 切片资源预留：基于切片粒度对特定业务特定客户的无线 PRB 资源进行预留，实现无线资源保障已经灵活的资源隔离和共享。
- QoS 增强：针对特定保障业务，基站通过配置 GBR 或者 MinBR 参数，定量保障 GBR 承载或高优先级 Non-GBR 承载的速率下限。

- **上行带宽增强**：通过 3U1D 帧结构、上行载波聚合、补充上行（SUL，Supplementary Uplink）等三种增强技术，满足行业客户对上行峰值速率、上行容量、上行边缘速率的高要求。
- **边缘计算**：在靠近数据源和客户侧的位置为客户提供计算、存储等基础设施，同时以开放平台为载体，为用户提供云环境、PaaS 能力和边缘应用集成，满足用户对边缘低时延应用的部署需求。

2. 网络专用

- **端到端切片**：通过无线、核心网和承载等不同领域的网络切片将 5G 网络划分为不同的逻辑网络，实现业务之间的逻辑隔离。
- **公专融合**：通过公专网共用基站共用频率、公专网共用基站专网专用频率以及专网专用基站专用频率等无线侧不同组网方案的规划部署，适配协同专网应用场景，提高无线频率资源使用效率，更好实现公网专网融合发展。
- **专属网元**：通过将用户面网元 UPF 下沉至企业园区，实现业务承载网元的独享部署，以及企业的专建专用。
- **边缘分流**：提供基于 DNN、切片、ULCL 等技术的业务分流功能，将用户特定业务流量在园区内分流至业务系统，保证敏感业务数据不出园区。

2.2.2 中期发展：5G 使能

中期发展（5G 使能）：在当前阶段基础上完成网络指标多样化、网络能力定制化、安全管控灵活化、网络服务自主化四个方面的增强；

中期阶段对应的 5G 专网技术主要包括：

1. 网络指标多样化

- **空口调度机制优化**：针对周期性较强且包大小固定的控制类业务，引入上行免调度技术，通过基站提前分配上行传输资源，有效降低调度等待时延；面向工业控制、物联网等小数据包传输场景，通过 mini-slot 技术将数据调度和传输时间单位由时隙缩短为符号，有效降低空口传输时延；引入 uRLLC 业务抢占技术，允许 uRLLC 业务抢占 eMBB 业务的无线资源快速发送数据，有效降低 uRLLC 业务的空口传输等待时延。

- **高可靠数据传输冗余保障：**在 NR 物理层引入重复传输、小负荷 DCI 格式、低码率 CQI/MCS 表格、Multi-TRP 等技术，提高调制解调的容错性和数据传输的可靠性；PDCP 层通过引入 PDCP 复制等技术提高数据的冗余，从而提高数据传输的可靠性。
- **5G-Advanced：**围绕 5G-Advanced 技术发展，运用超大规模 MIMO 技术与超大带宽新频谱技术支持，“智够新视界”实现业务感知和差异化保障，支撑 500Mbps 体验速率与 20ms 时延组合，能够满足当前云渲染 VR 设备里面 8K+3D 分辨率需求；运用离散频谱整合技术，使 2 个零散频谱的小带宽组合成为一个逻辑上的虚拟带宽，实现频谱效率提升，进一步与快速载波激活技术相结合，“智享大上行”可实现 50% 用户感知速率提升；在 3.5GHz TDD 频段，通过两个载波互补异时隙配比，“智慧超感知”衍生出新能力 uRLLC 实现 4ms 和 99.999% 时延稳定性。
- **高精度定位：**引入 5G 蜂窝定位、5G+ 蓝牙 /UWB 融合定位等技术方案，支持高精度定位方法和定位服务的能力开放，满足垂直行业低时延、高精度的定位需求，实现米级定位精度。

2. 网络能力定制化

针对行业需求，尤其是局域场景，对网络架构、网络设备、网络功能按需优化和定制：

- **NPN：**通过运营商网络切片或独立部署为客户划分出一个独立的接入 / 服务区域，并基于 CAG ID 等私有网络标识将该区域独立标识和管控，仅允许具有相关配置和授权的用户接入。
- **5G LAN：**为企业在移动网络上创建私有局域网，支持网内用户群组 and 组内点对点、点对多点的通信方式，实现终端二层或三层局域网直接互联。
- **面向特定部署场景的新设备形态：**面对应急、移动等临时覆盖场景，引入 5G 游牧式基站；面向采矿、挖掘等特殊行业场景，研制可适应采矿环境具有防爆等要求的 5G 通信设备，如本安基站；面向边缘网络部署需求，引入定制化 5G 核心网和边缘一体化集成设备。

2.2.3 远期演进：极智 5G

远期演进（极智 5G）：将重点的网络指标极致化、网络服务智能化等方面对 5G 专网能力进行增强。

远期阶段 5G 专网技术主要包括：

- “极”小的网络时延

去激活态 uRLLC：针对工业自动化场景下的传感器等设备，通过非激活态传输频度高、周期和非周期混合的大量小数据包，避免终端进行非激活态到连接态的转换，减少 uRLLC 数据包的传输时延并降低网络开销。

灵活全双工：通过子带全双工、同时同频全双工技术，在一个 TDD 频带同一个时隙同时进行上下行传输，保证更多的 UL/DL 时隙，从而进一步降低时延。

- “极”低的终端功耗

RedCap：为了更有效的支持工厂传感器网络、可穿戴设备等中低速率低成本需求，通过 RedCap（reduced capability NR devices）技术，实现终端复杂度和成本的降低，并通过低功率唤醒机制以及终端间歇性能量收集等手段，保证 RedCap 在满足 5G 良好带宽增益下的终端节能。

新型无源物联网：面向极低成本、极低功耗（免电池）、较小范围内应用的物联网需求，通过将 RFID 系统与蜂窝通信结合，实现低成本和便利化的网络部署，并增强运维管理能力，实现更为广泛的万物互联。

- “极”强的网络内生安全防护

可信内生安全：基于网元自身安全能力与专用安全设备能力的组合，通过智能分析、灵活编排等运维管理手段，形成智能、主动的 5G 安全防护体系，实现网元可信、网络可靠、服务可用的 5G 专网。

主动安全防御：使主动防御安全能力成为 5G 网络的基本特征和内在属性，使主动防御安全能力具有自免疫、可动态演进的特性。

安全运营服务：依托安全管理中心，基于 AI 和大数据分析能力，为行业客户提供 5G 专网资源池内的安全功能部署和安全运营服务。

第 3 章 5G 专网赋能智慧文旅

3.1 满足智慧文旅多种需求

在网络需求方面，5G 专网通过定制化网络，将满足文旅行业多种网络需求。以 5G 数据分流技术为基础，运营商通过网络的灵活定制，为大型景区、文博场馆构建一张增强带宽、低时延、数据不出园的基础连接专网。用户转发面网元 UPF（MEC）私有化部署，无线基站、核心网控制面网元按需私有化部署，端到端采用灵活混合组网模式，实现数据不出景区/场馆。通过 5G 切片技术，完成游客数据、办公数据、管理数据的隔离，保障业务稳定和安全。同时，5G 专网承载高清直播、智慧导览、AI 监控、移动办公、园区无人车等应用，满足文旅企事业单位网络定制化、高质量无线覆盖、增强型网络等需求。

多样性业务需求：文旅行业不同业务对于网络的需求不同，视频、VR 等相关业务要求高吞吐量，自动驾驶要求网络超低的传输时延和极高的可靠性，监控监测等业务需要网络具备海量接入能力。同时为了保障应用的业务连续性，网络覆盖能力、确定性时延以及灵活的业务部署等需满足更高的性能要求。

高安全需求：部分文旅企事业单位要求数据不出景区/场馆，这给网络提出了强隔离以及本地化部署的需求。5G 专网一方面需要提供可靠的通信设备和完善的安全保障机制，在承载核心业务数据的基础上，也可承载公网业务数据，核心业务数据在传输过程中与其他业务数据实现逻辑严格隔离，完成数据的本地化处理，保证核心数据不出园区。另一方面为了保证业务安全可靠的正常运行，5G 专网提供完备的鉴别服务、访问控制服务、数据保密服务、数据完整性服务、可审查性服务以及高可靠的通信设施，全方位保证景区/场馆的网络、数据以及应用等方面的安全可靠。

自运维需求：虽然 5G 专网可以提供专网级别的服务，但部分文旅企事业单位仍需要拥有简单而必要的自运营和自运维能力，满足网络资源灵活配置、自主网络运营、业务变更调整等需求，主要包括三方面：

- 可管理能力，即：5G 专网需要开放必要的网络监控和管理接口，实现用户的自配置和自管理，如：告警、巡检、诊断、维护（远程/多地）、升级等；

- 可扩展能力，即：5G 专网需要开放必要配置接口，支持用户的自调整，用户可以根据自身需求的改变，在一定条件下动态调整网络，如：用户新建、删除、用户权限变更、业务变更、网络微扩容等；
- 交叉运维能力，即：当行业用户缺乏 5G 通信设备维护能力时，支持运营商与行业用户共同运维，只要运营商通过用户的安防申请，就可以完成相关网络的运维工作。

低成本需求：随着行业信息化程度的不断提高，满足网络互联需求的通信网络成本越来越高。通信网络成本包括网络设备成本、网络建设成本、网络运维运营成本以及原有网络改造成本等。随着行业智慧应用的丰富，文旅行业对网络升级的需求日益增强，通信网络系统需保障兼容性和扩展性，也会直接提高网络的整体成本。因此，要求 5G 专网支持灵活、差异化部署，充分利用或复用运营商的公网网络，通过网络共建共维，通信资源共享、业务本地化处理以及运营商的规模性效益等能力，有效降低行业客户的通信网络成本。

3.2 构建智慧文旅 5G 专网

面对文旅行业宽带化、移动化、物联化和多业务融合发展的诉求，结合 5G 网络低时延、大带宽、广连接的优势，叠加网络切片、边缘计算等新型基础设施，构建 5G 文旅行业专网，实现网络定制化和平台化的目标。

3.2.1 5G 专网服务模式

运营商可以根据客户的需求，提供虚拟专网、混合专网、独享专网等不同的 5G 专网服务模式。

(1) 5G 虚拟专网

5G 虚拟专网是指基于 5G 公众网络资源，利用端到端 QoS 或切片技术，为客户提供一张时延和带宽有保障的、与公众网络普通用户数据隔离的虚拟专有网络。从无线基站、传输到核心网用户面及控制面端到端共享公众网络，通过切片技术，为用户提供具有特定 SLA 保障的逻辑专网。

5G 虚拟专网网络架构如下图所示，在 5G 虚拟专网模式的接入选网流程中，专网用户终端开机搜索到 5G 无线信号，并发起接入注册流程，基站根据终端上带切片标识选择核心网 AMF，AMF 基于终端上带 / 签约切片对用户进行接入认证和鉴权（UDM 配合），认证成功后建立会话，用户可正常进行数据业务。

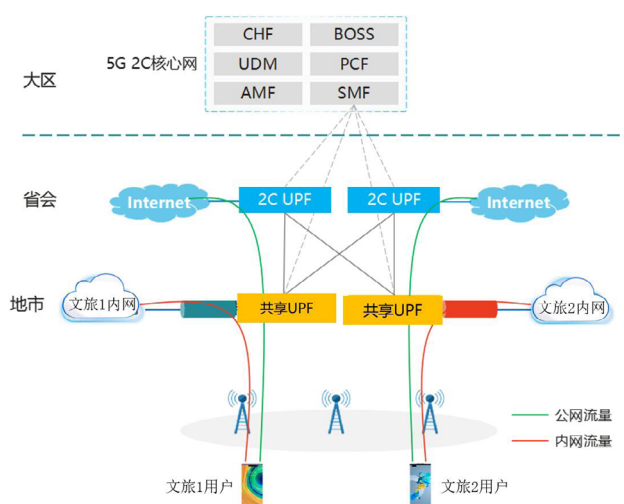


图 3.1 5G 虚拟专网网络架构

文旅企业不需要单独建设 5G 网络设备，运营商全程共用为公众服务的 5G 网络，通过逻辑的专网技术，为文旅企业提供一张时延和带宽优先保障、与公众网络普通用户数据隔离的虚拟专有网络。

（2）5G 混合专网

5G 混合专网是指以 5G 数据分流技术为基础，通过无线和控制网元灵活定制，为行业用户构建一张增强带宽、低时延、数据不出园的基础连接网络。5G 混合专网的核心网用户面网元 UPF/MEC 为行业用户私有化部署，无线基站、核心网控制面网元根据用户需要灵活部署，为用户提供更贴近现场的 5G 专用网络。满足行业用户大带宽、低时延、数据不出园的需求。该模式下用户网内业务数据本地卸载，可通过功能定制优化，减小公众网络故障对用户产生生产业务的影响，保障生产安全。

5G 混合专网网络架构如下图所示。部署方式可选择公众网络共享或文旅企业侧独立部署，核心网网元 UPF/MEC 是独立部署与用户的园区内，AMF 以及 SMF 可选共用公众网络核心网资源或在用户园区内独立部署。在 5G 混合专网接入网流程中，无线基站对接核心网 AMF、

UPF，专网用户规划专有切片标识。专网用户终端在园区内可正常搜索到无线信号，并发起接入注册流程，基站根据终端上带切片标识选择用户侧专网核心网 AMF，AMF 负责对用户进行接入认证和鉴权（UDM 配合），认证成功后建立会话，用户可正常进行数据业务。

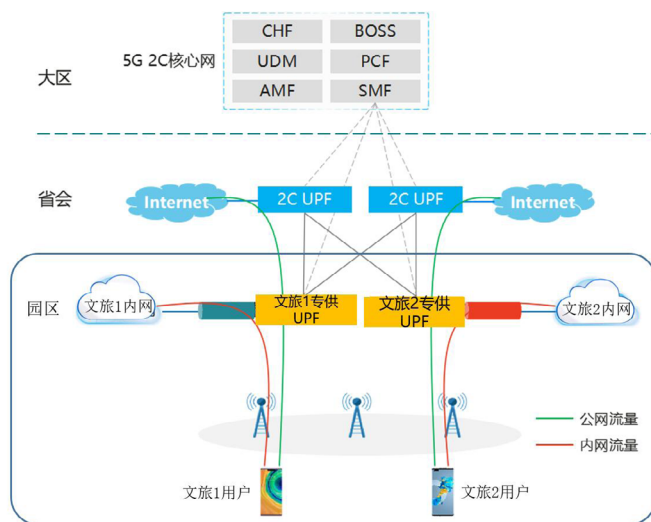


图 3.2 5G 混合专网网络架构

运营商为文旅企业单独建设部分专属的 5G 网络设备，其余设备均共用现有公众网络，满足人脸识别、用户账户等重要数据不出园区，实现安全生产、低时延及业务隔离的诉求。

(3) 5G 独享专网

5G 独享专网是指利用 5G 组网、切片和边缘计算等技术，采用专有无线设备和核心网一体化设备，为文旅用户构建一张增强带宽、低时延、物理封闭的基础连接网络，实现用户数据和公众网络数据完全隔离。从无线基站、传输到核心网用户面 + 控制面端到端为文旅用户单独建设，提供物理独享的 5G 专用网络，总体投资较大，5G 核心网对企业自身的网络维护、管理能力要求也很高，因此应用相对较少。

独享专网将 5G 轻量级核心网的控制面 AMF/SMF 等网元及用户面网元 UPF 都下沉到企业内部，无线基站对接私有化部署的核心网 AMF、UPF，专网用户规划专有切片标识。专网用户终端在园区可正常搜索到无线信号，并发起接入注册流程，基站根据终端上带切片标识选择核心网 AMF，AMF 负责对用户进行接入认证和鉴权（UDM 配合），认证成功后建立会话，用户可正常进行数据业务。外部访客用户终端在行业用户园区可正常搜索到无线信号，但在发起注册过程中，核心网经过判断无法为用户上报 / 签约的切片提供服务，拒绝用户接入，用户接入失败。

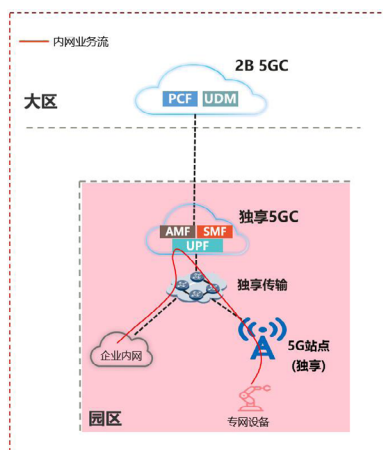


图 3.3 5G 独享专网网络架构

文旅企业采用专有全套 5G 网络设备，建设一张增强带宽、低时延、物理封闭的基础连接网络，用户数据与公众网络数据完全隔离，且不受公众网络变化影响，实现物理资源独享，与外部网络硬性隔离的效果。

3.2.2 5G 专网关键技术

行业专网不同于公网业务，其对网络安全性、可靠性、确实性有更严格的要求，针对 5G 在行业专网中的应用，5G 新增了多种技术，包括 5G LAN、5G 切片、5G MEC 边缘计算、5G 超级上行、5G Massive MIMO 等，使得 5G 专网的能力得到提升，更好满足垂直行业应用的特定需求。

1、5G 切片

5G 切片技术可实现 5G 文旅专网的特定业务在 5G 网络中端到端的保障和隔离，管理者可以为不同的客户、业务，配置不同等级的 5G 网络性能和质量保障能力，确保提供的资源性价比最优。

网络切片是一种按需组网方式，在基础设施上分离出多个虚拟的端到端网络，以适配各种各样类型的应用。5G 端到端网络切片功能架构如图所示。端到端网络切片包含多个子切片：核心网切片、传输切片和无线切片。每个子切片可以单独管理，子切片不能提供单独的网络功能。其中无线网切片技术提供了基于切片的频段、RB 资源、优先级配置等隔离保障手段；传输网切片技术实现了软、硬管道的保障；核心网切片技术实现了 C/U 分离、云化服务化、切片业务能力以及能力开放等。

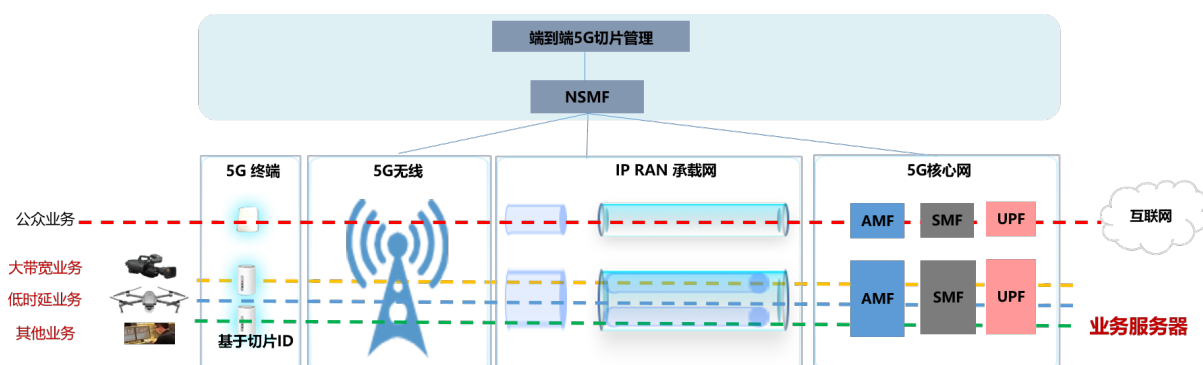


图 3.4 5G 切片示意图

5G 切片是 5G 专网的重要技术，对于文旅行业来说，在同一张网络上运行的不同业务有个性化的网络性能要求。比如在旅游度假区，对服务度假区的各种物联网终端（比如路灯、井盖、消防设施、环境监测终端等）有海量终端接入的需求；对度假区无人驾驶摆渡车有低时延需求；对安防监控来说，有大带宽上行传输的需求；而对于视频直播、XR 体验有大带宽下行的需求。依托 5G 切片，对度假区 5G 无线网、承载网和核心网进行差异化配置，从而为不同场景提供相互隔离、网络能力可确定的网络服务，满足差异化数据传输的保障需求。

2、5G MEC 边缘计算

MEC 全称为边缘计算技术（Mobile Edge Computing），顾名思义就是将云计算中心的部分处理能力部署到靠近客户园区。5G MEC 通过在靠近用户的园区内本地化处理应用和数据，实现提升流量传输效率、降低应用响应时延和重要数据不出园区等“降本、增效和安全”的目的。

多接入边缘计算核心是开放的分布式平台，在网络边缘靠近数据源就近提供网络、计算、存储及应用服务，满足行业专网在连接、实时、数据优化、智能和安全的诉求。下图为 MEC 组网架构，其中 MEC 部署在重要汇聚机房组成 MEC 资源池，UPF 和 MEP 共部署。UPF 按分流策略提供业务分流能力，MEP 进行路由分发、应用注册管理、vFW 等服务，此外，MEC 资源池可部署企业 5G 新业务应用。

5G 专网通过将 MEC 边缘计算服务器部署在用户本地园区、办公大楼内部，通过数据库服务器下沉至本地，实现敏感数据不出园区，保障用户的数据安全。通过计算卸载技术、无线数据缓存技术和基于软定义网络（SDN）的本地分流技术，MEC 能够有效提高计算处理和数据传输效率，缩短网络对终端用户的响应时间，保证终端用户数据业务需求的连续性，大幅度降低核心网的数据流量压力，提升终端用户的服务体验。



图 3.5 5G MEC 示意图

在文旅行业，景区 5G 慢直播的风景相机每天产生大量的流量，通过 MEC 直接把上述流量送到本地互联网机房，可以省去迂回到省中心运营商核心机房所产生的额外电路成本；景区的无人驾驶车辆，紧急情况下需要通过远程驾驶方式紧急接管后，部署 MEC 就可以将控制时延从 50-100ms 缩短到 5-20ms，极大的提升了远程驾驶指令的执行速度，保障驾驶安全；通过 5G 方式接入的摄像头产生视频和人脸识别数据，作为景区管理和服务的核心基础，很多景区管理者期望这些数据在处理过程中不出园区，所以可以通过部署在景区机房 MEC 完成上述数据的就近处理。目前文旅行业关注的“元宇宙”，虚实融合的核心交互界面基本是 AR、VR 和 MR，其中不仅有逼近真实世界的超高清画面的传输要求、还有虚拟与现实实时交互的低时延要求，更有个人隐私数据的安全保护要求，所以在迈向“元宇宙”的过程中，5G MEC 作用愈发重要。

第 4 章 智慧文旅 5G 专网场景丰富

4.1 景区一体化管控

对景区的一体化管控，通过对景区各分散系统数据的统一管理，实现景区系统数据、游客数据与景区数据中心的无障碍对接，帮助运营者通过集中管控平台实现完整的景区智慧管理，并可对当前及历史数据进行统计分析、以辅助景区管理决策；处理突发事件时，实现各子系统高效联动，从而有效减轻景区管理成本，大幅提升景区的综合管理能力。

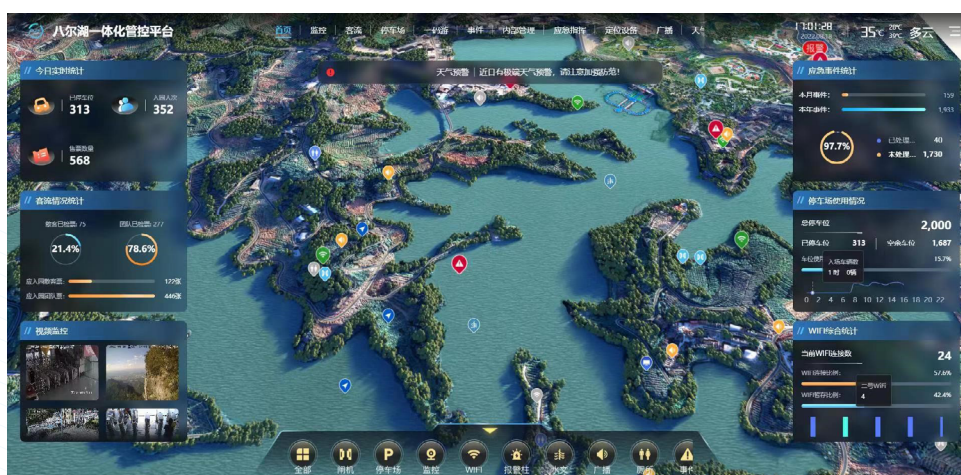


图 4.1 景区一体化管控场景示意图

通过部署 5G 专网，为 4K/8K 高清视频监控移动摄像头开通 5G 大上行带宽，确保高清监控画面可以流畅传输到指挥中心；为重要管理应用开通 5G 切片，为便携式监控摄像头、移动巡检机器人和移动执法终端提供专有保障，保证客流高峰期此类应用的网络依然通畅；部署 5G MEC，用于存储人脸数据、监控视频等敏感信息，实现重要数据不出景区，提升数据安全；构建 5G 虚拟广域网，打通域内或者旅游集团下辖各景区现有的无线 Wi-Fi、客流统计、公共广播、停车场管理、卡口系统、水质监测以及智慧厕所等各类信息化子系统，实现跨平台、跨网络、跨终端等多系统之间的综合化、统一化的管理，实现景区信息资源的共享。

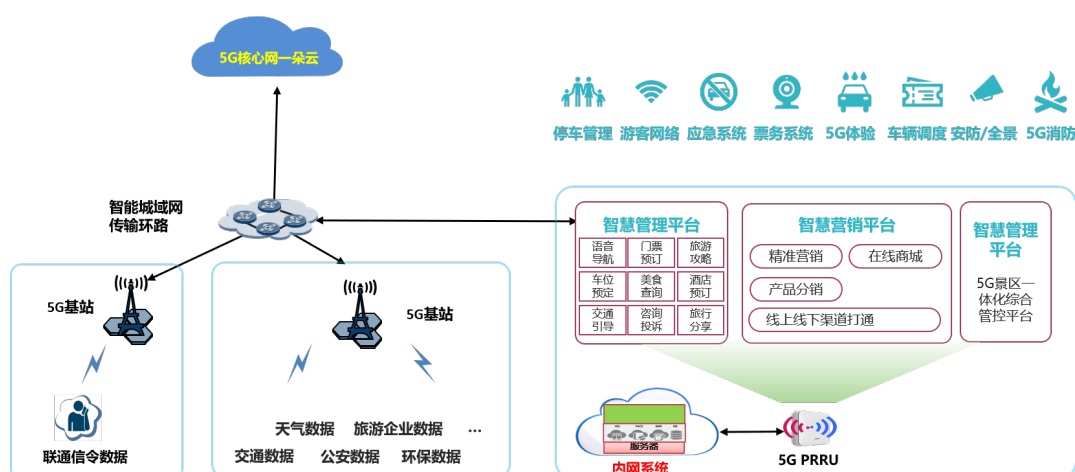


图 4.2 景区一体化管控 5G 专网架构图

4.2 智能网联无人机

智能网联无人机，是利用 5G 技术的大带宽、低延时、广连接、抗干扰等特点，帮助无人机摆脱点对点遥控的距离限制，让无人机具备远程控制、实时回传、高精定位和跨域协作四大核心能力，满足无人机在各大景区应用于常态化安防巡逻、高清直播的需求。

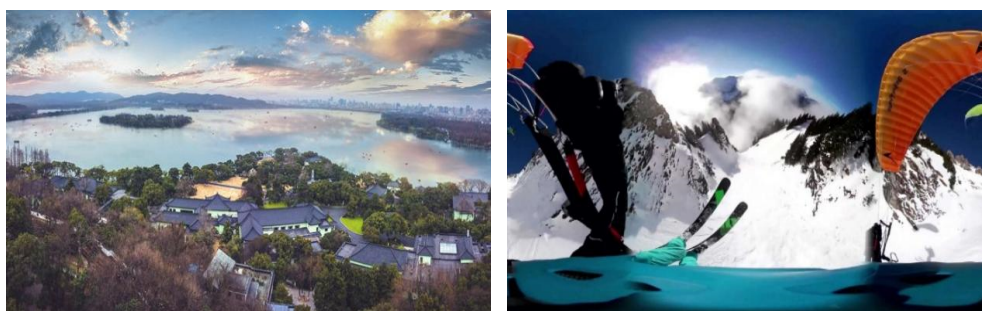


图 4.3 智能网联无人机场景示意图

通过部署 5G 专网，为无人机开通上行大带宽，满足无人机飞行过程中高清视频实时上传的网络需求。开通 5G 切片，保证网络流量高峰期无人机的视频画面、控制指令的流畅传输。部署 5G MEC，一方面实时存储无人机的巡检画面，保障重要数据不出景区；另一方面降低网络时延，确保控制指令快速下达，提升无人机在复杂情况下的响应速度。融合 5G 蜂窝、北斗

等多种定位技术，实现对无人机的高精度定位；利用大规模天线阵列技术部署覆盖低空区域的5G专网，能够实现单个基站3公里，垂直300米距离的稳定信号覆盖，扩展无人机的活动范围，实现多架无人机协作。

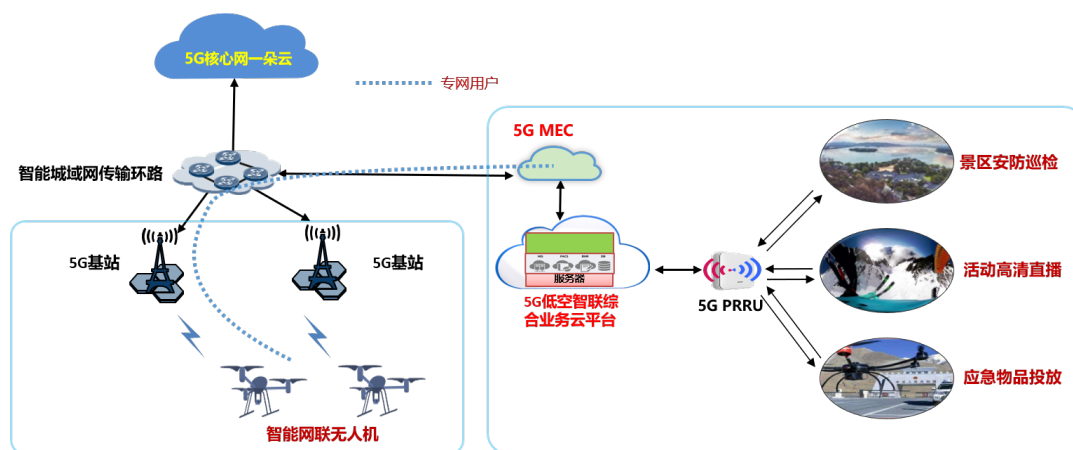


图 4.4 智能网联无人机 5G 专网架构图

4.3 车路协同无人车

车路协同系统，是采用先进的融合技术形成的安全、高效和环保的道路交通系统，可以实现车车、车路动态信息实时交互，也可以在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理，充分实现人车路的高效协同，从而保证交通安全提高通行效率。车路协同无人车已经成为景区体验、服务创新和疫后获客的新亮点。

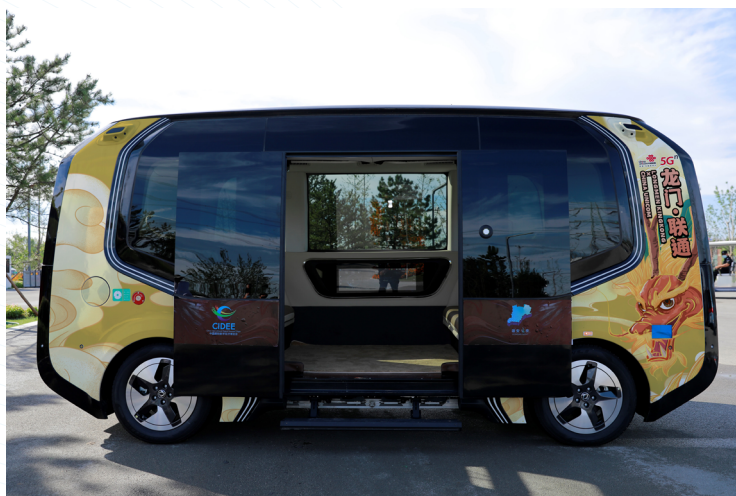


图 4.5 车路协同无人车场景示意图

通过部署 5G 专网，为无人车辆开通 5G 切片，保障远程驾驶舱的驾驶员和景区无人车之间信息交流实时性和可靠性，实现驾驶人员对车辆的实时控制；为车辆配置 5G 上行大带宽，保障了车辆高清图像与视频实时可靠传输。部署 5G MEC，车路协同系统接收 RSU 上报的路侧信息，并就近推送至邻近车辆；远程故障监管平台，将连接、分析、指令下达，同时实现应用下移与数据缓存到 MEC，将车载部分计算分析系统上传至 5G MEC，有效降低智能车辆改造成本。部署园区车路协同 5G 专网，基于实时视频流和控制数据流的汽车远程驾驶一体化驾驶舱，配合视频服务器、MEC、视频网关等设备使用，构建了超低时延的汽车远程驾驶应用系统，实现汽车的远程控制、远程视频显示、远程车况显示及远程自动驾驶切换等功能。

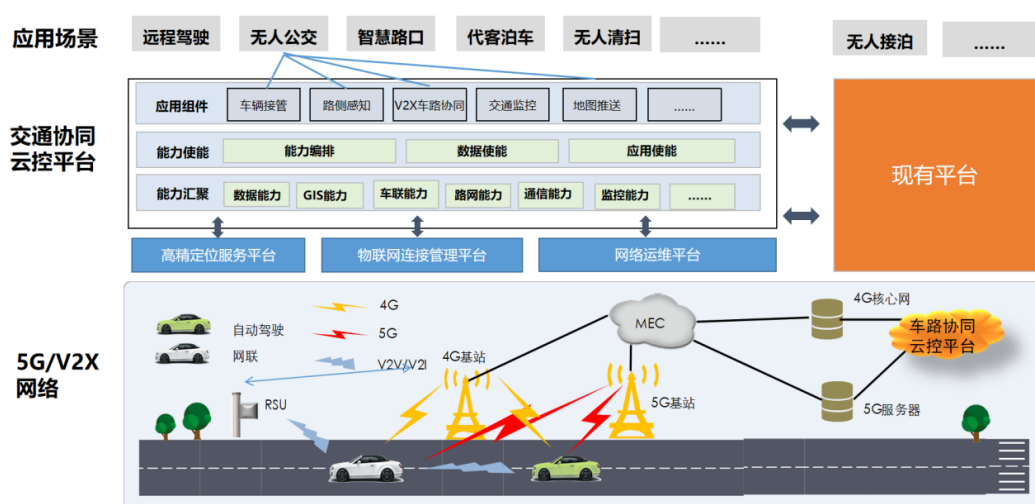


图 4.6 车路协同无人车 5G 专网架构图

4.4AR 文旅内容云

AR 文旅内容云，是基于 AR 技术，将 AR 场景的各种空间数据和二、三维模型、动画、视频、IP 形象、语音等内容数据，全部存放在云端；各种导游导览、讲解介绍、互动游等交互，也全部由云端实现；手机端仅需保留扫描和下载运行功能，手机扫描场景后，实时与云端进行空间匹配，根据匹配情况下载相应的 AR 交互应用。

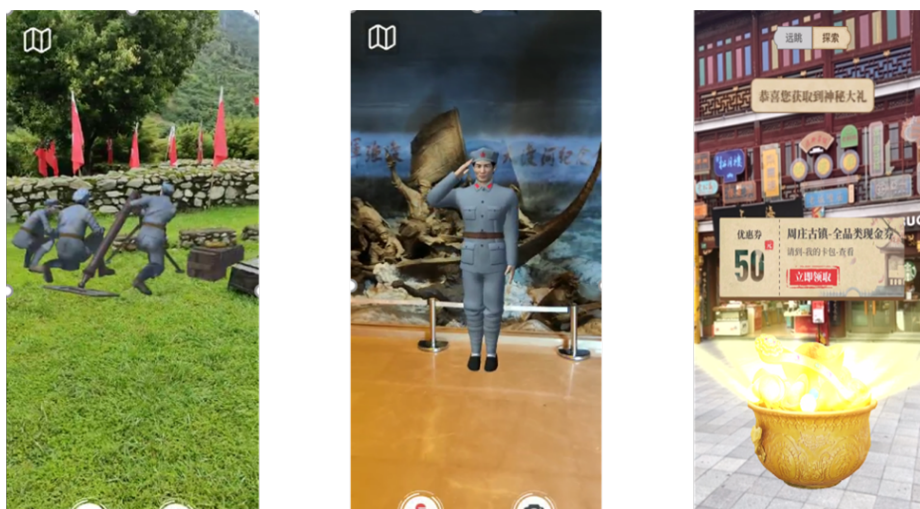


图 4.7 AR 文旅内容云场景示意图

通过部署 5G 专网，为 AR 终端开通 5G 切片，保证客流高峰期此类终端的网络依然流畅。部署 5G MEC，用于存储 AR 应用的内容数据和空间数据等敏感信息，实现重要数据的不出景区，提升数据安全；同时，降低 AR 内容触发和内容下发的时延，实现 AR 应用的快速响应。融合 5G 蜂窝、北斗等多种定位技术，提升 AR 应用定位的准确性，让现实画面和虚拟内容的贴合更紧密。

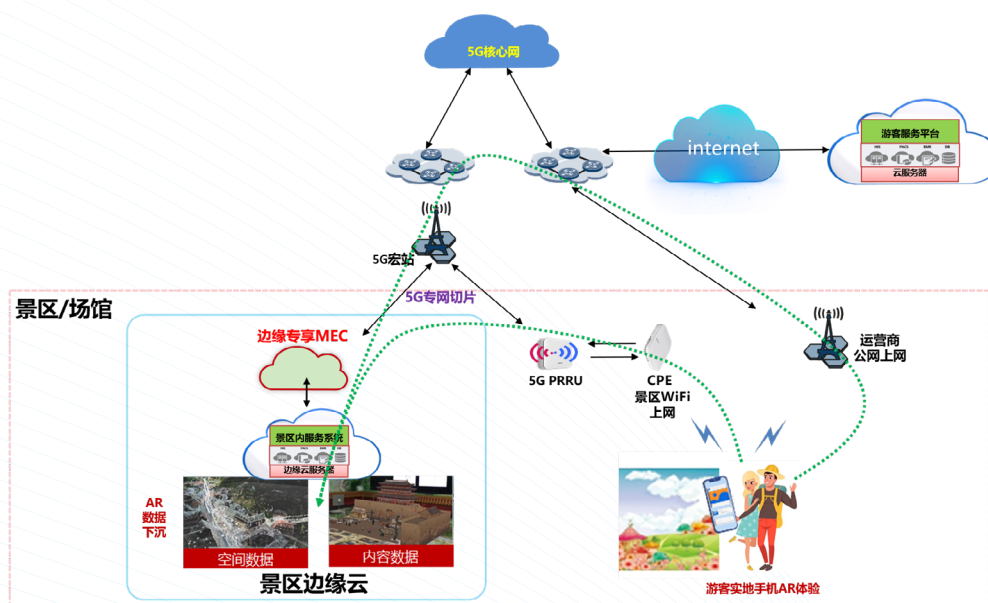


图 4.8AR 文旅内容云 5G 专网架构图

4.5 景区超高清直播

景区超高清直播实现居家百姓以游客的视角游览景区，专业的导游随身讲解，与景区进行实时互动。通过直播，景区将实现持续的、高效的宣传，保持游客对景区的关注度，为景区产品营销做宣传，为景区的营销活动做预热；在家中的游客因此而丰富了居家文化生活，“云游”祖国大好河山、领略中华文化。包括常见的固定机位慢直播、导游讲解互动直播、以及 VR 全景直播等多种直播模式。



图 4.9 景区超高清直播示意图

通过部署 5G 专网，为超高清直播相机开通上行大带宽，满足超高清视频实时上传直播平台的网络需求。为超高清直播相机开通 5G 切片，保证网络流量高峰期直播画面的流畅传输。

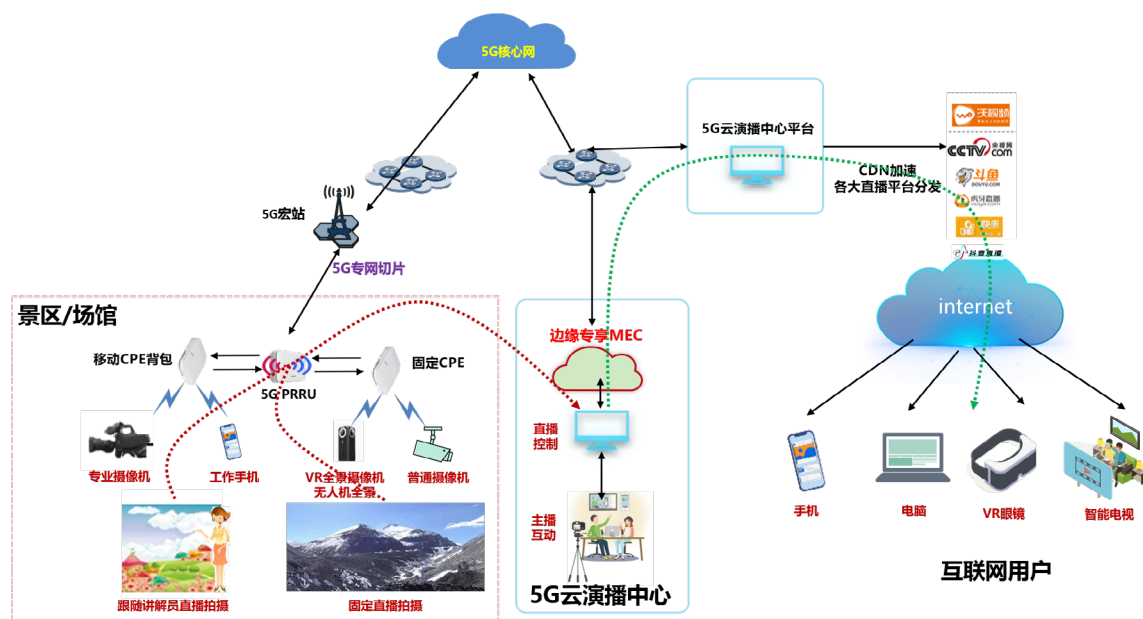


图 4.10 景区超高清直播 5G 专网架构图

4.6 智慧演艺剧院

智慧剧院，在传播方面将线下剧场演出在线上全方位、立体式呈现，使现场观众获得身临其境、环绕沉浸式的震撼体验；在管理方面，通过横向、纵向数据打通，将各类、各级信息汇聚到一起，提升剧场的演出监测、应急指挥和分析预测的能力；在服务方面，面向观众、演员、技术人员，线上提供一站式综合服务，线下提供智慧交互服务。



图 4.11 智慧演艺剧院示意图

通过部署 5G 专网，为剧场高清摄像机开通上行大带宽，满足超高清视频实时上传的网络需求。为剧场高清摄像机、剧场人员开通 5G 网络切片，为演艺直播、日常排练和剧院管理等业务提供专属网络保障；在剧院内部署 5G MEC，实现数据的本地分流和多路视频数据的实时拼接处理，提供演播数据的本地分流和多视角、自由视角等低时延应用的保障，便于现场观众就近观看。结合剧场环境部署 5G 专网，满足复杂空间环境下的各类业务的网络传输需求；构建 5G 广域专网，实现多个剧场间实时同步、同时直播的功能，并满足剧院工作人员远程办公、远程排练、日常运营等多方面需求。

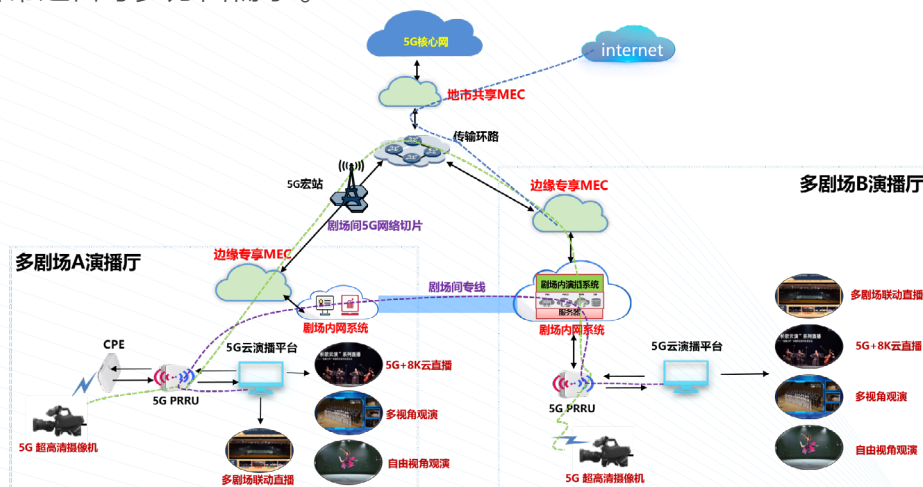


图 4.12 智慧演艺剧院 5G 专网架构图

4.7 智慧文物保护

文物属于宝贵的历史文化遗产，文物保护对于历史文化的传承具有重要意义。采用科学化的措施对文物进行三维数据采集、人工巡检、无人机巡检、远程辅助修复，既可以保障文物本体安全、最大限度地减少对文物的破坏，又可以构建立体化的文物安全监管网络，提高文物保护的信息化水平。



图 4.13 智慧文物保护示意图

通过部署 5G 专网，为文物采集终端开通上行大带宽，满足文物的三维扫描数据实时回传、加工处理、数据建模的需求。开通 5G 切片，满足文物巡检终端对网络高可靠性和高优先级的需求，保障巡检的高清画面和巡检数据稳定可靠传送至后台；为文物远程修复提供专有通道保障，保证修复过程中相关指导画面清晰流畅。部署 5G MEC，在文物保护地附近就近回传扫描数据、同步对图像拼合处理，提高文物数字化保护工作效率，保障文物数据安全。在野外、地下等复杂考古环境下，部署 5G 考古专网，为考古勘察、远程指导、文物预处理、环境采集以及现场搭建移动考古实验室提供稳定可靠的网络环境。

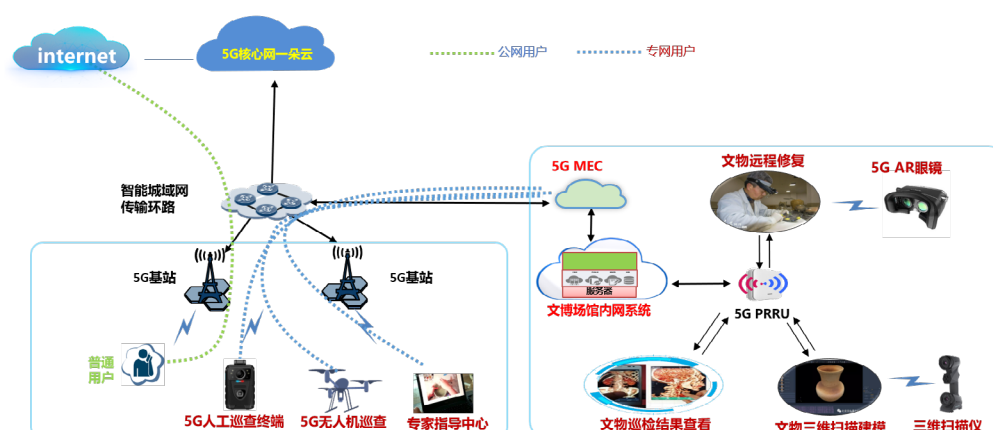


图 4.14 智慧文物保护 5G 专网架构图

第 5 章 智慧文旅 5G 专网前景广阔

智慧文旅 5G 专网的发展基础良好、潜力巨大、前景广阔。智慧文旅 5G 专网将带来新基础设施、新技术蓝海、新应用空间、新产业生态，开辟文旅行业发展的新路径和新模式。

(1) 网络建设稳步夯实

从基础设施情况看，当前我国 5G 专网建设部署方案日趋成熟，各旅游目的地和文化文博场馆开展 5G 专网建设的意愿日益明显。随着 R16 版本的产业逐步成熟、R17 版本的发布，5G 专网能力将进一步加强。5G 专网将成为推动文化旅游高质量发展的重要动力。

(2) 产业生态日益成熟

5G 开辟了产业链转型升级新蓝海。中国 5G 产业链已在网络建设标准专利、设备应用终端等方面建立了体系化、系统化的领先优势。在 5G 专网落地文旅行业的过程中，文旅产业、基础电信企业、设备商等产业各方的合作意愿日益强烈。各方通过强强联合、优势互补，探索形成了“团体赛”发展模式。各方共同聚焦文旅行业发展的痛点和难点问题，深入挖掘应用场景与需求，联合制定解决方案，协同落地实施部署。

(3) 应用场景走实向深

以智慧应用为牵引，5G 专网与文旅行业管理、服务、营销、传播和保护等场景的结合将更加紧密，定制化的网络能力帮助文旅企业打造差异化的能力优势；同时，文旅行业新的场景和实践不断涌现，丰富了 5G 专网的方案内容，促进 5G 网络按照行业需求持续迭代专网功能。5G 智慧文旅专网也将从初期的“网络替换 + 新型应用”，向“技术和场景融合”阶段过渡，最终形成“整合变革”。

长期来看，5G 专网全面赋能智慧文旅，与虚拟世界和数字经济的融合更加紧密，推动文旅行业成为未来数字美好生活先行区。

附录：智慧文旅 5G 专网典型案例

1. 5G 智慧泰山景区项目

泰山是首例世界文化与自然双遗产、首批国家重点风景名胜区、首批 5A 级旅游景区。自 2019 年起，山东联通与泰山管委先后成立“5G+ 智慧泰山联合实验室”、“中国联通 5G 智慧景区创新应用示范基地”，共同探索 5G 技术在景区管理、应急处置、公共服务、游客服务等领域的应用路径，孵化出多个可复制、可推广的 5G 创新应用，并已在泰山成功部署了 5G 智慧泰山数字化管理平台、5G+VR 全景直播、5G+ AI 移动执法、5G+ 无人机巡检等 5G 创新应用，助力泰山景区构筑安全体系、提高管理效率、升级服务品质、创新科技体验。



图 1 5G 智慧泰山 5G 专网应用架构图

景区工作人员通过 5G+AI 移动执法，可以在景区巡逻中简便快捷的操作眼镜进行数据采集、现场视频回传、接收后台人员提示信息等功能，实时检查逃票、预警不文明行为，也可以与视频监控系统进行数据联动，并通过 5G 网络实时将安防人员视角记录的高清画面传递给后台指挥中心，从而让后台指挥中心的远程进行应急事件的在线指挥，实现“安”在第一视角、

“防”在第一时间的应用价值。5G 无人机根据预设的起飞时间及飞行轨迹对岱庙进行安防巡检，通过对扫描的图像与数据库危险模型进行比对，如有异常，可进行实时报警，利用无人机代替巡更人员进行定时巡检工作，可大大提高巡检的成效。为 5G+AI 移动执法终端和巡检无人机开通 5G 大上行带宽，满足高清视频回传到后台指挥中心的需求；部署 5G 切片，为 5G+AI 移动执法终端和巡检无人机提供专有网络保障；部署 5G MEC，确保游客人脸数据、巡检视频等敏感信息不出泰山景区。

2. 国家话剧院 5G 智慧剧院项目

中国国家话剧院是中华人民共和国文化和旅游部直属的国家艺术院团，拥有雄厚的艺术创作资源和辉煌的戏剧文化传统。面对产业发展带来的新机遇，中国国家话剧院、中国联通、华为和中国信息通信研究院，共同成立“5G 智慧剧场联合实验室”，并推出融合剧场管理运营精细化、剧场演出演播融合化和剧场服务全方位一站式等三大场景的 5G 智慧剧场解决方案。



图 2 国家话剧院智慧剧院 5G 专网应用架构图

剧场演出演播融合化，依托 5G 专网相关能力和 HDRVivid、8K、VR 等视频技术，借助“头显”设备，为现场观众营造出梦幻般的全沉浸舞台，利用科技的力量来填补剧场观演的视觉缺陷。远程观众也可以通过家用设备，比如手机、电脑、VR 眼镜等，依托 5G+ 超高清 +VR+ 多视角 / 自由视角视频直播，获得多角度、多机位、沉浸式的观演体验。按照“公专融合、按需隔离、灵活部署、安全可靠”的原则，采用 5G 切片的方式满足超高清视频专用大带宽网络通道传输的需求，视频播放顺畅无卡顿，提升用户观看超高清视频体验。针对剧场核心数据仅限于馆内访问的需求，部署 5G MEC，提升馆内超高清视频直播观看体验，实现演播内容不出剧场，提升内容保密安全性；

3. 中国（海南）南海博物馆 5G 创新应用项目

为了响应海南省关于加快 5G 试点应用项目建设的号召，打造智慧新海南，推动海南国际化智慧旅游业发展，中国联通携手中国（海南）南海博物馆基于 5G 网络与相关信息技术的融合，打造 5G+VR 全景直播、5G+AR 文物修复助手、5G+AI 游记助手、5G+ 客流统计分析、5G+ 智慧安防等多个 5G 创新应用，通过构建以科技手段为支撑的博物馆旅游信息体系，提升观众参观体验，让中国（海南）南海博物馆成为宣传南海、进行蓝色国土教育的示范基地，成为海南旅游的一张闪亮的名片。



图 3 南海博物馆 5G 专网应用架构图

其中 5G+AR 文物修复助手，通过 AR 智能终端实现了对文物修复工作的在线辅助、远程指导和实时记录等功能。在文物修复过程中，南海博物馆的现场修复人员和湖北省文物交流信息中心的专家佩戴轻便型 5G 智能眼镜将各自的第一人称视角呈现在对方眼前，配合固定摄像头作为第二视角，以高清晰度将文物修复的完整过程传输到远程专家端，实现了第一视角和第二视角双视觉上的同步共享。双方还可以实时音视频对话，远程专家指导端还可以通过“重点标框”功能配合实时语音、图文、音视频推送等方式对现场修复人员进行指导。本项目为远程修复终端配置 5G 切片，在为整个文物修复工作提供专门的无线通道保障，避免其他公共业务干扰和占用的同时，还能提供额外的网络安全保障；部署 5G MEC，就近存储远程修复的视频记录，降低双方音视频交互时延。

4. 中国工农红军强渡大渡河纪念馆“互联网+长征”示范项目

为深入贯彻落实习近平总书记关于保护革命文物、弘扬长征精神、传承红色基因等重要指示批示精神，2020年，国家文物局启动“互联网+长征”示范项目。该项目由北京清华同衡规划院遗产保护与城乡发展中心规划设计，中国联通承担建设任务，并联合北京电影学院、中国地图出版社和云景文旅科技有限公司协同实施。项目选址四川雅安中国工农红军强渡大渡河纪念馆，建设内容包括“强渡天险”场景体验、全国长征文物地图线上应用和红色研学课程开发等。项目以扎实的数据累积和严谨的党史研究为基础，综合采用多种创新科技，在互联网+革命遗址展示、红色文化传播等方面累积经验、引领方向，为科技赋能红色资源保护利用和党史学习教育起到了积极的示范作用。

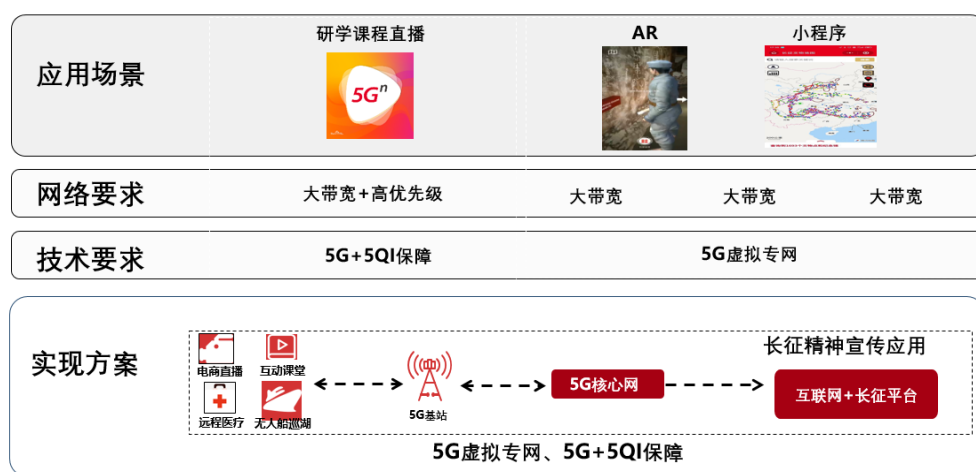


图4 5G强渡大渡河纪念馆5G专网应用架构图

其中“强渡天险”AR应用，区别于2D“平面式”AR体验产品，观众仅需使用手机对准遗址，即可360度观看叠加于现实场景中的3D虚拟影像。本项目为纪念馆内AR演示终端开通5G切片，确保现场演示时的流畅体验；系统采用云化部署，数字内容数据、空间场景特征数据以及数字内容管理、空间识别等功能全部部署到本地5G MEC，降低了手机端App的体验门槛和存储空间，也减少了AR内容的触发响应时延。

5. 龙门石窟景区 5G 车路协同无人车项目

作为世界知名景区，龙门石窟景区信息化建设一直走在全国前列。龙门石窟景区游客服务区到景区山门约 2 公里路程，游客游园时需步行或者乘坐传统接驳车往返。为满足游客日益增长的游览体验及游览便捷性需求，龙门石窟和洛阳联通启动 5G 车路协同无人车项目，打造景区无人驾驶微公交服务，并以此为契机，打造景区服务亮点，深化拓展 5G 应用。

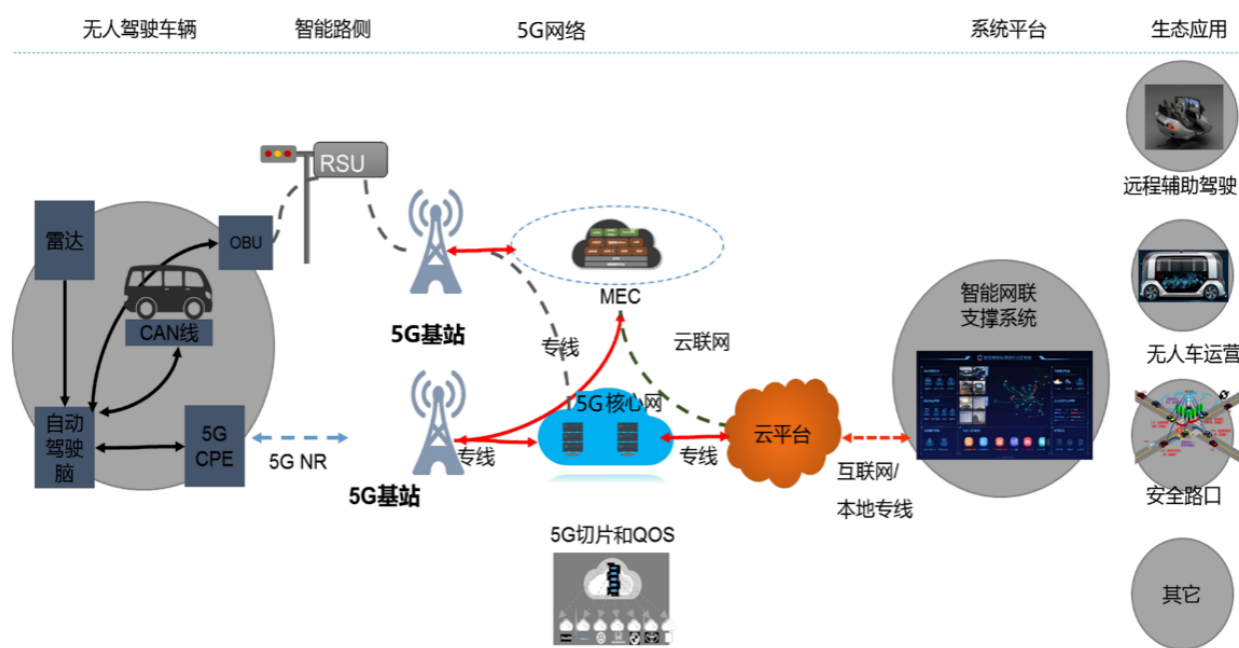


图 5 龙门石窟景区车路协同无人车 5G 专网应用架构图

通过部署 5G 专网，为龙门石窟的无人公交开通 5G 切片，保障无人公交与龙门石窟后台指挥中心信息交流实时性和可靠性；为无人公交配置 5G 上行大带宽，保障了车辆高清图像与视频实时可靠传输。部署 5G MEC，无人驾驶相关数据通过 5G 基站上行到 MEC 后，直接分流至龙门石窟景区数据机房，一方面避免了流量迂回，降低无人驾驶等业务访问时延；另一方面，满足视频、用户信息等隐私数据不出景区，提高了数据存储的安全性。

《2022 中国智慧文旅 5G 专网白皮书》编写委员会

专家顾问：

信宏业 文化和旅游部信息中心副主任

冯兰晓 中国联通集团政企客户事业群副总裁

梅 山 文化和旅游部资源开发司区域协调处处长

李 珊 中国信息通信研究院无线应用与产业研究部主任

钟栋娜 北京第二外国语学院中国文化和旅游大数据研究院副院长

陈 洪 北京邮电大学交互技术与体验系统文旅部重点实验室副主任

杜凡丁 北京清华同衡规划院遗产保护与城乡发展中心五所所长

总策划：李 玲 陈 丹

主 编：韦广林 刘玉娟 周冬平 杨锦洲

编委会成员（按姓氏首字母排序）：

陈丽娜 傅成龙 李 鑫 马文明 彭海棣 王 哲 肖 羽 辛荣寰
夏 蓉 张 园 张舒曼

