

2020年3月

目录

前言	1
1. 新时代智慧城市的发展	2
1.1 智慧城市孕育的时代背景	2
1.2 全球及中国智慧城市发展动态	2
1.3 5G网络为智慧城市建设带来新动能	7
2. 5G助力智慧城市应用释放更大潜能	11
2.1 5G+智慧交通，提升交通安全与疏导效率	12
2.2 5G+智慧安防，全时空高效保障城市安全	13
2.3 5G+智慧环保，生态监管有抓手	14
2.4 5G+智慧医疗，践行公平、可及、普惠的医疗改革	14
2.5 5G+智慧治理，政府处置重大应急事件的智慧工具箱	16
3. 5G元素智慧城市建设的主要挑战及实施路径	18
3.1 应用场景众多、分散：顶层设计引领，因城施策	18
3.2 整体落地困难：智慧城市微单元实现快速落地	20
3.3 商业模式不清晰：创新模式，实现共建共治共享	22
3.4 信息烟囱现象严重：智慧城市运营商整合运营城市智慧资源	24
4. 5G时代运营商角色的思考	26
4.1 5G时代运营商的独特优势	26
4.2 智慧城市建设中运营商的角色定位	27
4.3 智慧城市建设中运营商的关键创新	27

前言

随着经济社会的快速发展和加速转型，传统城市管理模式的局限性日益显现。随着全球城市化进程的加快，为了应对人口、资源、环境等对城市发展的挑战，全球各国都以“智慧城市”建设作为全新的城市发展理念和实践路径。

而传统智慧城市建设中，由于细分智慧应用领域众多，建设内容广，城市在规划发展建设中容易失焦；另外，地区行业发展水平和资源禀赋不同也限制了智慧城市整体建设落地；其次，投资规模大、商业模式不清晰，使用技术缺乏统一标准，数据信息碎片化严重，也使得智慧城市建设在推进时无法有效形成社会合力，阻碍智慧城市发展，挑战城市管理者、建设者和经营者的智慧。

在此背景下，国家提出“新型智慧城市”，为城市发展指明新的方向，要求将城市发展需求与新一代信息通信技术应用深度融合，实现城市末端互联互通，通过数字信息技术，推动城市运行管理向精细化发展。

5G作为最新一代的无线通信技术，其超高速率、超低时延、超大连接特性对智慧城市建设产生巨大的影响。以其为基础的泛在传感网络实现智慧城市万物智联，人、机、物深度融合发展；同时，与云计算、大数据、人工智能以及物联网等为代表的新一代信息技术的深度融合，通过使5G网络根据末端应用场景灵活配置网络资源，满足智慧城市对网络差异化需求，成为支撑城市发展的重要毛细血管，为智慧城市赋能。

电信运营商依托其5G通信网络资源的关键能力、大数据、云计算服务的天然优势，在智慧城市基础建设中发挥着不可替代的重要作用。针对智慧城市建设中的多种挑战，如何在提供高效的基础网络设施和连接服务同时，与智慧城市生态中的合作伙伴一起共同承接智慧应用的开发和建设，通过搭建生态环境，构建共建共治共享的新格局是电信运营商在5G时代新智慧城市建设中需要思索的重要课题。



1. 新时代智慧城市的发展

1.1 智慧城市孕育的时代背景

城镇化是当今世界最重要的社会经济现象之一。目前全球人口约50%生活在城市，而随着城镇化进程的不断加快，预计到2050年这一比例将超过70%。随着人口在城市的不断聚集、新的大都市和城市群相继形成，城镇化所导致的交通拥堵、环境恶化、资源匮乏、居民生活质量下降等问题日益凸显，如何实现城市的可持续发展成为城市管理者关心的议题。在此背景下，智慧城市的概念应运而生，该理念旨在利用先进的信息技术和科技手段实现城市的可持续发展，为城市管理者对于城市可持续发展的需求提供最佳解决方案。

与此同时，信息和通信技术正在全球呈现日益加速的发展趋势，5G网络、物联网、云计算、大数据分析、新一代地理信息系统等一系列关键技术逐渐从理念的提出进行到实际应用的试验及落地，催生出了众多新兴的城市应用场景和创新管理模式，为智慧城市的建设带来了更多可能性。不断发展和成熟的信息科技促进了科技生态环境日益完备，使得城市的数据化和智能化管理得以实现，从而有效解决城镇化进程所带来的各种难题，为建设智慧城市奠定了基础。

1.2 全球及中国智慧城市发展动态

20世纪末期以来，全球城镇化水平快速提升，城市规模的扩张加大了政府城市规划及管理的难度。在此背景下，不同国家或地区先后开始规划智慧城市建设，但在实际推进中，智慧城市经历了3个发展阶段：2012年主要以大型技术公司主导，侧重针对城市运营垂直领域问题，提供工具型技术解决方案，但科技企业往往仅关注技术推广，忽视城市发展真正需求；2014年后，领先国家政府开始主导智慧城市建设，通过整体规划，部署科技应用，提高城市运营质量；2017年以来，智慧城市发展进入新阶段，各国积极引入社会参与方，在开拓智慧城市建设新领域、新特色方面不断进行尝试。截至目前，全球已启动的智慧城市项目已超过1,000多个。

图1：全球智慧城市发展进程及智慧城市分布

智慧城市1.0：技术驱动

1999年-2012年

- 特征：**以大型技术公司，如IBM，思科等为主导，聚焦通过IT技术集成解决城市运营垂直领域问题
- 1999年，新加坡提出智能岛计划，旨在推动信息技术在城市能耗、交通拥堵以及环境污染等方面的应用
 - 2007年，法国提出大巴黎计划，通过“公共自行车管理系统”对自行车进行智能化管理等解决巴黎交通网络封闭问题
 - 2010年，葡萄牙普兰爱提谷计划，思科开发并将与智能设备互联的物联网生态系统融入新城建设，解决能源、垃圾处理问题

智慧城市2.0：政府主导

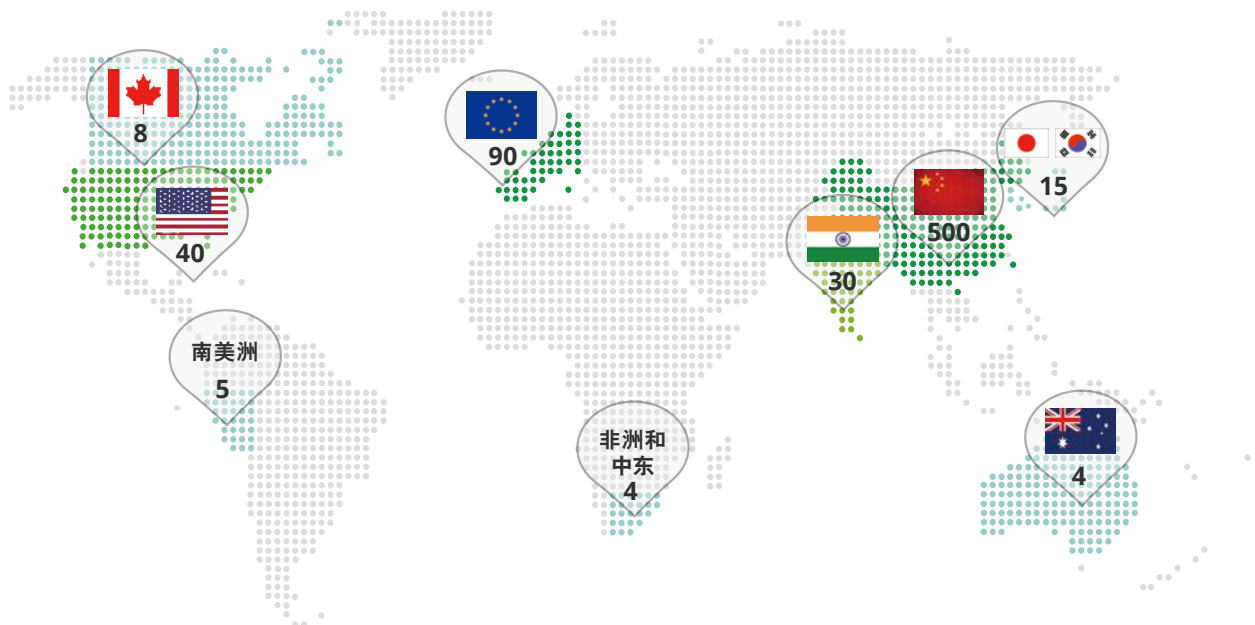
2014年-2016年

- 特征：**政府基于城市发展需求，整体规划部署科技应用解决方案，提高城市运营管理质量
- 2013年，英国伦敦推出第一个智慧城市规划，提出以市民为核心，利用科技帮助伦敦成为一个运营更高效的城市
 - 2014年，韩国政府，提出“利用大数据解决市民小烦恼”的口号，努力打造以人为本，以信息技术为基础的富有创造力的智慧城市
 - 2015年，美国政府提出新“智慧城市”倡议，积极布局智能交通、电网和宽带等领域，解决城市交通、能源问题
 - 2015年，印度拟用PPP模式打造百座智能城市。印度政府宣布未来5年内将投入约75亿美元用于智慧城市建设

智慧城市3.0：社会共建

2017年-至今

- 特征：**政府引导，积极引入公民、企业参与智慧城市建设，通过数据运营，服务公众
- 2016年开始，维也纳与当地能源公司WienEnergy合作，鼓励市民向WienEnergy购买模组，使市民成为“太阳能公民电厂”的投资者
 - 2017年，阿姆斯特丹智慧城市计划，采用公共事业市场化机制，鼓励企业参与智能交通、智能电网建设整合
 - 2018年，伦敦发布《共建智慧城市》新规划，提出通过鼓励企业协作参与研发，应用新的数字技术深化智慧城市建设，不断改善市民城市生活
 - 2019年，加拿大规划在多伦多打造第一个“智慧城市计划”，引入企业共同投资10亿美元，用于智慧城市所需要的技术及设备等



在选择智慧城市应用场景落地方面，领先国家都通过顶层设计，综合考虑城市当前发展基础和需求、未来城市定位，决定城市建设目标和需开发的项目类型和优先级，在共性中打造个性城市标签。



新加坡

新加坡倡导“以人为本”的整体解决方案，率先落地和民生密切相关的智慧城市项目：

电子政务：新加坡推出了一站式电子政务平台，整合约50个政府部门的公开数据，用户界面模拟了一位新加坡公民的不同人生阶段，可方便地找到相关服务。

智慧医疗：部署智能医疗康复中心，病人通过可穿戴设备，在康复师的视频指导下，远程进行医疗康复。



美国

美国纽约则聚焦公共服务效率：

智慧交通：主要用于改善城市交通拥堵问题，可跟踪、监测、公布全市交通状态的动态变化，便于交管部门进行疏通处理，同时机动车驾驶者也可根据公开信息选择行驶路线。

智能排水：对下水道系统进行了电子化维修改造，建立了下水道电子地图，方便施工人员的下水道清淤等作业活动，此外，还通过在下水道井盖下方安装电子监视器，对水流、水质等情况进行不间断监测，进一步提高了排水系统运维能力及灾害应对能力。



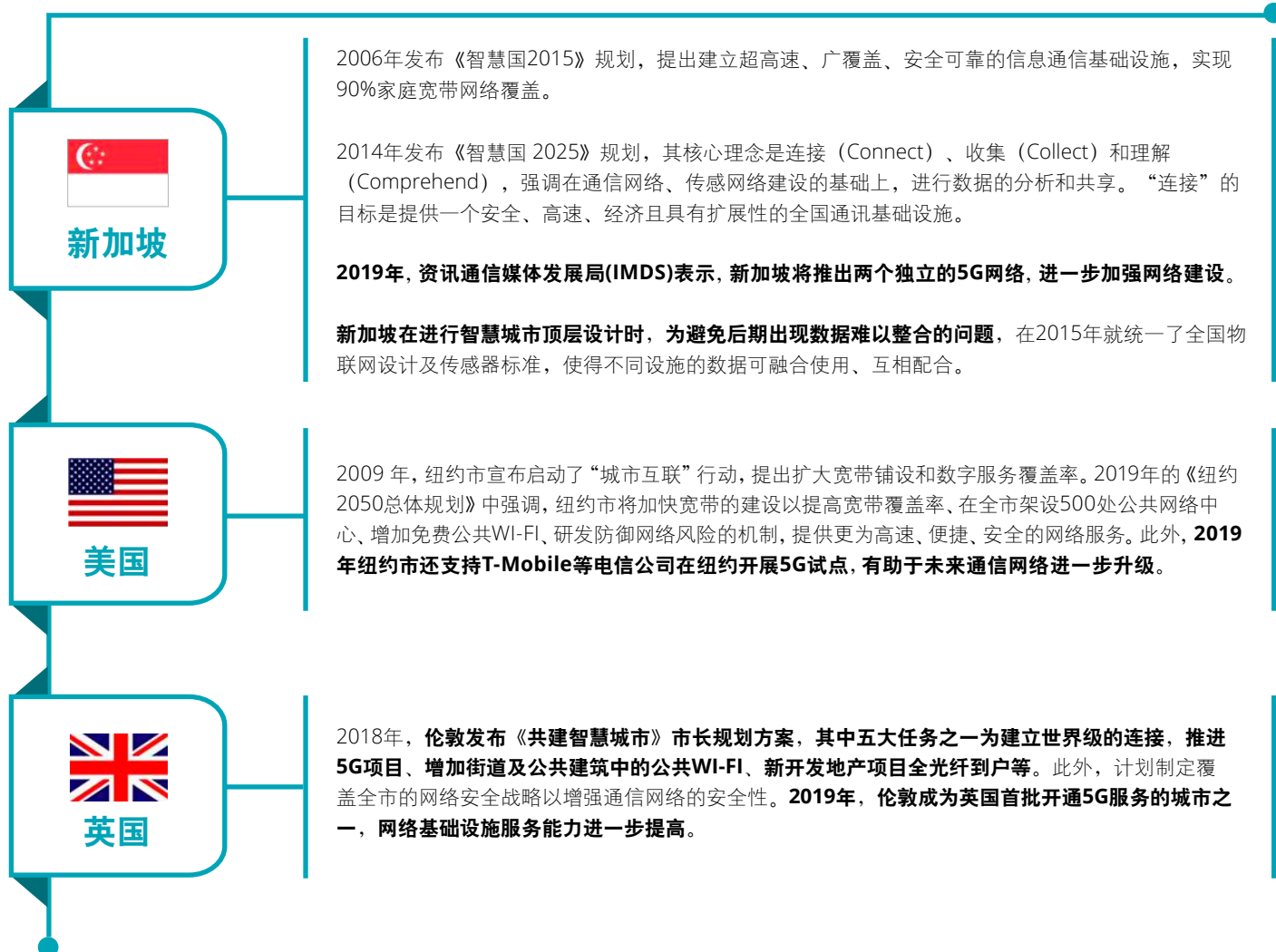
英国

英国伦敦聚焦数字化城市及智慧环境：

虚拟城市：城市管理项目中目前已实行了“虚拟伦敦”计划，建立电子化的城市地理信息系统，模拟伦敦西区近45,000座建筑，可用于景观设计、交通管控等领域。根据2018年新规，伦敦正计划建立城市规划大数据焦点图，协助决策者分析不同种类环保设施在伦敦不同区域的建设优先排序以及决定具体投建地点。而在智能警务项目中，伦敦警方通过大数据收集及分析，建立犯罪地图、规划巡逻模式，提高了警力利用效率。

智慧环境：伦敦通过传感器建立了空气质量实时监测系统，未来计划投资百万美元再增加数千个监测点。能源部门还通过推广智能电表，监测能源使用及支出数据。此外，伦敦金融城已设置遍布全市的带有液晶显示屏的数字化垃圾回收箱，所有垃圾回收箱与Wi-Fi相连，可指示居民对垃圾处理分类，同时可分享气候、时间以及股市行情等信息。

在智慧城市建设实施方面,对网络带宽、网络覆盖及网络速度等网络基础设施提出了多层次要求。国外城市进行智慧城市规划时,都将网络通信作为智慧城市的除了物理设施之外的另一重要基础设施。随着5G新技术的到来,各国也开始积极升级通讯网络建设,通过5G商用部署,推进智慧城市建设。

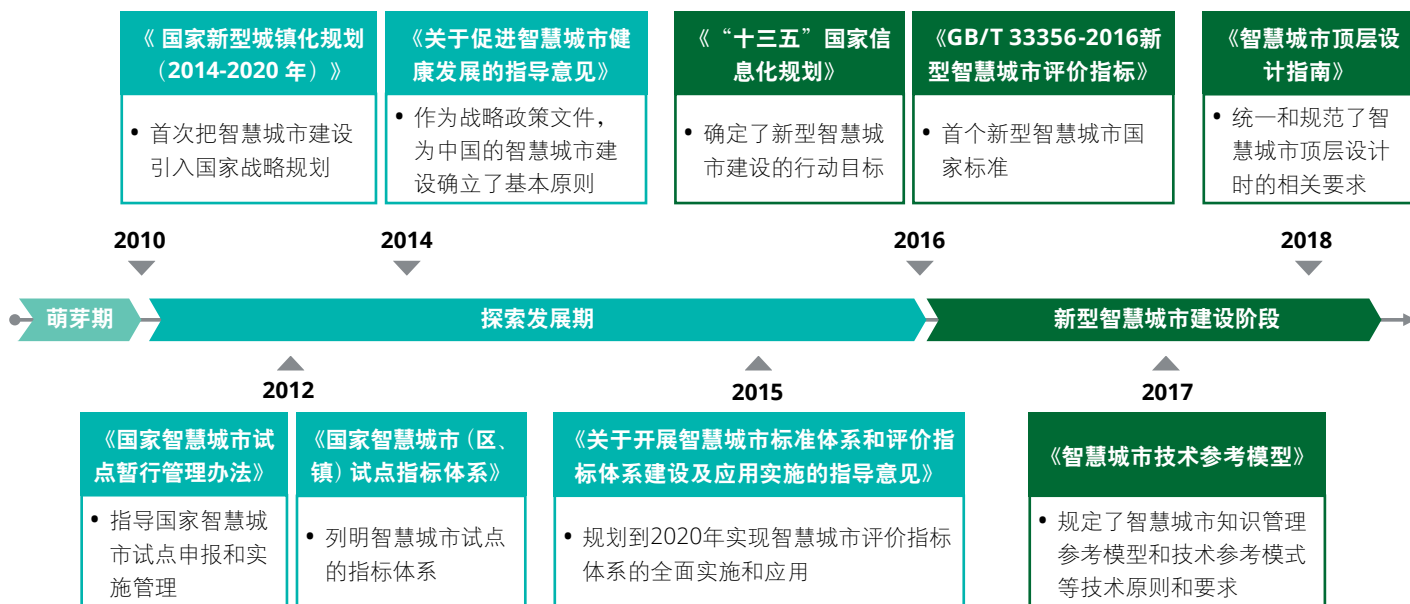


我国智慧城市的发展经历了萌芽期、探索发展期和新型智慧城市建设三个阶段。2010年以前,我国智慧城市的建

设和推动缺乏顶层设计和统一规划,而主要由技术驱动。在此萌芽时期,智慧城市发展的重点在于数字化建设,以网

络、数据等城市信息基础设施为支撑,利用遥感技术、地理信息技术和全球定位系统进行信息的采集和监测。

图2：中国智慧城市发展进程



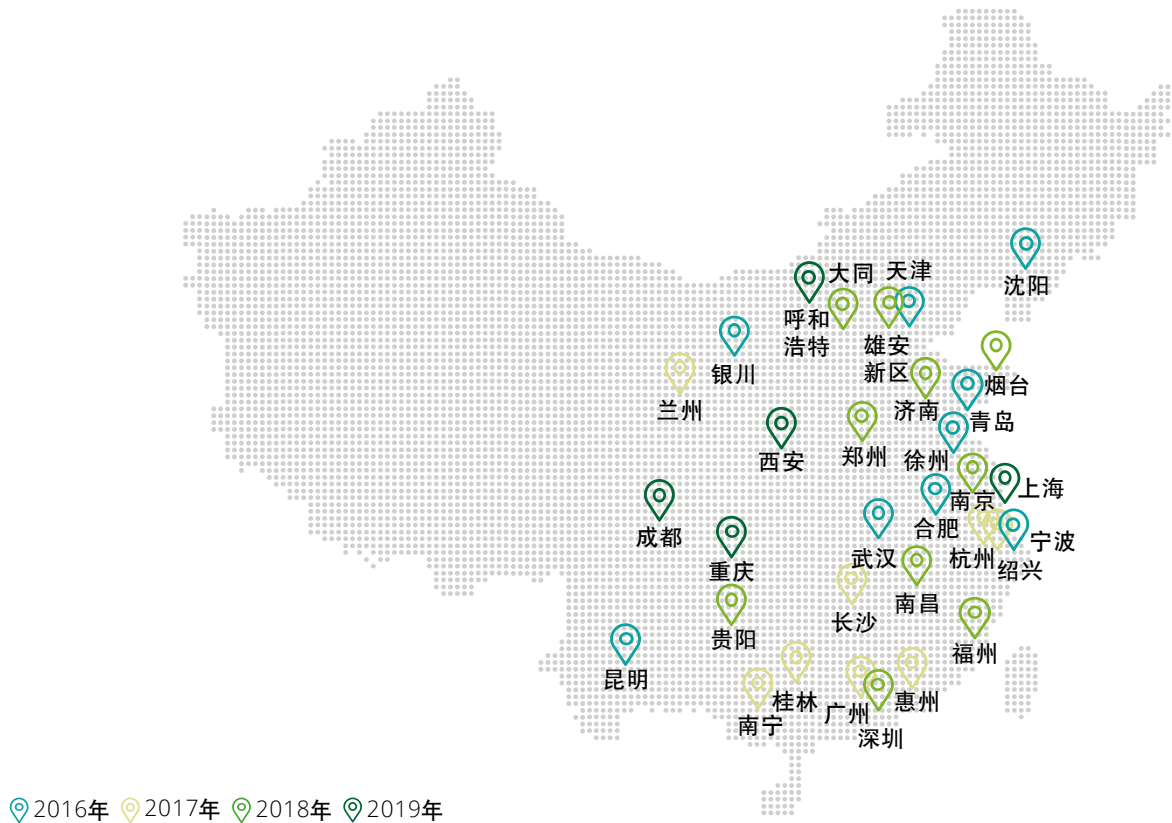
2010年开始，中国陆续出台智慧城市相关发展规划，进入智慧城市建设的探索发展期，并逐批公布试点城市进行建设和试验。在此期间的政策以规划方案、指导意见、项目管理方法等为主。初步探索阶段，逐渐暴露出信息孤岛、重复建设、千城一面等一系列问题。

2016年国家在“十三五规划”中明确指出，要建设新型智慧城市，智慧城市的发展重点从概念普及转向落地实施，国家层面陆续发布一系列智慧城市相关评估模型和国家标准，智慧城市领域的标准体系逐渐形成。其中，2018年颁发的《智慧城市顶层设计指南》统一和规范了相关单位在开展智慧城市顶层设计时的相关要求，明确了智慧城市顶层设计的概念范畴和实现过程，提出通过数字技术加深城市的智慧化是智慧城市发展的保障，与现实城市平行，构建“数字孪生城市”，通过数字孪生城市建设模拟，指导智慧城市建设。

近年来，我国走向智慧城市的步伐明显加快。其中，在诸多智慧应用里，智慧政务发展较为成熟。智慧政务使政府部门的运行实现数据化，简化其运作流程，便捷群众。政务云作为智慧政务的核心驱动力，在国家政策的大力支持下，已取得显著发展。根据中国信通院发布的《云计算发展白皮书 (2019年)》显示，2018年已实现全国政务云31个省级行政区全覆盖，地市级行政区政务云覆盖比例达到75%。同年，国务院发布《关于加快推进全国一体化在线政务服务平台建设的指导意见》，要求深入推进“互联网+政务服务”。2019年，已上线运行国家政务服务平台，联通31个省 (区、市) 和40余个国务院部门政务服务平台，接入地方部门300余万项政务服务事项，政务流程的优化再造和部门平台的互联互通使服务效率大大提升。

除智慧政府以外，部分城市也在智慧交通领域进行积极探索。智慧交通通过物联网全面感知交通运输的运行情况，利用大数据和云计算进行分析并做出合理的处置策略和管理部门调度策略，提高交通系统效率，减少交通事故的发生，保证交通安全。例如，济南市已实现市区路口信号灯优化配时，通过监控实时更新路况信息，进行拥堵数据分析，筛选出亟须治理的拥堵道路并预测治理后的效果。在杭州，智慧交通可帮助交警处理交通事故，摄像头等感知设备可以全局感知交通事故现场，并将采集到的信息传递到后端平台进行分析，平台做出合适的处置决策并推送给交警，实现警力的智能调度。

图3：部分地方政府颁布智慧城市相关政策及年份



在中央号召下，各地方政府也积极响应：直辖市中，北京、上海和天津，副省级城市中南京、杭州、广州等，地级市中合肥、银川、苏州等，及县级市中昆山、江阴、余姚等纷纷提出建设智慧城市，并相继根据各自的地方经济和产业优势在不同的侧重领域进行智慧城市的相关建设。

雄安新区作为一座崭新的城市，**智慧城市建设正在与城市基础设施建设同步展开**，形成新模式、新样本。雄安智慧城市主要布局**政务、民生、宜居、产业**四大领域，目前在多个领域推行并试点，开展智慧城市的应用场景示范：



雄安市民服务中心：雄安市民服务中心是雄安新区的行政机构，承担雄安新区的规划展示、政务服务、会议举办、企业办公等多项功能。为贯彻环保理念，雄安市民服务中心投运伊始就禁止燃油车进入，同时园区内无人超市、无人车已投入使用，全程贯彻“绿色、现代、智慧”的理念。



智慧环保：2017年雄安新区开启“千年秀林”工程，贯彻先植绿，后建城的绿色发展理念。在“千年秀林”中的1,200多万株树木，每一颗都拥有相应的二维码“身份证”，并运用大数据、区块链、云计算等技术建立智能平台，追溯并管理它们的全生命周期。



区块链：《河北雄安新区规划纲要》指出，要明确产业发展重点，超前布局区块链等技术研发及试验。目前，雄安新区已经在区块链应用方面付诸诸多实践。例如，“千年秀林”工程采用区块链技术监管造林资金，将参与植树的工人工资卡号关联至区块链平台系统，动态记录并掌握造林资金流向。此外，雄安新区管委会正式启动雄安拆迁安置资金管理区块链平台，这一平台将应用区块链技术，实现征拆迁原始档案和拨付拆迁资金的全流程管理，保障资金流向透明。

目前，雄安新区数字智能城市顶层设计已经完成，转入大规模实质性开工建设阶段。当前正在积极部署全域覆盖智能基础设施，包括城市物联网感知、通信基础设施、5G技术的全面覆盖和应用等。

未来，雄安新区将持续构建世界先进的城市信息基础设施，深入推进“城市大脑”建设，探索建立基于全面感知的数据研判、决策、治理一体化智能城市管理模式，为交通、安全、环卫等精细化管理提供瞬时反应、高效联动的解决方案。

苏州是国家高新技术产业基地，长江三角洲城市群重要的中心城市之一，在智慧城市建设、产业智能升级等方面，都走在全国前列。2012年苏州市政府颁布《“智慧苏州”规划》以来，苏州市进行了一系列的探索：



智慧物流：苏州工业园综合保税区是全国首家综合保税区，通过应用物联网技术、启用RFID电子车牌管理、视频监控系统查验智能化等手段，建立查验移动作业系统，实时采集和传输现场查验作业信息，及时录入查验结果，提高查验效率和质量，全面支撑智慧物流的发展。



智慧政务：苏州工业园区作为国家级经济技术开发区，拥有江苏省首个地理坐标综合平台政务专有云，园区电子政务专网覆盖400多节点，实现电子政务向云模式转移。园区拥有地理信息库、法人信息库、人口信息库三大数据库资源，涵盖多个部门，无缝对接邻近多个大机场、港口及多家航空公司，实现贸易模式自动核销、通关无纸化。



智慧管网：位于苏州市吴中太湖新城的综合管廊是第一批国家管廊建设项目，也是国家级重点工程。综合管廊根据监控的具体需求在合适的地点安装多种类型的传感器，结合BIM技术、物联网技术、移动互联技术、人工智能及大数据技术打造综合管廊智慧管理平台，极大方便了电力、通信、燃气、供水等市政设施的维护和检修。此外，该系统还具有一定的防震减灾作用。

银川市是我国最早开始智慧城市规划与建设的城市之一，先后部署了智慧安全、智慧政务、智慧交通、智慧环保、智慧医疗和智慧旅游六个模块，化解了一系列城市病，提升了城市管理水平，全方位提升居民生活水平。



智慧公交：为解决城市公共交通问题，银川市将空间地理信息系统与即时交通大数据结合，实现交通流量实时预判。除了便于市民查看实时公交信息的“掌上公交”APP以外，目前在银川市的快速公交站台均安装有LED显示屏，显示即将到站的车辆和距离，方便乘客了解公交车的运行情况。



智慧环保：目前银川市已安装了多套水、气、声在线监测设备，这些设备分布在智慧社区和重点企业，为环保大数据应用采集着原始数据。在城市中安装的在线监测设备24小时在线，实时采集传输着监测区内的水质、空气、噪音状况。数据信息最终通过银川智慧环保系统实现实时监测和数据分析。



智慧医疗：在银川市第一人民医院、自治区人民医院门诊大厅，身兼问诊、寻医、指路功能的智能导医机器人取代了导医台的护士，完成接待患者的功能；银川市肿瘤联合诊疗中心使用基于互联网大数据和人工智能技术的机器人医生，根据患者病情迅速给出一个或多个治疗方案，并提供相关文献出处和全球各地的成功病例供病患及主治医师参考。

1.3 5G网络为智慧城市建设带来新动能

1.3.1 以5G为引领的泛在传感通信网络成为智慧城市发展的重要基石

智慧城市的总体架构大致可概括为四个层面：**感知终端层、通信网络层、平台服务层和城市应用层**。通过技术手段对传统基础设施（例如水、电、气、道路、交通枢纽等）进行智能化及数字化的改造，获得可感知终端运营数据；通信网络基础设施，包含固网宽带、移动网络、物联网、专用网络等，作为信息数据传输的管道；数据平台基础设施，用于储存、交换和分

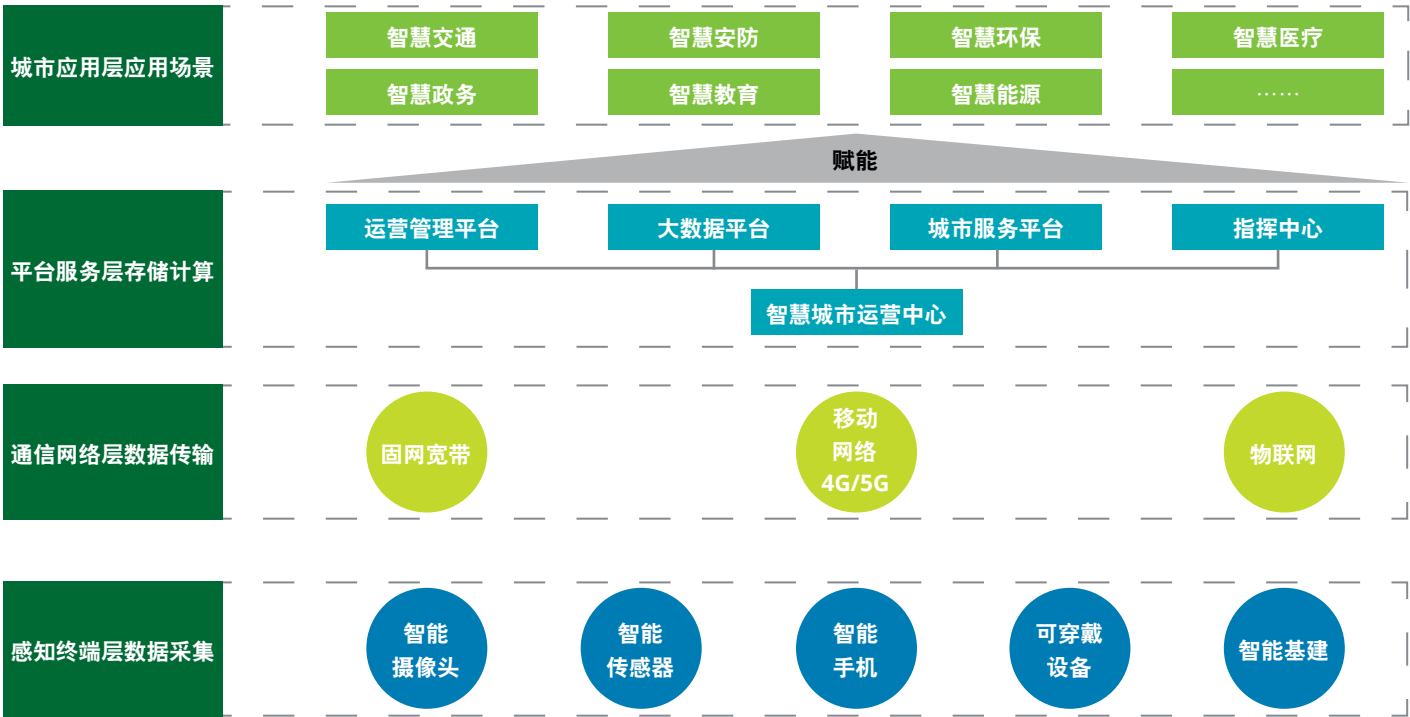
析处理数据信息，通信网络与云计算、人工智能等基础技术相互结合，可构建或优化大量通用技术，通用技术与垂直行业场景的结合，可赋能智慧城市下不同领域的应用场景。

从全球和中国智慧城市的发展进程来看，通信网络的部署是各国建设智慧城市过程中的重点之一。要实现智慧城市的诸多应用场景，终端数据采集、通讯网络数据传输、数据存储计算缺一不可。其中通信

网络作为连接数据采集端和处理端的通道，扮演着十分重要的角色。

随着物联网终端在基础设施中的大规模应用，海量数据正推动着当前智慧城市的建设逐渐深入，从早期的并行发展到目前的系统整合，仅仅依靠固网宽带和4G网络作为数据的传输手段日益难以全面支撑未来智慧城市场景的需求，表现在数据传输方式具有线路布设和替换成本高、灵活度低、无线网络带宽小、时延长等缺陷。

图4：中国智慧城市总体架构



以5G为基础所构建的泛在传感网络将成为智慧城市的基石，也是实现智慧城市万物智联，人、机、物深度融合发展的关键基础设施之一。5G超高速率、超低时延、超大连接特性，将全面支撑智慧城市的创新发展。同时，5G融合人工智能、大数据分析、云计算以及物联网等为代表的新一代信息技术，将全面深刻的改变城市生产、生活及治理等方方面面。

大带宽、低时延、海量连接

5G网络的部署对原有的通信网络的升级换代，可以满足更多智慧城市应用场景对于移动网络大带宽、低时延的要求，同时使得未来低成本的、小型的传感器海量连接成为可能，为大规模的城市数据决策和治理提供基础保障。智慧城市所产生的海量数据通过5G网络进行传输，并结合人工智能、云计算等新一代信息技术进行处理和分析，最终助力智慧城市各垂直领域和综合场景释放更大的潜能。

1.3.2 5G网络独具满足智慧城市多场景对网络差异化需求的能力

5G究竟能够为智慧城市带来什么？就网络本身而言，5G网络不是4G网络的简单升级，而是未来网络的迭代变革，以5G为基础的“泛在传感连接网络”承担着物联网、互联互通的纽带和桥梁作用，如同神经元一般通达城市各个区域，这也决定了其面对的需求将瞬息万变、更具多样性和个性化，因此以何种模式搭建这个“智慧城市之基”至关重要。

传统网络设备多是软硬件一体化专用设备，基于此构建的通信网络日益无法适应上层网络应用不断创新的需求。近年来，全世界运营商都在致力采用通用IT技术设备通过软件定义网络（SDN）和网络功能虚拟化（NFV）进行“网络重构”，打破网络设备软硬件一体化对网络建设的桎梏。

5G带来的万物互联和多样化的应用场景进一步推动了其核心网络向SDN化、虚拟化、云化、智能化的发展。与当前通信网络相比，5G时代网络架构的一个重大变革是**核心网采用服务化架构**，即通过NFV将核心网中网元进行软硬件解耦，实现系统功能软件化和硬件资源池化，从而使能5G网络根据需求灵活配置网络资源。

除了网络架构部署的变化，5G网络可采用切片技术和边缘技术，实现服务要求更贴近用户需求、定制化能力进一步提升、网络与业务深度融合以及服务更友好等特征，具备根据终端需求实现更灵活部署变更的能力。

5G通信网络代表性的服务能力



网络切片：是5G独立组网（SA）核心网建设的关键特征。5G网络切片技术通过在同一网络基础设施上按照不同的业务场景和业务模型，利用虚拟化技术，将资源和功能进行逻辑上的划分，进行网络功能的裁剪定制，网络资源的管理编排，形成多个独立的虚拟网络，为不同的应用场景提供相互隔离的网络环境，使得不同应用场景可以按需定制网络。5G网络切片技术可以为不同的应用场景提供相互隔离的、逻辑独立的完整网络，从而实现5G网络共享，节约宝贵的频谱资源，建设行业专网。

5G+网络切片，实现公网专用，为智慧城市不同垂直行业提供5G智能化专网解决方案



虚拟专网：针对业务需求与公网业务差异小或有临时需求的客户，通过共享公网的无线接入资源利用端到端网络切片等方式低成本、快速部署满足行业客户专用业务需求。



主要应用场景：针对媒体客户重大赛事转播时，可通过网络切片临时快速配置大宽带网络满足高清直播要求



融合专网：针对行业业务需求与公网有一定业务差异的客户，通过复用5G公网部分无线接入资源通过授权使用的频率资源，在网络侧，根据业务隔离和可靠性需求进行进一步定制的方案，满足行业业务SLA保障。



主要应用场景：医院、交通集散枢纽等，既有普通病人、旅客公网通信需求，同时针对医院、交通枢纽运营方，商户有特定专网需求，通过在终端下沉，实现用户数据分流；或通过物理和虚拟专网融合的方式满足差异化需求，比如设立独立的内部核心网，复用公网接入空口等。



物理专网：针对可靠性、私密性要求极高的行业客户，采用无线设备和频率专用的方式与公网数据完全物理隔离的行业专网，满足灵活定制、高可靠、高隔离性的相对封闭的行业应用专网。



主要应用场景：政府机构、工业园区通过设立独立网络设施实现物理专网



边缘计算

通过5G为基础的AI与边缘计算结合，搭建边缘智能设备的计算体系，海量数据属地处理，避免大量数据传送到核心网处理所带来的带宽浪费和延迟，形成功能层次分明、高效集约的云服务布局，实现智慧城市应用的集约建设、快速部署与敏捷响应。一方面，5G+移动边缘计算能够有效降低数据传输量，仅通过网络传输处理完成的数据信息，为应用使用方提供高清视频监控、AR/VR、车联网等应用的本地化快速处理分析，能更好地匹配用户诉求，降低访问时延。另一方面，依托5G网络优势，能够广泛采集智能终端数据，并在终端边缘通过人工智能技术进行信息分析处理，汇聚到相应数据平台，计算处理完成后，实现快速反馈。



时延敏感型业务（车联网、远程控制等）、大数据高处理能力需求的业务（视频监控与分析等）

通过内容与算力的下沉，构建有限的网络支撑，实现网络从连接管道向信息化服务使能平台的转型。



整合其他能力，为构建网络边缘生态奠定基础。

1.3.3 5G与多种技术打造边缘智能体系, 实现智慧城市协同智能

传统的城市智能主要体现在以垂直智能体系为主, 各行业及领域分散化、碎片化的智慧建设使得信息不互联、数据不互通, 容易形成信息孤岛、数据烟囱, 甚至“智能烟囱”。**随着5G网络的普及, 以及与大数据、人工智能、物联网、云计算等新一代信息技术的融合发展, 将打破传统智能的桎梏, 重构城市智能体系, 形成“端-边-枢”全域一体的新型城市智能体系, 即5G+末端感知智能、边缘计算智能、中枢决策智能。**

5G网络与AIoT (人工智能+物联网)、MEC (移动边缘计算)、IOC (智能运营管理平台) 的融合发展, 串联起“端-边-枢”分级智能场景, 赋能城市一体智慧。5G+AIoT 开启万物智联, 从需求场景出发, 辐射所有末端感知节点 (如摄像头、智能灯杆、环境监测设备等), 助力全域数据采集, 满足感知设备对网络能力的更高要求, 建立起互联互通、实时共享的城市“神经末梢”, 带来海量数据; 5G+MEC构建边缘智能, 以本地服务为立足点, 让“云”端AI处理能力下沉, 离本地数据更近, 形成云边协同的新型基础设施, 催生城市感知与城市智能的无缝连接。如视频监

控场景, 视频流集中在边缘侧实时处理, 与全部上传至服务器处理或者摄像头就地处理相比, 有效降低成本, 提升响应效率; 5G+IOC实现中心智能, 以数据融合应用为核心, 推动数据流通共享与交互协同, 创造价值, 孵化出各种创新应用。IOC作为智慧城市建设的核心和关键, 具备数据采集、存储、计算、挖掘、展现为一体的城市数据运营能力, 通过5G网络, 向下连接基础的端云底座, 向上承载开发的能力与应用, 为海量数据赋能赋智, 重塑城市智能体系。

5G 与其他技术实现整合实现智慧城市协同智能



人工智能 (AI)

城市的生产、居民生活和城市运营管理的智能化升级, 都对新一代人工智能技术、产品、服务及解决方案有着旺盛的需求。5G时代的到来, 可满足智能城市海量智能设备的并发接入需求以及设备之间虚实互动的毫秒级响应, 进而推动多场景AI应用落地, 真正实现万物智联。

在智慧城市的各个应用场景下, 以深度学习为代表的人工智能技术快速普及, 将机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理等AI 技术, 注入到智慧城市的泛在连接中, 推动城市管理者的管理决策科学化和公共服务智慧化。



新型物联终端和物联网

随着智慧城市建设深入推进, 除了电脑、智能手机、智能摄像头以外, 更多多样化的智能终端得到规模化的部署和应用, 例如智能机器人、智能电表、智能井盖、工业智能模组等。5G作为新一代网络的基础设施, 是万物智联的基石, 其广连接的特性将进一步提升智能终端的部署, 实现人与人、人与物、物与物之间的泛在连接。通过感知化、物联化的方式, 连接并收集到了城市中的各项数据和信息, 构筑了城市中庞大的末梢神经系统, 为数字孪生城市的建设提供坚实支撑, 助力城市管理者更为高效、精确的掌握并管理城市信息。



大数据分析

数据是未来重要的战略资源, 而城市中的智能终端传感器将会产生大量有价值的数据。5G大带宽、多连接使能数据采集、数据融合、数据建模、数据挖掘等大数据分析过程, 从繁杂冗余的城市数据中提取有价值的信息, 能够实现数据价值化并及时有效地辅助城市管理者进行科学管理与决策。



云计算

云计算具有弹性计算、按需计费的优势, 信息资源通过“云”能够被最大程度统筹和共享。通过云计算技术, 可将物理上分散的各个计算能力进行融合, 以最低的成本为城市数据储存及处理实现最高的效益回收。5G的大带宽会让云计算存储的数据量更大, 低延时会让数据上传更及时, 更大的负载能力使更多IoT设备连接到云上, 促进云边协同, 使业务更加高效。



区块链

5G万物智联带来了大量端到端的信息互换, 特别是大规模商业场景中的信息互换对安全性有更严格的要求。区块链底层分布式账本技术与5G融合, 可应用到信息认证、地址、标识等管理, 以及频谱资源共享等方面, 还可以改变未来网络的商业模式和体系架构, 实现从信息网络到价值网络的变革, 实现网络与信息资产的价值化。

2. 5G助力智慧城市应用释放更大潜能

2019年6月6日，我国5G商用牌照正式发放，10月31日正式商用启动。随着5G网络的建设部署、商用，利用5G网络的特点为垂直行业赋能，已成为智慧城市发展过程中最受关注的话题之一，同时也是5G网络的重要应用场景。5G网络可赋能城市治理、产业、民生等多个领域，在政策支持以及基础设施日益完善的基础上，各个领域的创新应用逐渐丰富，在交通、安防、环保、医疗等垂直行业已有较多试点项目进行试验，与5G网络的技术发展相辅相成。

图5：5G智慧城市落地场景

领域分类	落地领域	典型应用场景举例	所需功能
智慧治理	智慧政务	<ul style="list-style-type: none">重大公共应急事件处置政务服务一网通办人脸识别智能身份认证	
	智慧环保	<ul style="list-style-type: none">环境监测智能垃圾桶	
	智慧安防	<ul style="list-style-type: none">超清实时监控机器人巡逻无人机巡逻	
	智慧交通	<ul style="list-style-type: none">远程驾驶、自动驾驶高铁娱乐通讯导航AR辅助智能交通规划	
智慧产业	智慧电源	<ul style="list-style-type: none">电网实时监控能源智能分配电网远程维护	
	智慧物流	<ul style="list-style-type: none">自动化无人仓储系统无人驾驶运输无人机配送货品实时定位跟踪	
智慧民生	智慧医疗	<ul style="list-style-type: none">健康数据自动采集远程手术远程诊疗超级救护车	
	智慧教育	<ul style="list-style-type: none">沉浸式教学远程互动教学	
	智慧家庭	<ul style="list-style-type: none">家具互联、远程遥控沉浸式娱乐	

图例说明  eMBB  mMTC  uRLLC

随着智慧城市概念的不断传播、技术手段和基础设施的日益完备，智慧城市的细分应用场景愈发丰富，基本覆盖了政府事务以及城市民生的方方面面。本文选取了**智慧交通、智慧安防、智慧环保、智慧医疗和智慧治理**的五个贴近百姓生活、具有较为直观的用户体验的场景，具体分析5G如何赋能。

2.1 5G+智慧交通，提升交通安全与疏导效率

5G技术使得V2X等车辆与外界通信手段日益丰富，形成“云管端”一体化的通信、监管、决策网络以及新型交通架构，为智能交通新应用场景的实现创造有利条件并赋能。随着5G技术的不断升级，智能交通的落地场景也将逐渐从封闭或特定路段的远程控车和编队行驶向开放路段自动驾驶以及智能城市整体交通管控发展。

5G远程控车：远离危险场景，降低安全隐患

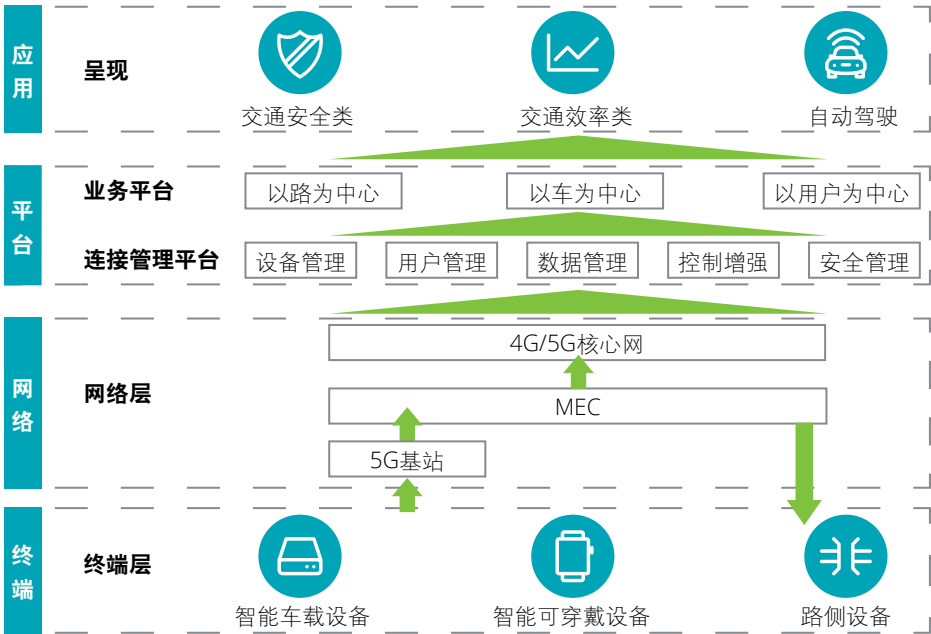
远程控车是5G的技术支持下的典型智能交通应用场景之一。通过5G网络将操控室与被控车辆远程连接后，驾驶员可以从远端的操控室远程操控车辆完成加减速、转弯、并线等一系列操作。利用远程控车技术，在矿区及灾害现场等危险环境，驾驶员无需亲临现场，只要在操控室对操作无人车辆即可将车辆驶入目标地点，完成任务，以免造成不必要的人员伤亡事故发生。远程控车要求车端图像数据能够及时传输到操控室，因此对上行带宽有较高要求。4G环境下，上行带宽通常在50Mbps以下，导致驾驶端展示的视频清晰度低且延迟较长——以北京、上海之间图像传输为例，传输延迟超过100毫秒，卡顿严重，具有较大安全隐患。

在5G环境下，上行带宽可以达到100-200Mbps，相同条件下的图像传输延迟可以被降低到30毫秒以下，增加了远程控车的可实现性。

5G编队行驶：提升交通效率，实现环保驾驶

基于车联网和初级自动驾驶技术，编队行驶功能可以使两辆及以上的车辆依次排

图6：5G智慧交通架构体系



列，以预设车距尾随领头车辆自动行驶。头车可为人工驾驶或人工辅助无人驾驶，跟随车辆则为无人驾驶，主要应用于物流车队在高速公路等相对封闭的路段上的行驶。编队行驶可以释放更多车道给其他车辆通行，优化整体道路使用情况，缓解交通压力。同时，在编队行驶的状态下，由于车距十分接近，车辆之间形成“气流真空区”，能够有效降低空气阻力，减少燃油消耗和二氧化碳排放，实现低油耗的环保驾驶。

物流运输货车装配车载摄像头、雷达等设备用以采集车内及周边环境信息，而车载单元（OBU）则帮助实现车与车之间和车与路之间的信息交互。车载5G终端将所获信息通过5G网络上传，后端监控平台基于这些实时信息做出决策并下发指令，辅助领头车辆驾驶员识别路况与操作驾驶。后方车辆则按照一定的秩序和规则跟随领头车辆在高速公路上自动进行同步加速、减速、刹车，转弯等操作。根据国内外厂商的测试结果，基于5G V2X方案中，前车和后车指令传输的端到端时延最低可以控制在5毫秒以内，而4G则难以达到同等时延水平。

5G自动驾驶：解放人工驾驶，提升出行体验

单车智能具有改造成本高、盲点多等局限性，C-V2X技术可以用来弥补单车感知存在的缺陷。通过在路侧布设摄像头、雷达、传感器以及路侧单元（RSU）更为详尽立体地获取周边车辆、行人及道路情况，并同车上OBU通信联动，形成车路信息协同，在路口汇车、视距碰撞等复杂紧急情况下向车载电脑进行预警，辅助其做出更为精准的自动驾驶决策和判断。与此同时，采集的车内路侧信息也将通过5G网络传输至后端，经由云平台处理分析后对车速、油耗和线路进行优化，最大程度改善行车效率。由于V2X技术可以将不同车辆接入统一云平台管理操作，同时路侧设备所采集的数据信息可以供多台车辆共享，因此可以降低自动驾驶的平均落地成本。

自动驾驶将需要将海量的数据进行实时传输，同时在车辆高速行驶的状态下需要对接收到的信息进行毫秒级的处理和操作判断，这些需求4G网络难以满足。未来，5G网络、单车智能与C-V2X相结合，将帮助车辆实现车路协同、视距和非视距防碰撞、安全精准停车，智能车速线路策

略等应用场景，真正达到自动驾驶的水平，极大提升市民的出行体验。

5G交通管控：完善交通体系，提高通行效率

城市道路将安装大量摄像头、微波与气象检测器、智能信号灯和电子路牌等设备用以获取路面积水结冰、雾霾雷雨天气、道路施工维护、紧急事故拥堵等实时信息，路侧单元与车载单元实行车路协同联动，将车辆与道路信息经由5G网络上传至智能交通管控云平台进行分析。平台会通过5G和C-V2X网络将决策信息再下发给车辆与行人，帮助交通部门实现恶劣天气和道路施工、限速、拥堵等情况预警、车辆违章行驶监管以及交通流量统一调度等功能。

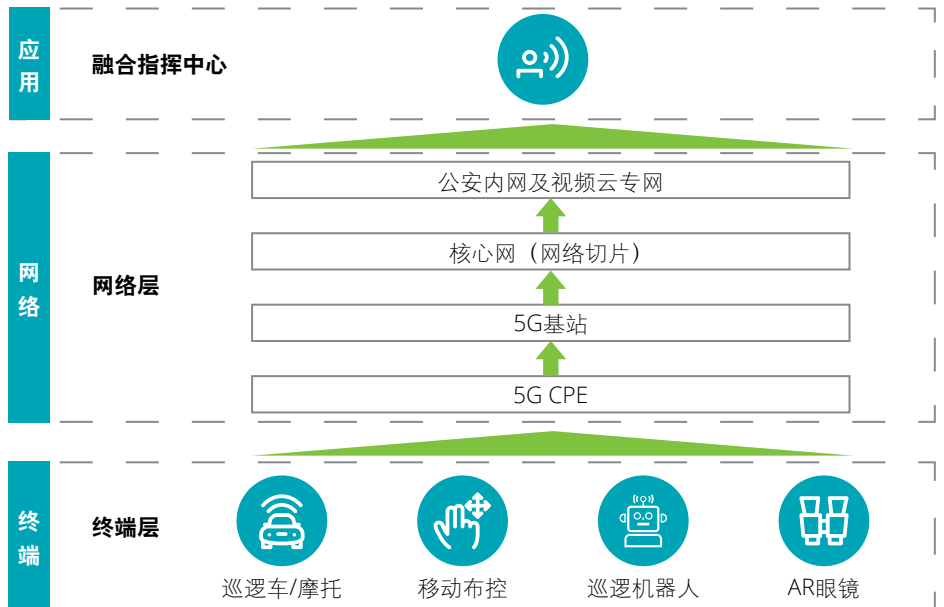
除此之外，智能交通管控所涉及的信息丰富繁杂、数据量庞大，统一的中心云平台在时延、效率等方面都较难满足需求。通过在路侧布设边缘云设施，采集的数据可以就近在本地完成处理和传输，大幅降低时延性，适用于对诸如紧急制动、安全停靠等业务进行快速决策，而中心云平台则主要负责汇聚各类信息，实现路径的整体动态规划、管控以及驾驶行为分析。网络切片技术则可将5G物理网络划分为多个虚拟网络，按照不同业务需求进行划分，以灵活应对不同应用场景。这些相关技术的运用都将显著优化智能交通管控系统，进一步保障出行安全、提高通行效率。

2.2 5G+智慧安防，全时空高效保障城市安全

近年来随着人工智能、VR/AR、高清识别等技术的发展，大规模布设于城市之间的安防监控设备逐渐变得更加高清化与智能化，而与之伴随的则是海量设备的联网接入并产生庞大的数据。然而，当前的4G网络并不能满足承载这些数据性能需求。

5G技术的大带宽特点可以满足超高清视频传输的需求，其低时延的特点有利于对无人机或机器人等移动巡检设备的远程操控以及应急事故的布控、指挥和处理，5G技术的海量连接特点则足以支撑

图7：5G网络切片助力打造安全一体的智能无线警务系统



诸如危险物品监控、重要物资监控等覆盖整个城市的立体安防监控系统。

5G安防巡检机器人：节省人力成本，维护公共安全

一个安防巡检机器人可以覆盖800-1,000米长的路段区域，并可持续工作7-8小时。机器人上装有云台摄像机、360度环视全景摄像机（6-7路摄像头）以及热成像设备，通过5G网络在机器人巡逻的过程中实时将多路高清视频与图像传回后方公安部门监控平台，并利用算法对于人脸与行为进行人工智能识别。此外，所拍摄的周边环境影像也将用以机器人自身行驶路线的制定，配合装配的激光雷达、GPS以及各类传感器，对于行驶周边的障碍物、人流等进行自动规避，完成自主导航巡检。在巡逻的过程中，机器人也可以实时与后方监控室或就近岗亭的警察进行移动语音对讲联动，辅助警方到现场处理突发事故或案件。

受益于5G网络大带宽、低时延的优点，公安部门人员将基于机器人上传的高清视频和图像对于周边情况做出判断，并通过5G网络将操作决策下发至机器人并对其进行实时操控。目前基于4G网络只能做到720P的分辨率，无法满足高清视频的回传和人脸识别的分析的需求。未来5G

部署完善结合安防巡检机器人的技术成熟，将为市民安全以及传统人力巡检成本带来极大的改善。

5G增强现实（AR）移动警务：智能警务装备，执法信息联动

AR移动警务以5G网络为基础，通过全新的AR与人工智能技术相结合的移动单警装备，例如移动警务终端、执法记录仪、移动车载以及警用穿戴设备等，与后台公安内部移动警务信息管理平台联动，为警务执法、打击犯罪、维护人民的生命财产安全提供了强大的技术支持。

新型的AR智能警务头盔和眼镜将代替传统的单兵执法设备，以执法人员的第一视角在真实空间中看到实时叠加的3D或全景的现场信息，并将采集到的高清视频及画面实时通过5G网络上传至中心云平台或边缘云服务器。而AI识别分析系统能够对上传的视频流和图片进行快速解析，提取出人脸与车辆等信息，并实时与行业用户业务系统中的各种数据库进行比对核查，识别出诸如危险可疑人物、违法违规车辆等目标。5G的大带宽、低时延性使AI识别的速度小于2秒，全面提升警务处理的效率和质量。

5G无人机安防：深入特殊地形，360°无死角巡查

无人机具备快速、高效、灵活的调遣能力，尤其在工作人员难以直接到达的特殊地点，无人机更可以充分发挥其机动性强的优势，快速抵达任务地点。目前通过WIFI加密控制的无人机大多仅能在视距范围内飞行，而接入5G网络的无人机则飞行范围更大，并且其信号较难被黑客干扰截获。目前无人机通过私有协议的数据链路进行通信限制了其只能做到点对点控制，而一旦无人机实现5G联网后，可以实现一个控制中心控制多台无人机，从而降低了操作人员数量及设备成本。

借助5G网络的大带宽，无人机可以传输高清摄像头拍摄的4K以上超高清视频，进而实现后续的人工智能识别等操作。现场所获取的图像和数据信息既可以实时回传至后方指挥中心平台，第一时间向指挥人员提供现场情况信息，也可以与地面指挥车相结合，实时将视频、图像等信息传送到指挥车大屏，并通过现场指挥车进行移动指挥。

2.3 5G+智慧环保，生态监管有抓手

环境的治理是国家实现可持续发展的重要基础。传统的环保监测手段在地域覆盖、时间频次上均有不足。而在5G成熟运用后，环保监管模式将进入新时代。

海量连接的特性使全市的环境数据资料可以同时汇集到环保部门的数据库，让部门统一全面的进行管理；大带宽支持高清影像信息的传输，提高了信息的辨别性，使采集到的环境图像信息更加有效；而低时延保证了即时的输送信息，方便相关部门及时做出反应。同时，5G的低时延满足了智能设备对于网络传输的要求，使无

人机 and 无人船等智能设备能够有效应用在实际的监测工作中，两种设备具有高机动性和全自动化的特性，管理人员足不出户便可得到全面、精确的监测数据。

5G水域监测：实现水域三维立体管理

2017年，全国城市黑臭水体整治监督平台认定的黑臭水体长度高达7,000公里，约为长江的150%。我国水污染防治形势十分严峻，智慧环保的应用刻不容缓。

监测水域需要对水域环境的信息包括水质、水域图像等进行定期的收集并分析。但一般水域范围较大，人工检测速度慢，部分死角无法触及，虽然现在已经有高机动性的无人机出现，但由于4G网络的局限性，对无人机的使用多是预先输入飞行路线，数据也不会实时回传，如果遇到突发情况难以应对，因此无法有效发挥无人机的作用。5G突破了4G的限制，高清即时的信息传输加上无人机和无人船等智能设备的高机动性，使智能设备能够代替人工进行实地作业，依托于无人机和无人船，管理者足不出户便可完成水域的空中、水面和水下的三方监测。

实际监测时，无人机可根据实际需求，搭载不同的摄像头得到所需要的影像资料；无人船的高清摄像头和水质检测仪可在水面巡航过程中采集分析水质信息并同步回传至检测平台；在水面之下，无人机可配合声纳得到水下地形地貌的信息，也可对水下的可疑问题进行定点排查，由此实现三个维度的立体化管理。5G网络的低时延和大带宽特性使高清图像能够实时回传，大大提高了管理者对无人机和无人船的精准控制，不仅增强了水域管理的智能性，也节省了大量人力物力，

使管理者对于水域的检测更加全面、即时、准确。

2.4 5G+智慧医疗，践行公平、可及、普惠的医疗改革

跟大城市相比，许多偏远地区的医疗服务质量并不理想，患者往往会跨省就医，随着人们医疗理念的提升，跨省就医数量呈增长趋势。根据国家医疗保障局发布的数据，2018年全国跨省异地就医住院费用直接结算132万人次，是2017年的6.3倍。跨省就医的患者家庭不仅要承担治疗费用，还要负担交通成本。人们渴望在居住地就能便捷的享受到优质的医疗资源的需求，是智慧医疗快速发展的强劲动力。

智慧医疗就是利用物联网技术，进行信息化，实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动。其中，远程诊疗基于低时延的高清影像传输技术，使医生能够远程为患者诊断甚至治疗，能够极大程度上解决上述问题。

然而，使用4G远距离传输720P或者1,080P的视频数据时，卡顿仍然较为严重，难以满足远程医疗场景的需求。而5G网络高速率的特性，能够支持4K甚至8K的医学影像数据的高速传输与共享，提升了诊断准确性，使远程高清会诊成为可能。高清低时延的数据传输和共享功能，延伸出如机械臂等相关的技术应用，和患者身处异地的专家，通过机械手臂，能够对患者完成远程诊疗的操作，免去患者跨省市的奔波，真正实现优质医疗资源的下沉。

此外，我国地域辽阔、人口众多、人员流动频繁、资源需求复杂的特点使得信息沟通和数据传输效率，特别是监控筛查

图8：5G智慧环保技术框架

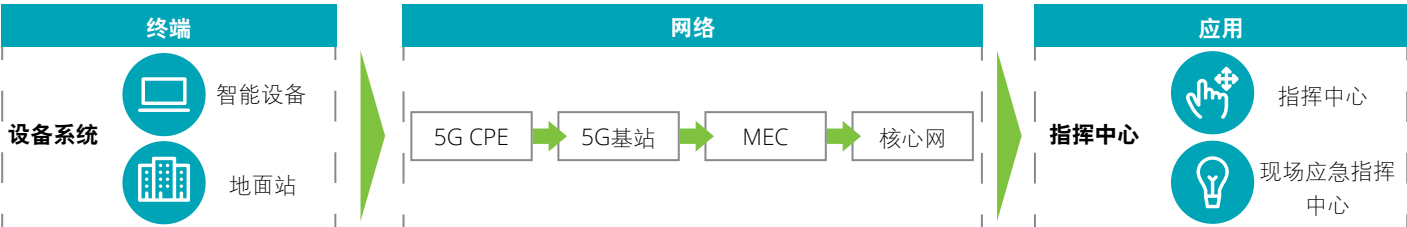
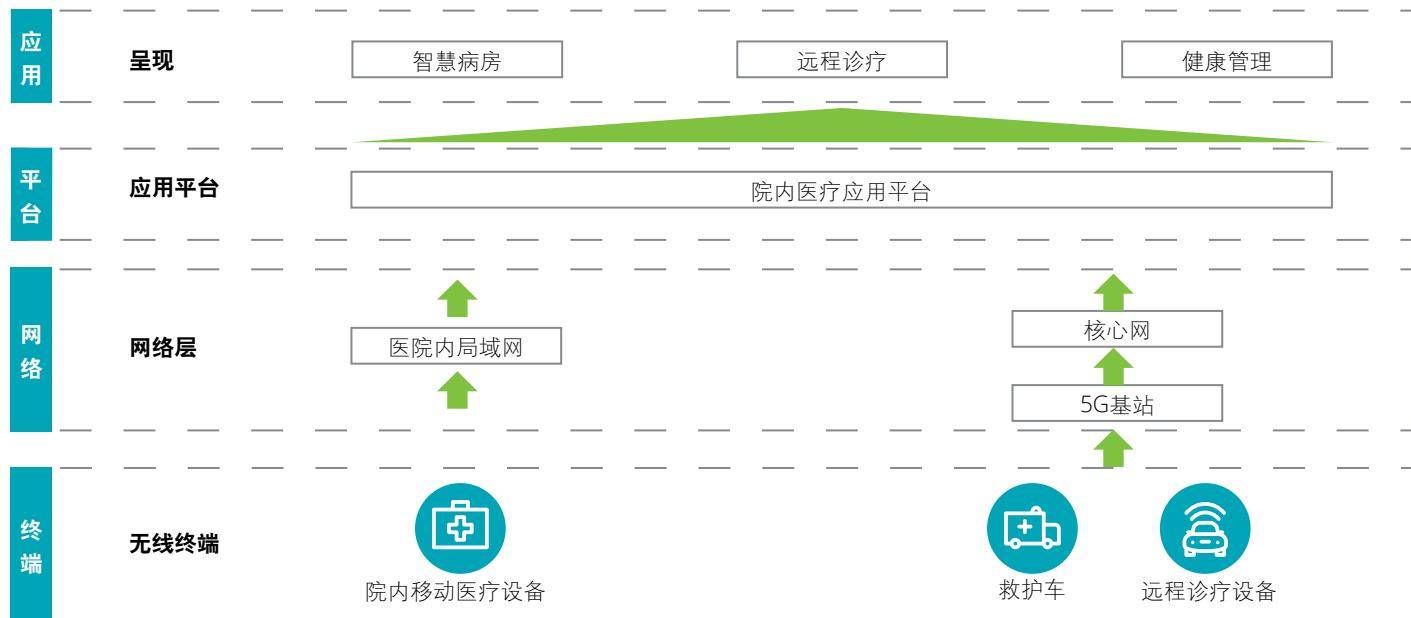


图9：5G智慧医疗技术框架



和病患诊疗的数据传递保障变得尤为重要。2020年年初爆发的新型冠状病毒疫情对我国重大疫情防控机制、国家公共卫生应急管理体系带来了严峻考验。相较于4G，5G网络利用其高速率、低时延、广连接等特点，再结合大数据、人工智能、云计算等通用技术，能够有效应对疫情防控治疗中的实时数据挑战，为抗疫各环节的筛查、诊疗提供新方法和新思路。

5G远程诊疗：打破医患之间时空的界限

医生在诊断和治疗的时候，不仅需要自身的医疗经验，还需要各种医疗器材进行辅助。4G的传输速度局限性，使医生无法远程操纵医疗设备和工具，也无法实时接收患者端高清的影像数据，因此远程诊疗无法落地。

例如，超声检查较为依赖医生的经验判断，一名患者腹部的超声筛查的动态影像数据高达2GB，4G网络下无法即时、高清的传输这些影像数据，而任何一帧的丢失都有可能造成漏诊、误诊的后果。2019年，5G网络的支持下，远程超声诊断已在广州市实现。患者面前的摄像头将影像传输到医生端，5G网络低时延和大带宽的特性使患者端影像清晰实时的展现在医

生面前，医生能灵活的远程控制机械臂，通过机械臂操纵检测设备对患者进行检查，低时延的特性使机械臂反应迅速，医生使用机械臂如同使用自己的双手。超声影像的数据信息清晰、流畅地展现在医生面前，帮助医生完成诊断。诊断过程耗时20分钟。未来随着5G的发展，远程会诊将会变得更加普及，会诊科室种类更加丰富。

远程手术的场景中，5G满足了手术对于网络低时延和大带宽的苛刻要求。医生坐在机器面前，接收患者端实时传送的高清视频画面，再远程操纵机械手臂，利用机械手臂远程控制手术刀等手术器具。手术中内脏的纹理和跳动的规律均可清晰、真实的呈现在远方的医生端。医生和患者仿佛处于同一空间。2019年，中国联通与北京、福建两家医院三方联合，依托5G网络，使北京医院的医生成功对福建医院中的一只小猪进行了肝小叶切除手术，这是全球首例基于5G网络的远程动物手术。

远程手术避免了患者的奔波，免去患者去外地就医时额外的花费，更为患者赢得宝贵的时间和生存的机会。

5G户外急救：抢救生命，争分夺秒

目前在大型活动现场往往会在园区布置多个医疗站点，如果有人突发疾病，可先在医疗站点进行初步诊断，再让救护车运送到就近医院进行进一步的诊断治疗。但是站点、救护车和医院之间对于患者病情信息需要进行对接，对于一些复杂的病症，可能还需要临时安排转院，容易耽误救治时间。

目前医院已经可以对急救车上的呼吸器监护仪的数据进行传输，但在4G网络下会有延迟；而在5G时代，可形成医疗点、救护车、就近医院、远端专家的多方联动，突破空间的界限，争分夺秒抢救患者的生命。

一旦有突发病情，医疗站点先进行现场救治，站点医护人员将患者影像信息传输给就近医院并让就近医院即刻调度120救护车接送患者去医院进行救治。原本呼吸器监护仪的数据传输会有延迟，但在5G的支持下可以优化延迟，同时还能连接更多的设备，如远程超声等，使患者在救护车上能够得到更加全面的检查。由此，救护车可向医院高清、低延时的传输

更多的影像信息，使医生在医院中便可全面了解患者病情，做好相应的接诊准备，并可利用救护车上实时传来的影像信息指导医护人员进行抢救。患者在到达医院后能直接进入下一步的抢救阶段。如果有需要，还可连接远端专家，让远端专家进行会诊和手术指导。这样不仅大大节省了抢救时间，也可实施更为合适的抢救方案。

5G疫情防控：精准监测，实时通讯，缓解隐患

当疫情涉及到传播范围广、传播速度快的病毒时，迅速识别人群中的病毒携带者是抑制疫情蔓延的关键，因此收集公共区域人群的体温数据、出行轨迹、密切接触记录等信息至关重要。相较于4G网络，5G网络的带宽可以满足海量高清影像数据和动态轨迹数据（包括4K热影像记录、动态出行轨迹、密切接触记录等）的实时传输，将视频及相应数据准确快速实时传送到指挥部大屏或云平台进行数据记录和监测，有效地提升了人员密集场所如机场、火车站等地体温测量的效率，并且避免了工作人员和被测人员直接接触，降低交叉感染的风险。

严重疫情下，负责转运确诊患者的救护车网络面临巨大挑战，而高清远程诊断设备及各类医疗移动检测设施可以实现确诊患者在转运环节的及时诊疗。5G的高带宽、低时延和移动性能可以确保各环节通信信号的稳定和诊断数据的即时传输。搭载了4K高清视频监控设备的转运车可将高清影音视频、患者体征数据实时回传至指挥部，必要时，指挥部还可启动与转运

车及医院专家的三方5G远程视频会诊，实现院前急救与院内救治的无缝衔接。

2020年初爆发的新型冠状病毒疫情防控中，全国各地派出数以万计的医护工作者支援武汉，以缓解一线人员紧缺的情况，然而长时间近距离的接触和治疗患者的同时，也对医护工作者的身心健康带来较高的风险。利用5G技术和智能机器人的结合，可以在导诊、消毒、清洁和送药等工作中为医护工作者减轻工作压力，并降低安全隐患，同时也有助于将有限的医护资源从繁重的日常消毒清洁工作中释放出来，投身于其他需要人工干预的复杂看护工作中去。

2.5 5G+智慧治理，政府处置重大应急事件的智慧工具箱

随着城市化发展进程不断加深，公众在公共服务、社会治理、公共安全等城市治理方面意识不断提升，对城市管理者精细化治理、服务和监管能力也带来了更多样化的诉求和挑战。特别是当发生如重大疫情防控、抗险救灾、反恐防暴等重大公共应急事件时，作为城市治理中的特殊场景，如何在有限的时间内实现快速、高效、安全、公开、公正的事件处置和维持城市正常服务，考验政府管理者的智慧和能力。

在帮助政府重大应急事件响应和处置方面，5G及其与物联网、大数据技术相结合催生的泛在网络设施，能够将重大公共应急事件下的物理城市，通过数字孪生技术转化为细致和全面的大数据，包括动态

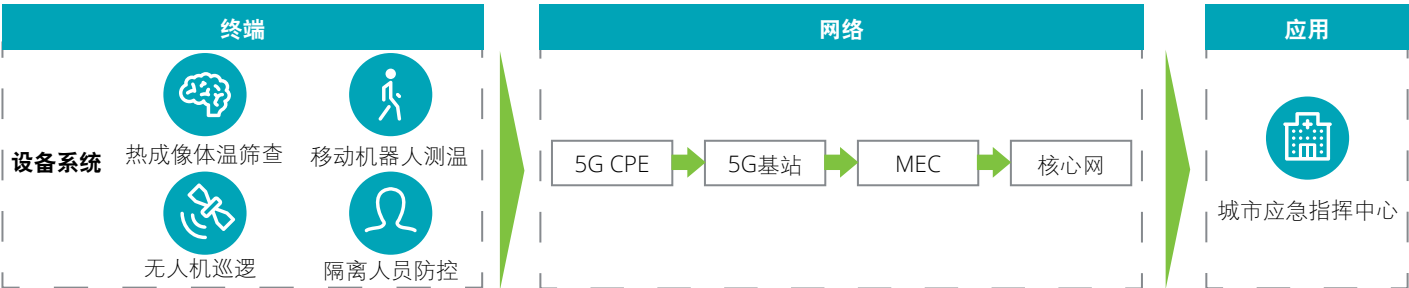
数据和静态数据，政务数据和社会数据，历史数据和推演数据。以数据为驱动，为政府应急指挥中预测预警、智能研判、应急联动和辅助决策注入更多智慧。另一方面，5G与云计算、AI等其他新兴信息技术相结合在疫区等高风险场景中，通过人工智能设备等数字信息化技术手段替代传统依赖工作人员实地处置的工作，通过“数字抗疫”“数字抗灾”等新兴方式降低工作人员风险，提高处置效率。

另一方面，5G大宽带的特性赋能众多在线应用，助力政府在重大应急事件下，实现城市正常服务保障居民正常生活，如政务一网通办、在线视频会议、在线教育直播等

5G 城市应急管理：依托城市5G泛在网络，提升应急事件处置能力

新冠病毒导致的肺炎在武汉爆发以来，由于其高传染性，疫情短时间内在全国蔓延，而疫情爆发又正逢人口流动频繁的春运，叠加效应给整体防控工作带来严峻挑战。疫情的防控需要快速排查城市中潜在病患，进行隔离管理，同时各类排查数据需要快速汇总到城市应急指挥中心，进行分析研判，制定进一步处置策略。以5G为基础的城市泛在网络，能够快速对城市全面感知，实现疫情态势监测、事件预警；通过数据共享，提升跨区域、跨部门、跨领域的协同处置能力，以及突发事件响应速度和处置效率，推动城市应急管理从被动式、应急式向主动式、预警式城市管理模式转变。

图10：5G重大疫情智慧防控技术框架



5G+热成像人体测温信息化技术，有效解决人流量大、周转快的公共场所传染性疫情筛查，筑起疫情防控第一道防线。地铁站、机场、火车站等公共场所，因为人流量大，依靠传统人工测温效率低，反而容易导致排队形成人群集中，不利于疫情防治；同时，防疫人员测温时，近距离接触潜在疑似病患也增加了防疫人员风险。

5G+热成像人体测温这种解决方案布放简便，非接触，快速通行，在一定时间内减少重复检测，提高筛查效率，降低工作人员风险。另外，凭借5G大带宽特性，可将视频及相应数据实时快速传送到大屏或城市应急指挥云平台进行数据记录和监测通过云端大数据管理，一旦发生群体性感染事件可以“追溯”。

5G泛在网络产生的疫情大数据为疫情的追踪溯源、路径传播、发展模型预测等工作提供了极大的便利。

5G 社区治理管控：通过灵活部署无线高清视频监控、安防巡检机器人，有效实现

疫情防控能力下沉到社区，协助社区工作人员做好隔离人员防控管理

武汉新型冠状病毒导致的肺炎病情潜伏期长，一旦出现疑似病例需要在固定场所内进行长时间隔离排查，在疫情较为严重的区域，出现整个街道、小区成为隔离区；同时因为疫情的严重性，全国多个城市实行小区封闭式管理，做到内防扩散，外防输入，要求人员减少外出，管控外来人员进入。此种情形下，依靠传统社区工作人员巡查，人工监管费时费力，很难及时掌握辖区防控、隔离人员生活情况，且工作人员频繁与疑似患者接触也增加安全隐患。

5G无线高清视频监控解决方案通过高清摄像头+5G CPE（固定无线接入设备）或者是内置5G通信模组的高清摄像头，发挥无线布放简单、带宽大优势，能够在方舱医院这类临时搭建的医院、社区隔离控制点、道路隔离控制点等区域快速部署，提供实时、流畅、高清的视频画面，方便相关工作人员及时了解隔离防控情况，隔离人员生活需求，安全有效保证隔离效果。

通过部署**有无接触式体温筛查、远程可视化指挥功能的智能巡检机器人**，对隔离区内人员体温实时检测，体温超标人员数据后台传回预警；对人员外出没佩戴口罩进行提示能够高效率、灵活布控、安全可靠完成隔离区域日常管控工作。

5G城市云服务：城市应急事件下，保证城市服务和居民生活的正常运转

普通政务一网通办，依靠5G+云服务，区块链等技术，打破政府不同部门壁垒，实现数据共享，保证数据安全，实现企业、居民在特殊疫情时期足不出户办理业务，为国家疫情防控提供有力支撑。

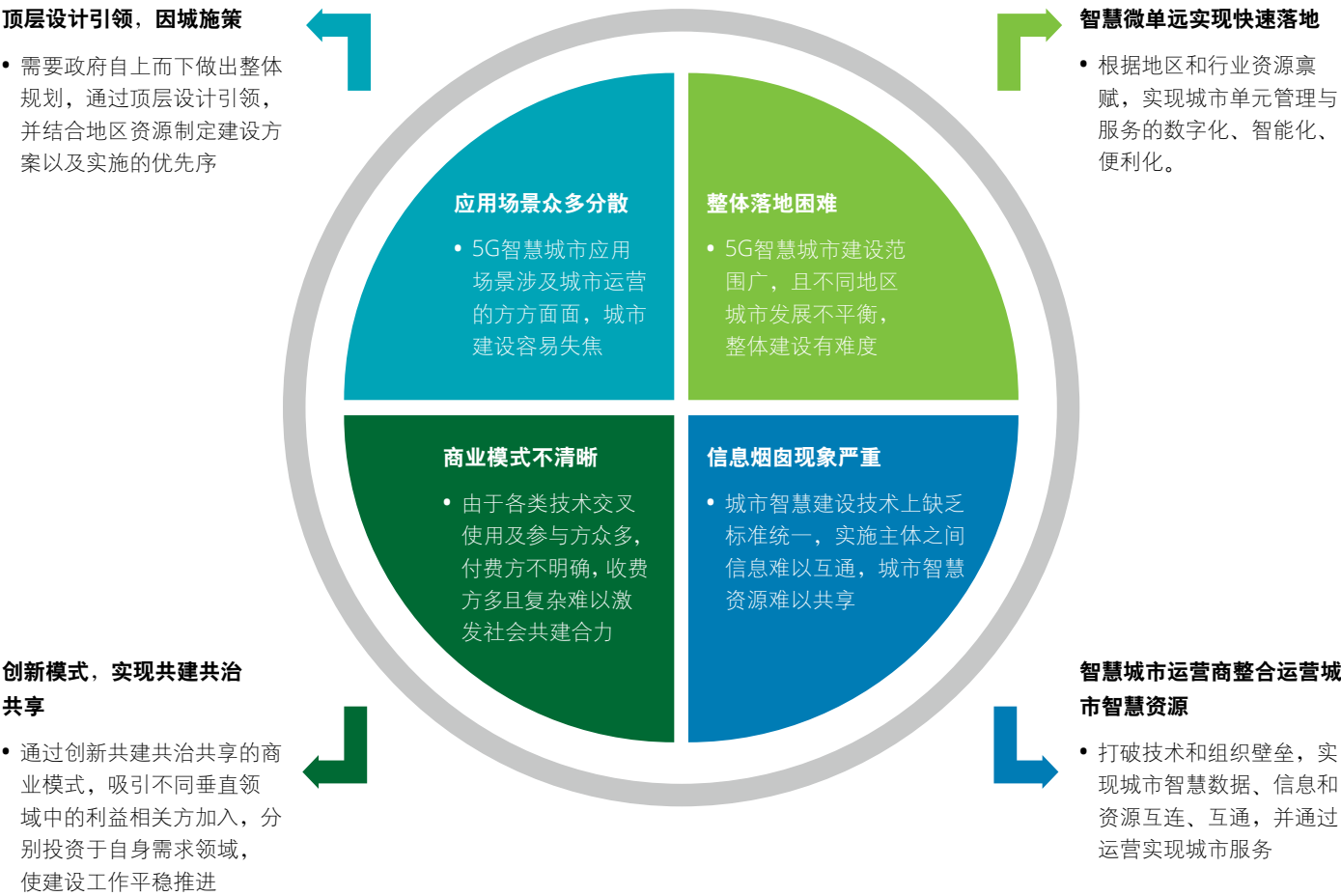
在线视频会议、在线教育直播，依靠5G及5G网络灵活部署，满足应急指挥部署、企业远程办公、学生在线课堂互动等不同场景下对网络资源的需求。

互联网医疗，依靠5G网络的远程问诊、远程会诊、线上诊疗、图文咨询、信息上传等服务阻断居民在特殊时期因正常就医到医院可能出现的接触风险。



3. 5G元素智慧城市建设的主要挑战及实施路径

图11：5G智慧城市建设主要挑战



3.1 应用场景众多、分散：顶层设计引领，因地制宜

新型智慧城市覆盖了包括经济、交通、安全、教育、生活、环境等6大城市功能领域，每个领域下的细分市场在技术创新发展层出不穷。另外，由于智慧城市建设内容范围广，涉及行业领域多，不同部门及地方政府需要制定出台与自身相关的规划政策。

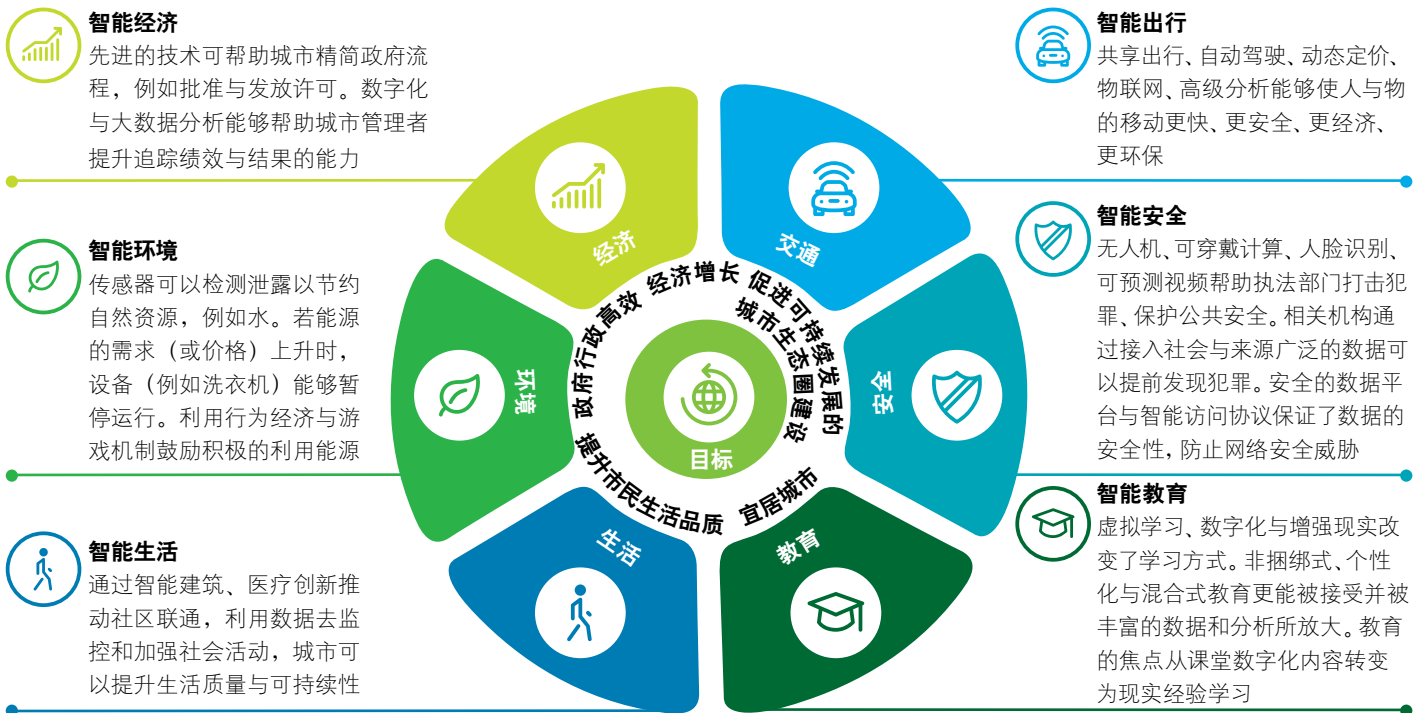
但是在各地推进应用场景落地时，有的顶层设计不清晰，城市建设目标不明确；有的照搬其他地方的智慧城市建设方案，没有实际解决自身需求和城市特色匹配，导致重复建设，造成资源浪费，**城市建设失去焦点。**

针对上述问题，需要政府自上而下做出总体规划，明确智慧建设的总体目标，**顶层设计优先，引领场景落地；另外，在不同区域，因地制宜，因材施教，结合各**

区域现状、资源及需求痛点，制定建设方案以及实施的优先序。

顶层设计指统筹考虑项目各层次和各要素，追根溯源，统揽全局，在最高层次上寻求问题的解决之道，方能有效避免数据孤岛、重复建设、可扩展性不足以及缺乏政策指引等潜在问题。智慧城市建设由政府牵头作为智慧城市的总规划师进行顶层设计，应该考虑如下几点关键要素：

图12：智慧城市涉及城市功能领域



明确目标：开始建设智慧城市之前，需确定智慧城市建设在不同阶段的具体内容和目标，并制定各阶段的进度框架以及验收标准。只有明确目标并设定项目进度规划，才能使建设不偏离轨道并有效率的执行。

发展生态系统：虽然政府部门是建设智慧城市最利益攸关的参与者，但是在传统的政府孤岛中运作对政府的财政及运营压力都十分巨大。5G场景下的智慧城市需召集众多相关方共同参与解决方案的设计，因此，政府、各大企业、科技初创企业、学术界和非营利机构等参与方建立合作伙伴生态系统。

统筹技术架构和标准：智慧城市所需的技术和场景都是多方面的，政府应在技术基础层面进行统筹和整合，包括系统架构、数据治理、技术互通性和网络安全等方面进行管理，统一规划核心架构，统一规划落地方案，统一数据技术标准。

政策引导，清除建设障碍：智慧城市建设涉及众多利益相关方，需要政府通过政策的引导来协调各方的利益，减少智慧城市建设驱动的冲突。以基站入楼问题为例，由于5G频率更高，信号穿透力不如4G，部分情况下需要在建筑物内安装基站。然而，城市物业的所有者不同，对基站入楼的接受程度也不一样，运营商想要将基站布设在楼内，往往需要与数量众多的业主进行协商，且往往需要支付一定费用。而通过顶层设计，政府可以预先分析基站入楼的需求，并通过指导性政策等方式帮助网络及其他设施部署扫清障碍，加速基础设施的落地。诸如此类的利益冲突可能广泛存在于不同参与方之间，政府的顶层设计有助于识别和环节潜在问题并针对性的制定和推出相对应的政策进行支持。

智慧城市应从顶层框架的设计做起，以360度的思维布局智慧城市，并利用科技提升城市运营成果。在顶层框架方

面来看，城市管理者需要奠定基础三个目标：提高经济竞争力、促进城市发展的可持续性以及提升市民生活质量。在经济竞争力方面，吸引并留住企业劳动力，促进创新创业，以及公私部门参与提供服务和融资为首要目标；在可持续性方面，节约能源和自然资源，资产回收利用与减少排放是智慧城市的共同愿景；而在生活质量上，改善健康，安全和教育，创建运营效率，以及更好的公民服务是智能城市不断进步的驱动力。

智慧城市顶层框架中，涵盖了交通、经济、环境、生活、教育和安全六大领域，具备智能化、自主化、融合化、实时化、普遍化和开放化六大关键要素，使城市更加融合与一体化，更好的相互协作、实现价值最大化，引领城市未来发展。

图13：德勤智慧城市理论框架



区别于传统城市，智慧城市凭着六大关键要素帮助城市管理者实现科学决策，精细管理，快速响应，提升城市竞争力：

智能化：智慧城市中人工智能代替人类做决策。目前人工智能技术已在金融、医疗、安防等多领域实现技术落地，且应用场景也愈来愈丰富。未来在智慧城市中，人工智能将更进一步通过大数据分析等技术手段代替人类进行决策。

自主化：智慧城市中，各类物体不通过人类操控独立运作，同时能在物与物之间形成互联，如智能摄像头、智能路灯等。分布式的数据使得万物智联自行运作成为可能。5G+人工智能的运用使得物体能够通过分析其收集信息，根据场景定制相适应功能。

融合化：智慧城市中，通用技术层面各技术相融合，具体应用层面新型技术与具体场景相融合，从而达到一加一大于二的效果。

实时化：智慧城市中，信息、决策到行为能够随时对环境变化进行响应，从而大大提升效率，解决传统城市中的滞后问题。而5G的实施部署之后时延问题将迎刃而解。

普遍化：智慧城市中，信息可以随时随地被收集、传输和应用；万物也可以透过5G网络互联互通。

开放化：智慧城市中，信息开放共享将成为常态，人人均可以轻松获取共享的信息。

3.2 整体落地困难：智慧城市微单元实现快速落地

5G智慧城市的规划固然需要自上而下，注重顶层设计，但也应该考虑到不同条件、不同发展程度的地区所处的特殊情况，进行因地制宜，因城施策的建设规划，具体落实时也应自下而上，由点到面地推进。由于各城市单元对于智慧化的需求和就绪程度不同、5G智慧城市模式有待验证、投资压力需要分散等原因，在顶层设计规范好的框架指导下分优先级地自下而上分头建设，是5G智慧城市建设推进较为稳妥的方式。

因地制宜，根据各地、行业资源禀赋，构建“智慧城市微单元”，打造智慧城市标杆和示范项目。“城市微单元”是城市区域视角上的一个单元，楼宇、园区、社区、街区、小镇等都可以视作城市单元，功能上几乎具备城市所能提供的所有基本要素，但相关利益方少，能够最大程度上推动新一代通信技术、智能技术的高度集成应用，通过融合业务、数据、技术能力，实现城市单元管理与服务的数字化、智能化、便利化。

打造“城市智慧微单元”，需要考虑以下方面：

根据城市单元需求不同进行差异化建设

城市各单元对于智慧化的需求存在差异，人口和产业密集地区会最大程度获益于智慧城市的发展，而人口相对稀少的地区则对于智慧化没有迫切需求。同时，5G智慧城市建设的推进对于城市单元的资金实力、技术能力、基础设施布设程度、管理水平以及对5G智慧城市本身的理解和接受程度均有一定要求。当城市单元存在旺盛需求，且已在上述方面就绪时，5G智慧城市建设才能平稳、顺利、高效地推进。然而，城市内的不同地区、产业发展速度各异，难以做到需求和条件同时就绪。此时，按照需求和条件分轻重缓急，在不同城市单元间分头逐步构建5G智慧城市，就成了合理可行的建设推进方案。

不同行业特点采用不同模式发展

当前5G智慧城市发展尚在早期，各个垂直领域中的创新应用场景的众多概念和商业模式提出未久，有待进一步落地验证后再进行大范围推广。由于不同行业具有各自的特点，在各领域智慧化发展的过程中对于5G的需求和痛点也各不相同。这需要网络建设方与不同的行业参与方进行合作研究，有针对性的开发合适的解决方案，而不能盲目的套用旧有经验。因此，根据行业特点，自下而上的推进智慧城市建设，不但能够有效降

低大规模部署面临的风险，同时也能对后续其他应用领域的推广发展探索适合各行业领域的模式，建立标杆和榜样。

智慧产业园区

新时代智慧产业园区发展趋势与特征：一是万物智联，基于5G+IoT 技术实现人、机、物深度连接与融合，万物智联，连接无所不在；二是数据驱动，物联网作为物理园区和数字园区的连接器，实时收集海量数据，实现数据的量变和质变，数据成为超智能园区发展的基石；三是虚实融合，以数字为基础，在网络空间构建与物理世界相匹配的孪生园区，形成园区人员、物理世界、数字空间“三元结构”的泛在式信息物理系统，彻底实现虚拟与现实的融合交互。四是智能驱动，通过人工智能、数据智能、机器智能等智能技术的加持提升园区运行效率，降低运营成本，对园区运营进行决策和治理。

新时代智慧产业园区的内涵和价值：5G智慧园区是人、机、物深度融合产生的一种高级园区发展形态。它基于5G、人工智能、区块链、云计算、边缘计算、大数据、物联网等新一代信息技术，具备超高速、大容量的信息通信网络，拥有多维感知、数据驱动、智能决策能力的园区大脑，可与实体空间精准映射、智能交互、虚实融合实现数字孪生，进而为园区运营商、企业和员工提供全天候、全要素、全场景的个性化和精准化服务，可有效改善园区的运营效率和体验，实现园区降本增效和可持续发展。

图14：城市智慧微单元-智慧产业园区主要落地场景



图15：城市智慧微单元-智慧社区主要落地场景



智慧社区

新时代智慧社区发展趋势：一是社区发展日趋聚焦人本化、生态化、数字化三大价值坐标；二是未来社区与数字社区相结合，从垂直信息系统向整体数字化、可视化模式演变；三是未来社区创新应用场景不断增长，如邻里场景、教育场景、创业、建筑场景、交通场景、低碳场景、服务场景、治理场景；四是产业化和生态化协同发展，生态、绿色、产业相结合的社区将大行其道。

新时代智慧社区内涵和价值：以人文、智慧、服务为理念，突出高品质生活主轴，以人本化、生态化、数字化为价值导向，以和睦共治、绿色集约、智慧共享为基本内涵，以5G、大数据、物联网、人工智能等技术手段为支撑，以“产业智能化、管理高效化、服务人文化、生态低碳化”为目标，统筹各类服务资源，构建未来邻里、教育、健康、创业、建筑、交通、低碳、服务和治理等应用场景，打造具有归属感、舒适感和未来感的新型城市功能微单元。

3.3 商业模式不清晰：创新模式，实现共建共治共享

智慧城市建设投资规模大，商业模式不清晰，无法有效激发社会共建合力。5G智慧城市市场落地建设投资可以归纳为网络部署和围绕场景的IoT设备及解决方案部署两类。

网络部署指5G核心网络、基站等的建设。5G的频率高于4G，传输速率更高但覆盖半径更小，因此基站建设密度比4G更高，数量将是4G基站的2-3倍。2018年我国4G基站总数达到372万个。由此推测，使5G达到当前4G的覆盖范围，基站数应在千万量级。假设单个5G基站成本为60万元，5G基站建设总投资额或超万亿。

除基站外，还需要有配套设备和软硬件对数据进行采集、传输、存储、处理。不同场景对于设备及软硬件的需求不尽相同，所需的前期投入也有所不同。



公交自动驾驶：公交自动驾驶的建设主要包括公交车的改造和后台管理平台两部分。将一辆普通公交车改造成可自动驾驶的车辆，改造成本最高近百万元。未来如果考虑技术成熟带来的规划化影响，预计单车改造成本可降低至约5~8万元，根据统计年鉴，2018年末上海市公共汽电车共约18万辆，假设60%实现自动驾驶改造并搭建配套信息管理平台，总投资将高达近百亿元。



街道安防巡检机器人：安防巡检机器人的管理平台软件和配套设施随机器人共同打包出售，一套约为20-40万元。安防机器人最为常见的应用场景是人流密集的商圈。要在一条1,000米长的商业街实现全天24小时巡检，需要安置两个巡检机器人。以上海市覆盖59平方公里的十二个商圈为例进行测算，在主要商业街进行全天巡检，大约需要4,000个机器人，投资额高达近20亿元。



水域监测：空中、水面、水下三方立体监测所使用的监测设备包括空中无人机、无人船、水下无人机、控制系统和挂载等，整套设备的总价超过300万元。以上海市为例，若要实现每月对超过4万条河道、近2.8万千米的水域进行全方位巡检，至少需要23套监控设备，投资总额超过6,000万元。



远程超声诊断：有机械臂的彩色超声诊断仪价格约为300万元，超声室内部署5G基站成本约为80万元，总成本约380万元——而这仅是单一科室的投资金额。

由此可见，众多智慧城市应用场景的落地均面临较高的前期资金投入，仅靠单一企业或政府部门承担压力较大，如何构建创新的投融资模式是当前面临的挑战之一。

另外，智慧城市相关产业链较长，参与者众多，且包含财务回报和社会隐形价值回报等，导致商业模式设计困难，建设过程中谁投资、谁回报以及如何回报的问题不清晰，无法有效激发社会共建合力。

付费方不清晰：智慧安防、智慧环保等场景具有公共事业属性，主要用于服务市民生活、提升城市环境，场景的主要受益者为城市居民。然而，由于服务是在一个相对广阔而开放的环境中提供，难以针对单一市民准确量化其在何时、何处使用了智慧城市服务，以及使用了“多少”服务，从而难以直接对使用者进行收费。这种情况下，通常需要由政府或相关单位承担前期投资。虽然政府可以通过税收等间接“收费”的方式向广大受益市民收回成本，但一方面税收的调整也存在难度，而且同样难以做到用者付费，不用者不付，容易产生争议；另一方面，即使通过这种方式，投资回收周期仍然较长。

收费方多且复杂：由于投资体量大、部署的基础设施类型较多，智慧城市建设通常由多方共同完成。各方之间合作模式多种多样：既可能不同地区的建设由不同企业牵头负责，又可能同一地区的不同类型基础设施由不同企业负责，还可能两种情况兼有。以自动驾驶为例，两个相邻城市内5G基站可能由两家运营商负责建设，路侧单元和传感器可能由各自城市的交通管理部门负责建设。如此一来，当一辆轿车跨市自动驾驶时，产生的费用可能需要在上述四个单位之间进行分配——采用何种方式、何种比例进行分配就成了一大难题。

智慧城市的建设涵盖了城市的各个行业领域以及生活的方方面面，每一个不同领域的建设都是庞大复杂的系统工程，同时涉及的参与方众多，投资规模巨大。如何高效的推进智慧城市建设进程，除了需要完善的顶层设计头筹规划，还需要梳理合理的商业模式，确保建设过程中所需资金得到充分保障，各利益相关方的建设职责与相应的回报清晰明确。

通过创新共建共治共享的商业模式，吸引不同垂直领域中的利益相关方加入，分别投资于自身需求领域，将极大缓解政府的财政压力，使建设工作平稳推进。此外，由垂直领域参与方直接投入并产生相应收益，也进一步带动其建设和运营的积极性。

寻找多元化价值来源

智慧城市建设的融资来源可能以债权或股权的形式来自公众或私人领域，具体取决于项目未来的现金流量。传统由政府买单的建设模式无法支撑新型智慧城市巨额的投资体量，应探索更多创新模式，积极引入各类资源，以政策及经济收益吸引各类资金共同建设。基础设施投资可以直接从项目中产生价值并获取回报，也可以间接产生价值例如相邻区域的土地价值增加，以帮助政府获得间接性的回报。政府应从多方面寻找价值来源并设法将其变现，以用来支持其为特定项目或项目未来支出所需要的资金。

根据不同应用场景设计不同商业模式

在早期的智慧城市建设中，政府独资模式最为普遍，其主要原因在于智慧城市建设需要各领域进行数据资源共享以及协作，特别是政府以及各事业单位之间。例如在医疗领域，单凭企业无法推进各大医院的医疗数字化，即便各个医院已经实现医疗数字化，说服医院将医疗数据向企业共享也存在较高难度，因此只能由政府主导项目的推进。该模式更适用于财政资金充沛的领域，或者涉及重大公共利益的领域，如公共安全、公共交通等项目。同时，此类项目还需要政府配备专业人员以应对后期维护可能产生的问题。

图16：智慧城市建设众多参与者



政府与企业合资或合作建设的模式目前也开始兴起，政府将智慧城市基础设施建设以及在基础体系基础上实现的应用项目特许经营权授予项目公司，由项目公司负责投资、融资、建设运营该工程，期满后资产无偿移交给政府指定单位。此模式优势在于对政府的出资要求不高，政府与企业充分协调，在帮助企业在此期间能够实现盈利的同时也促进了城市的发展。

未来智能城市建设将呈现多种模式并存的局面，其原因在于政府将面临较大的资金压力，而社会资本及众多企业的参与则会减轻政府财政压力。同时，相较于企业来说，政府缺乏对具体项目的运营管理经验、专业人才等资源，而企业在提供资金的同时，还能在这些方面进行加强和补充。各级政府应通过颁布规划政策为企业参与创造良好的投资环境，促使企业参与程度进一步加深。



3.4 信息烟囱现象严重：智慧城市运营商整合运营城市智慧资源

智慧城市1.0建设主要体现在以垂直应用场景的智能为主，而在建设中，设备和系统往往由不同厂家提供，系统标准链接不统一，不同系统之间数据难以联通，造成各行业和各领域的信息不互联、数据不互通，形成信息烟囱，甚至“智能烟囱”。另一方面，目前城市智慧化信息发展过程中，很多项目以政府部门主导建设，由于体制原因，不同政府部门、事业单位难以打破各部门、单位之间的壁垒，数据难以实现共享。由于条块分割、信息独享等制度性障碍，政府的数据资源基本用于部门业务流程的内循环，数据库之间相互分离分散，没有互联互通，政府内部没有形成一的政务数据资源库。政府各部门数据源头多样、结构各异，且各自平台相对独立，信息孤岛普遍存在，造成数据应用效果不太理想。

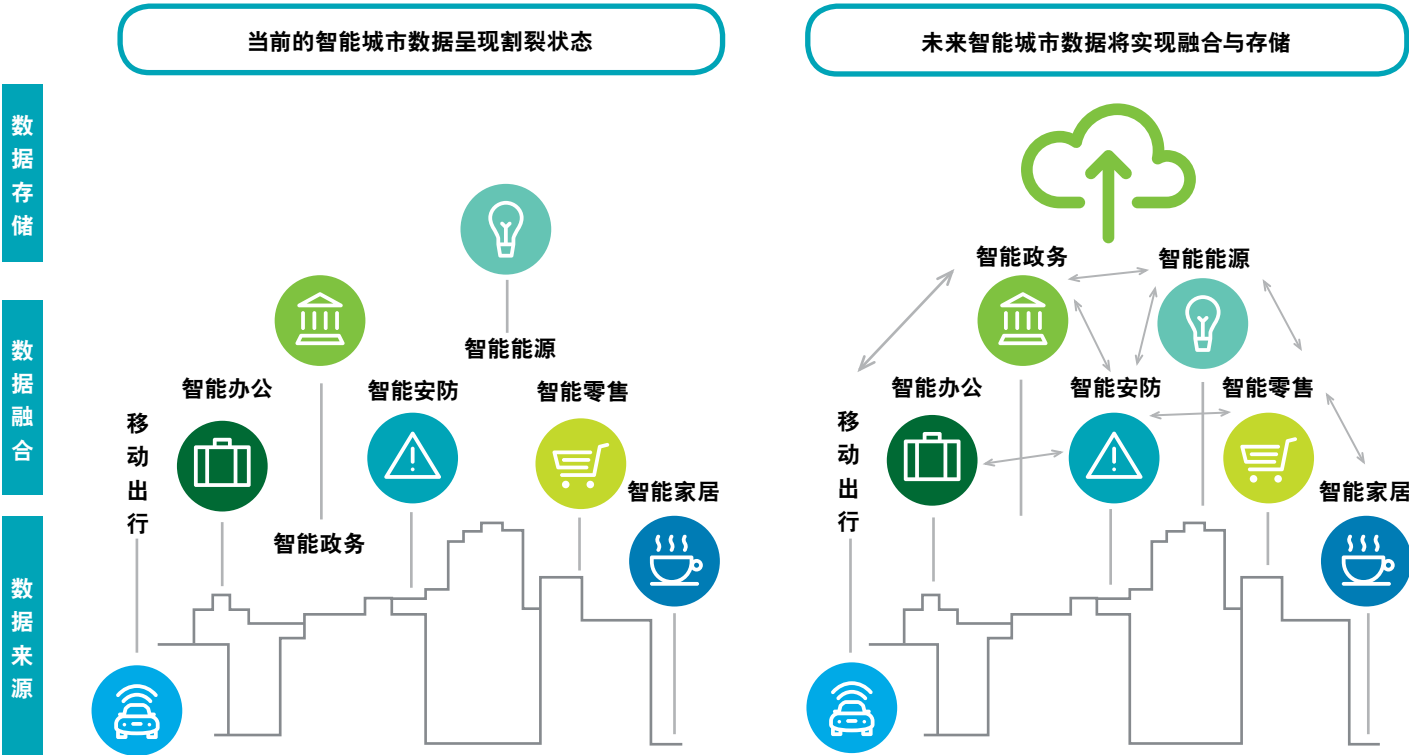
此外，政府数据与社会数据融合不足，政府数据开放度有待进一步加强；政府对社会数据的采集机制尚不健全，政府使用社会数据资源创新智慧城市应用的能力尚显不足。

技术方面，目前大多数城市尚缺少统一的评估标准来指导，由于不同系统之间的联系复杂，难以实现信息共享，在城市建设方面，由于城市各系统的独立建设形成很多信息孤岛，尽管数年来收获了大量的数据积累，这对智慧城市基础数据库的建设非常不利，并且这种现象也阻碍了城市部门之间的沟通协调，从而行政分割、管理分散的现象越来越突出，在构建起包含城市所有社会要素的一体化服务模式建设上很难形成合力。因此，如何解决城市的信息协同和有效管理问题一直是当前智慧城市建设的挑战。

智慧城市运营商是城市资源赋智整合者、运营服务生态建立者、市场化运营主导者，是以“资本+技术”方式，从“规划、融资、建设、运营”等流程上，支撑智慧城市建设，弥补政府在专业人员支持、资金投入、科学规划、管理和运营经验等方面不足。

智慧城市运营商首先要实现城市资源的数字化，一方面将已有资源数据进行整合，对未实现数字化的资源进行数字化。其次，明确基于城市资源的链接路径，从已有政府信息资源的整合，到城市IOT资源，再到融合城市数据资源。第三步，利用城市的数据资源，基于城市运营平台，实现各个专业运营服务生态的接入，提供To C、To B、To G的运营服务。

图17：未来智慧城市数据将实现整合



5G智慧城市的建设及发展离不开各种技术的支持，其中以5G、大数据分析、人工智能、物联网、空间信息技术等为代表的核心**通用技术**均已取得关键突破，同时，结合特定垂直领域的需求所开发出来的**专用技术**创新也在不断发展。智慧城市的建设初期缺乏统一规划，技术标准与数据接口不一致，容易造成数据孤岛、重复建设、技术融合难等问题。若要使各种技术在智慧城市场景中真正发挥作用，还需要将各类通用技术贯通融合，并在此基础上进一步创新开发针对特定领域的专用技术。**城市运营商在整合城市智慧资源时，第一步应该考虑如果通过5G实现技术的融合。**

通用技术融合

通用技术的融合是指将两个或以上的核心底层技术如5G、人工智能等相结合，要求不同技术能够互相支持和调用，从

而发挥彼此的最大效用。以智慧城市最为典型的技术架构举例，终端层基于物联网技术感知和采集数据，网络层基于5G网络对数据进行高速、可靠的传输，服务层基于边缘计算和人工智能技术在边缘侧对数据进行处理并形成决策信息，最终呈现给城市运营商，这样数据就形成了一条端到端的完整链条。这一链条上，每个环节都需要能够调动其他环节，并对其他环节的反馈做出反应，最终整个系统的执行效率和效果很大程度上取决于各环节之间的协同程度。通用技术的融合与协同，需要在智慧城市的各类场景中通过试验和实践反复磨合才能实现。

专用技术创新

专用技术的开发是指在底层技术的基础上，结合特定垂直领域的需求开发相应的特定应用技术。例如，我国主

推的车路协同自动驾驶方案中，核心技术C-V2X就是基于蜂窝电信网络的车辆通信技术创新，确保机动车能够与外界进行快速、稳定的信息交换。这一技术将在5G和边缘计算落地后具备应用条件，推动自动驾驶和其他智慧交通场景落地。又如，无人机检修和救援场景中，4K超高清图传技术是5G无线通信技术和无人机技术的结合，使无人机能够充分利用5G网络的大带宽和低时延优势，实时向控制端传送高清图像，从而使更加精确的远程操控成为可能。只有与专业技术相结合，底层技术才能发挥出最大价值，更好地服务垂直领域。

技术的融合与创新相辅相成，同时出现。解决了新技术应用的难题，5G智慧城市才能真正从概念走向落地，为政府、企业、市民带来价值。



4. 5G时代运营商角色的思考

智慧城市的建设涉及多种基于5G的全新应用场景，而在这些场景中需要融入多种不同的技术及基础设施建设，客观上要求智慧城市的投资者具有较强的综合能力。在这样的背景下，专业化的城市运营商应运而生，以深入的系统化思维、完善的规则框架和统一的标准体系

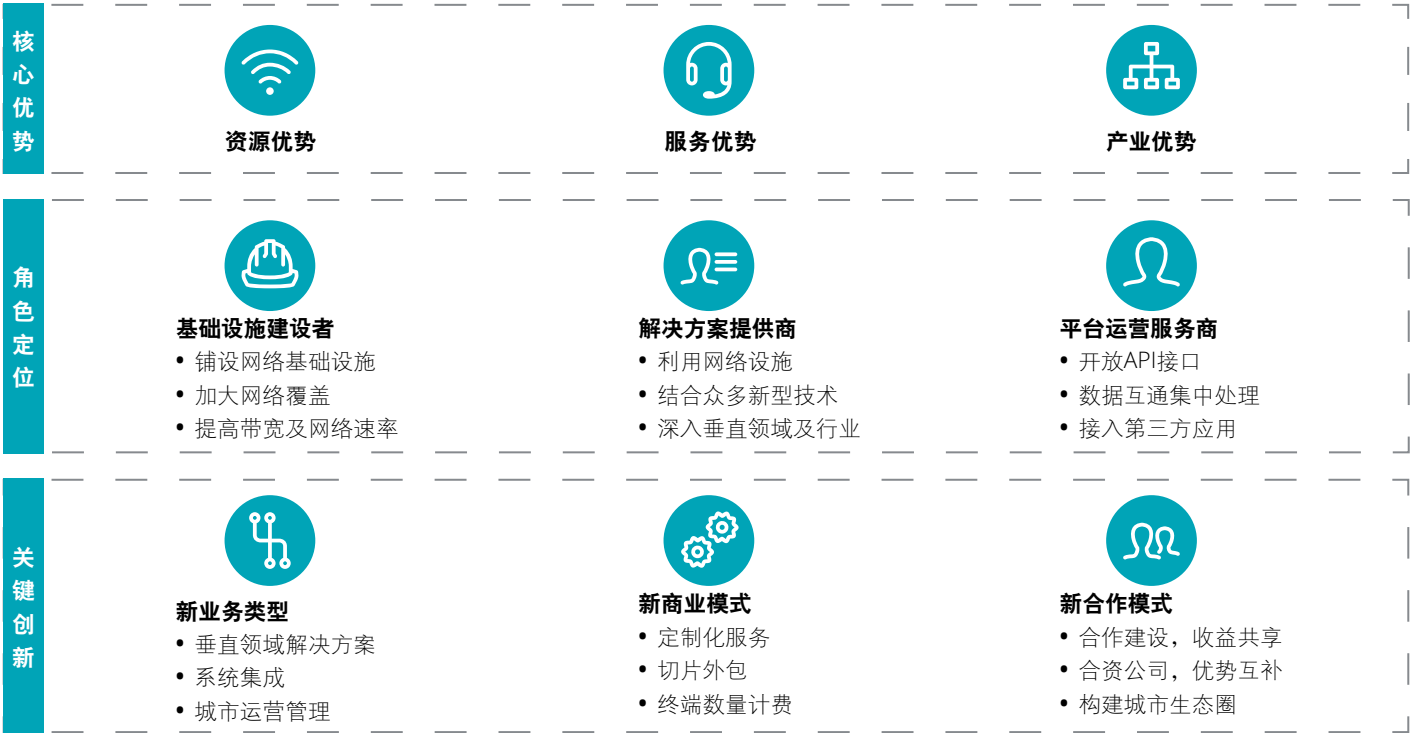
来协助政府对城市进行管理和运营，实现智慧城市的可持续发展。

电信运营商依托其5G 通信网络资源的关键能力、大数据、云计算服务的天然优势，逐步将城市的各种智能设备连接起来，构建了统一高效的物联网平台，

在智慧城市基础建设中发挥着不可替代的重要作用。

在提供高效的基础网络设施和连接服务同时，电信运营商与智慧城市生态中的合作伙伴一起共同承接智慧应用的开发和建设，通过搭建生态环境，构建共建共治共享的新格局。

图18：5G时代运营商的思考



4.1 5G时代运营商的独特优势

电信运营商作为国家通信网络基础设施的建设者，长期致力于推动国家经济社会信息化进程，为各行各业的“互联网+”融通发展提供有力支撑。电信运营商在推动智慧城市发展方面具备得天独厚的集成优势：

优势一：电信运营商具备庞大的网、云、数等资源能力、优秀的资源整合集成能力，安全规范、经验丰富的运营能力。

5G网络建设：5G网络作为智慧城市的基础设施，是实现城市万物智联的重要基础，为智慧城市大数据的采集和传输提供管道。而电信运营商是网络的建设 and 运营方，具有天然的资源以及网络运营管理优势。

边缘云部署：未来智慧城市产生的数据量与日俱增，城市管理者和各领域用户对于海量数据信息的实时性需求也随之提高。边缘云可作为中央云在网络边缘

的延伸，能够有效解决带宽资源浪费和延时过长等问题，高效地处理城市中实时产生的海量数据，帮助用户更快更及时地做出决策。边缘计算设施能够部署在基站附近或内部，与基站共享土地、电力等资源，因此运营商在边缘云部署的成本和效率上占据优势。

大数据：电信网络是一切基于互联网产生的数据信息流通的渠道。智能终端普及后，城市居民的衣食住行几乎无所不

在互联网上发生，由此产生的海量数据能够准确刻画出用户群体的特征。而随着智慧城市深入发展，基于物联网技术的万物智联逐步实现，城市中人和物产生的海量数据将汇聚一处，产生巨大的商业和社会价值。基于上述网络和边缘云技术设施，运营商将在海量数据的采集和处理上占据先机。

优势二：服务能力

电信运营商作为通信网络的服务提供者，拥有覆盖全国各省、市、县庞大的专业服务团队，可提供全方位、全天候的专业服务。此外，电信运营商服务对象不仅涵盖普通消费者，亦具备服务政府及企业客户的服务经验。同时，经过多年来的培育及锻炼，电信运营商的服务团队保密意识强、具有服务重大活动的经验和能力，可确保客户IT系统安全、稳定运行。

优势三：产业优势

近年来电信运营商一直致力于推动各行各业转型升级，紧跟产业互联网发展步伐，聚焦政务、医疗、教育、旅游、双创、制造等热点领域，相继成立了产业互联网子公司，并在全国范围内持续推动项目落地。以中国联通为例，其在青岛港携手爱立信、青岛港和振华重工成功实现了基于5G连接的自动岸桥吊车控制操作、抓取和运输集装箱，这是全球首例基于5G网络覆盖，在实际生产环境下操作远程吊车的实践。在江西，农业孵化基地深耕“互联网+农业”领域，扎实推进中国联通农业信息化产品的研发和一体化运营，深度参与政府智慧农业顶层设计，为全国“三农”提供统一的创新型信息化产品研发、运营和支撑服务，助推农业产业转型升级。在贵州，旅游孵化基地围绕“旅游+信息化”构建基地旅游行业核心竞争力，推动“旅游大数据+旅游信息化系统集成+旅游行业运营”三大业务纵向发展，打造核心产品“旅游大数据系统平台”并在全国推广。

4.2 智慧城市建设中运营商的角色定位

新技术的迅速发展和智慧城市建设进程加速为电信行业带来了重大的发展机遇。面对日益丰富的场景需求和快速增

加的智能终端设备，运营商需要抓住机遇，明确自身角色定位，充分利用资源，为智慧城市各参与方提供优质服务。此外，电信运营商在各省市区均设有分/子公司，对于各地方的网络部署情况及产业发展特色具有更深入的掌握和理解，有利于作为政府的参谋者因地制宜的提供智慧城市的规划设计工作。

4.2.1 智慧城市网络基础设施建设者

智慧城市的建设是建立在万物智联的数据信息通信的基础之上的，因此通信网络将会是智慧城市最重要的基础设施之一。电信运营商则是智慧城市建设中提供通信网络的重要角色，而5G的推出则加大网络覆盖率，提升带宽，保证公共事业和民生对于网络的需求，为智慧城市各种应用的稳定运行提供保障。

4.2.2 智慧城市解决方案提供商

在未来随着5G网络逐渐实现人与人、人与物、物与物的泛在连接，为移动数据采集、传输与处理奠定了基础，5G网络将成为物联网发展的推动力。运营商利用其网络基础设施，结合云计算、大数据以及其他技术，将通信网络与下游应用结合，与垂直领域参与方进行合作，便可以为行业内的用户提供智慧城市应用场景的解决方案。

4.2.3 智慧城市平台运营服务商

智慧城市涉及居民生活和产业经济活动的方方面面，只有实现城市信息整合共享、数据开放、集中监控、多部门协同指挥，才能将智慧城市的优势最大化地发挥出来。将各城市微单元打通后，智慧城市的运营管理工作复杂程度将远在单一单元的管理之上，此时可设立智慧城市运营平台，并由运营商对其进行专业化运营管理。

运营商通过开放API接口，将运行在5G网络中的智慧城市第三方应用接入智慧城市平台，为其开放网络资源、数据信息及其他运营服务。例如，该平台可以将智慧交通领域下的车联网应用接入平台，同时将原本搭建在平台上的公共交通数据信息进行交互，一方面增加了交通管理部门管理公共交通所需要的数据信息来源，另一方面也为车联网应用提供了

汽车定位、行车速度等提升车辆运行效率等方面的数据信息。

4.3 智慧城市建设中运营商的关键创新

4.3.1 新业务类型

5G网络新时代智慧城市顶层设计：当前以5G、人工智能、边缘计算等为代表的新一代信息通信技术蓬勃发展，各类新兴应用快速涌现，导致智慧城市顶层规划滞后成为较为普遍的问题。电信运营商政企部门与各级政府联系紧密，电信运营商依托在5G网络建设、5G场景应用等方面的先发优势，可全力支撑政府、地产商等智慧城市以及城市微单元建设者，提供面向未来、具备高度前瞻性的5G智慧城市顶层规划。

5G+垂直应用领域解决方案：5G智慧城市的落地将会催生更多创新应用和业态，使产业对于定制化的解决方案需求更加强烈。5G的部署特点和与边缘计算深度结合的趋势使得运营商未来将会有更多机会为企业用户提供垂直领域解决方案。运营商通过成立智能城市研究院、5G创新中心等机构部门，以及并购、成立合资公司、战略合作等方式补充在垂直领域的专业能力后，能够基于自身的网络技术和数据优势，开发5G定制化解决方案，为政府和企业提供“5G网络+解决方案+管理”的一站式服务。

数字孪生城市运营管理：5G商用使得面向未来的泛在传感连接和数据传输网络走入现实，进一步推动城市累积数据从量变到质变，在感知建模、人工智能等信息技术取得重大突破的背景下，城市进入万物智联时代，数字孪生城市成为建设新型智慧城市的一条新兴技术路径，成为城市智能化、运营可持续化的前沿先进模式。电信运营商可综合应用BIM、大数据、云计算、人工智能、三维可视化等技术手段，整合城市微单元空间数据与物联网感知数据，连接政府、企业和居民，打造统一的数字孪生城市运营管理平台，全面感知城市运行状态并及时为运营者提供决策建议。总之，电信运营商可作为智慧城市平台运营服务商，以数字城市运营管理平台为核心，向政府和企业提供智慧城市及城市微单元运营、支持和维护等增值服务。

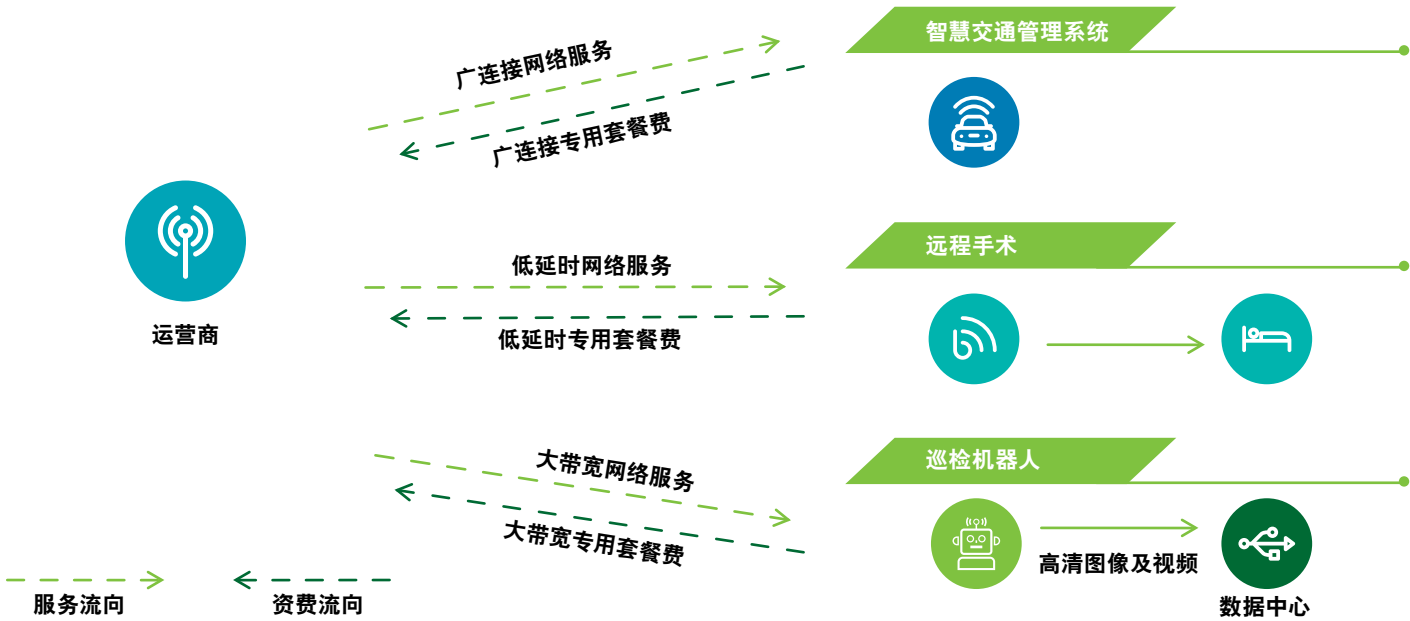
4.3.2 新商业模式

在3G和4G时代，运营商对于移动网络服务的收费模式较为单一，采用流量计费；5G新技术的成熟为运营商带来了更多商业模式创新的可能性和必要性。

差异化服务：5G时代，NFV、SDN和网络切片技术使得运营商的服务及收费方式有了更多可能性——除了流量用量以外，还可以按**场景、时段、区域、带宽、时延、设备连接数量等多维度**为客户提供差异化的服务，并基于各种不同

维度的排列组合对服务进行收费，一方面满足了客户的定制化需求，一方面也将5G网络价值最大化。

图19：5G时代运营商差异化服务模式

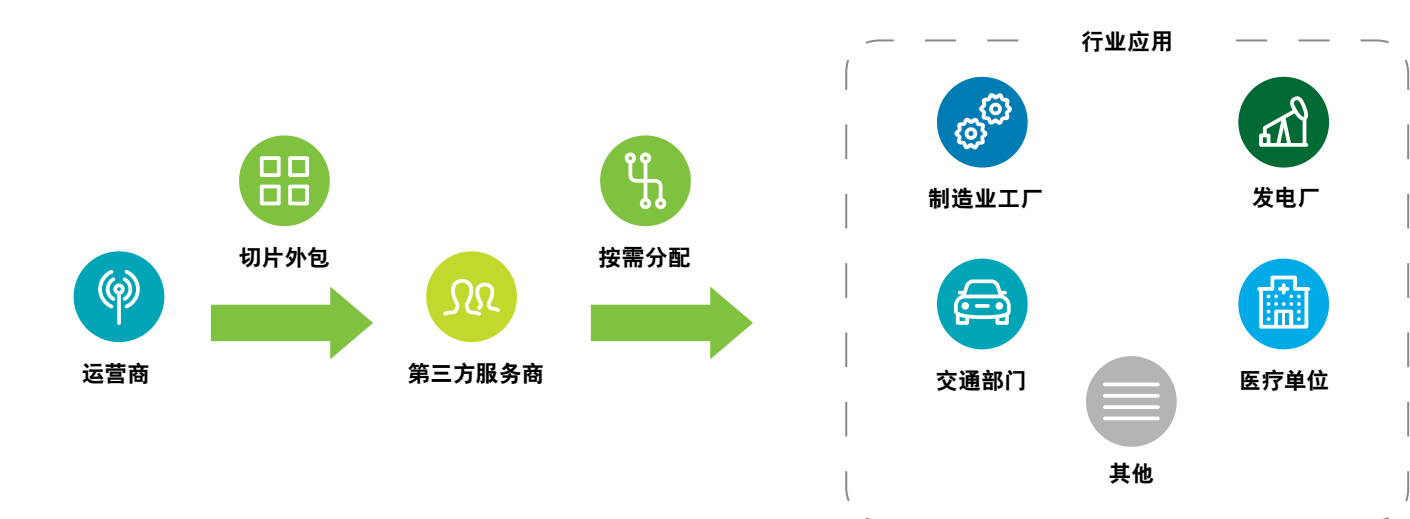


切片能力外包：通过5G网络切片技术，运营商可以将其5G网络的切片能力外包于第三方服务商，由服务商向其下游应用

用户进行资源调配，并根据不同的速率、带宽、设备连接数量等维度进行精细化定价。此模式对于运营商的优势在于运营

成本更低，只需与为数不多的网络服务商对接并向其进行收费即可，同时也降低了原有的网络运营和管理成本。

图20：5G时代运营商网络切片模式

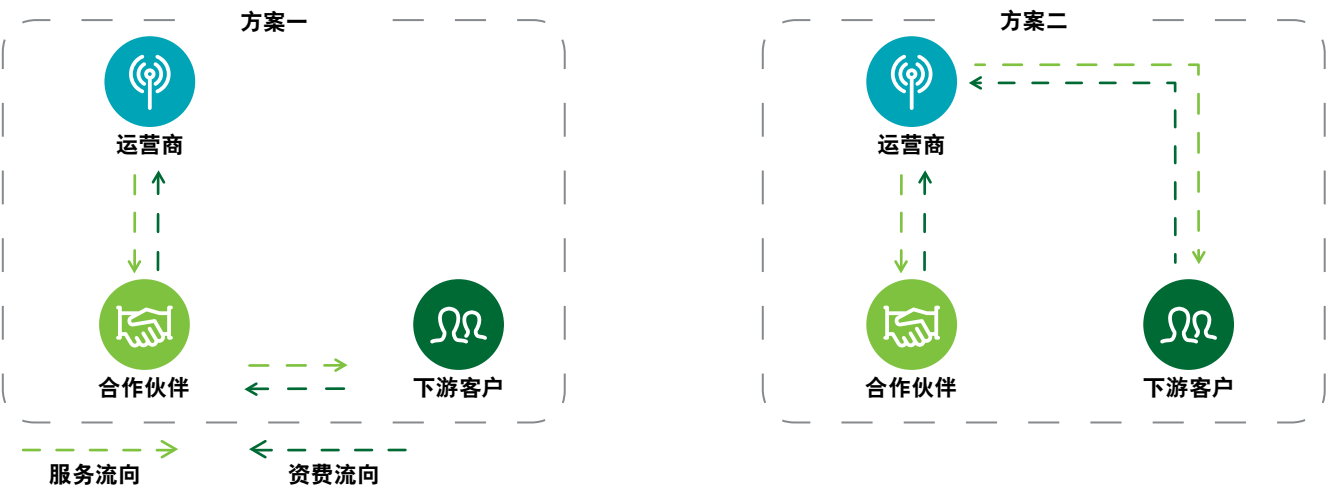


垂直领域平台/解决方案：5G时代的运营商需要更深入的参与到垂直领域，培养和开发5G与各行业息息相关的应用场景并从中找到可盈利的模式，搭建垂直领域平台或者提供有行业针对性的解决方案，

以此创造更高的增值服务价值。搭建解决方案可以有两种方式：一是将网络切片售予垂直领域中的合作伙伴，其将5G网络与自身产品结合捆绑销售给下游客户，再将收益与电信运营商分成；二是运营商

通过收购、合资或合作的方式将垂直领域的专业能力与自身网络资源进行结合，并直接向终端行业客户进行销售行业解决方案，这种模式下，更加需要运营商加强与第三方进行合作的能力。

图21：5G时代运营商解决方案模式



4.3.3 新合作模式

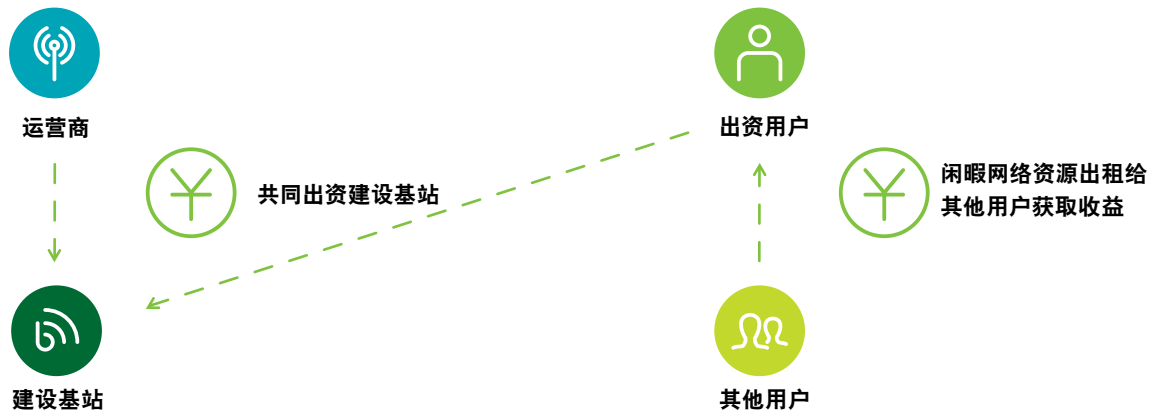
建设智慧城市将面临投资体量大、技术融合复杂等一系列挑战，由单一政府机关单位或者企业实体单独进行建设和运营都显得过于势单力薄，由产业链中多个领域的机构合作共建智慧城市将会是未来的趋势。运营商可以借助其网络资源以及良好的品牌形象，联合行业合作伙伴完成技术储备和专业经验积累，共同推进智慧城市建设。

多方参与建设，收益共享：5G网络建设成本巨大，找到创新的合作建设模式并且设计合理的分成机制，方能缓解各方的资金压力，同时全面的铺设5G网络。

一方面，运营商可以考虑与下游行业用户合作，共同出资建设城市单元内所需的5G基站设施。在此合作模式之下，行业用户可以在使用时通过对内部流量和外部流量的价格进行区分定价，享受一定的网络资费优惠，同时还可以出租闲时资源获得额外收益，用以部分回收初期建设时的资金投入。例如，运营商可以与工业园区合资共建5G基站，并将网络资源供园区内的工厂、企业和员工使用。园区内参与出资建设的工厂企业可以对其旗下的设备在生产加工时所使用的流量享有价格优惠，而其工人或进出的外来人员所使用和产生的流量费用则运营商收取之后与出资企业按一定比例进行分配。

此外，当出资工厂在工作时间外不使用网络资源时，还可以将专网资源出租给工业园区内的其他工厂或企业，从而获得额外收益，这也给企业在投资初期起到了激励作用。另一方面，运营商也可以考虑将基站建设结合资产证券化的形式进行融资。借助运营商良好的品牌形象及商业信誉，将其基站资产作为证券化融资的标的，向社会进行资金募集，缓解运营商自身的资金压力。

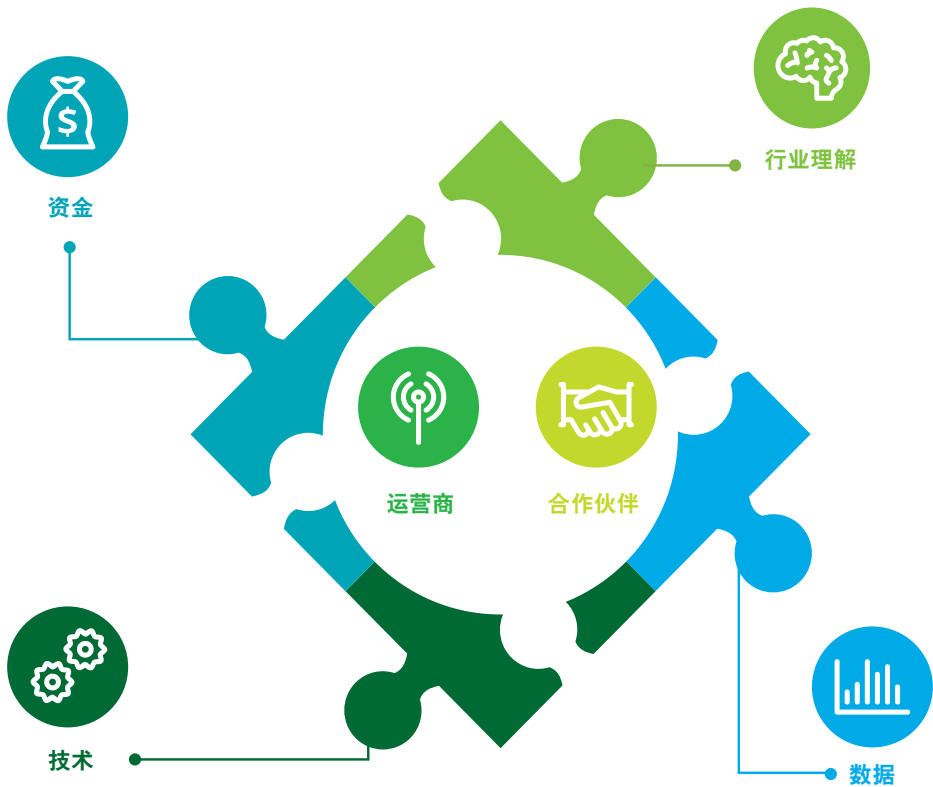
图22：运营商与行业用户合作共建基础设施



成立合资公司, 优势资源互补: 智慧城市的建设依赖于各种技术的发展与融合, 同时还要求运营商对各垂直领域的需求和业务逻辑有深入了解。运营商与垂直领域企业成立合资公司, 彼此之间在技术、市场、资源等层面进行优势互补, 是目前逐渐兴起的合作模式。我国实行运营商混合所有制改革的大环境为这一模式提供了前提条件和实施的基础。

例如中国联通在混合所有制改革的进程中, 与腾讯、阿里等开展资本合作, 包括中国联通与阿里共同投资成立云粒智慧科技有限公司, 提供在政务、金融、生态环境、公安、制造等领域的整体解决方案、云产品和服务和IT技术服务; 与腾讯共同出资设立云景文旅科技有限公司, 开展旅游大数据、智慧旅游建设、运营服务等核心业务, 不断深化智能信息通信基础设施+细分领域解决方案能力, 在智慧城市建设领域优势明显。未来, 这一举措将成为运营商快速增强垂直领域竞争力的主要手段之一。

图23：运营商与产业领军者成立合资公司，资源互补



致谢

2019年是5G商用元年，面对全国各地5G智慧城市规划和建设的迫切需求，德勤中国与中国联通智能城市研究院联合发布《5G赋能智慧城市白皮书》，研判5G时代智慧城市发展趋势，聚焦5G在交通、安防、环保、治理等典型应用场景，分析当前5G时代智慧城市主要挑战，探讨实施路径，同时，剖析运营商如何切实推进5G在智慧城市的落地实施。

本次报告编制过程中得到中国联通政企客户事业群的指导与中国联通网络技术研究院、中讯邮电咨询设计院有限公司、联通系统集成有限公司、云粒智慧科技有限公司等合作单位的素材支持，在此致以衷心感谢。



德勤中国联络人

林国恩

德勤中国科技、传媒和电信行业 领导合伙人

电子邮件: talam@deloitte.com.cn

胡新春

德勤中国5G应用研究院 院长

电子邮件: tonyhu@deloitte.com.cn

张耀

德勤中国电信行业 首席顾问

电子邮件: yaozhang@deloitte.com.cn

濮清璐

德勤5G应用研究院 秘书长

德勤商业战略与研究 合伙人

电子邮件: qlpu@deloitte.com.cn

钟昀泰

德勤研究 总监

电子邮件: rochung@deloitte.com.cn

中国联通联络人

朱常波

中国联通智能城市研究院 院长

电子邮件: changbozhu@chinaunicom.cn

夏俊杰

中国联通智能城市研究院 副院长

电子邮件: xiajj2@chinaunicom.cn

郭中梅

中国联通智能城市研究院 首席信息官

电子邮件: guozm91@chinaunicom.cn

孙亮

中国联通智能城市研究院咨询规划BU

战略咨询总监

电子邮件: sunl91@chinaunicom.cn

李岩

中国联通智能城市研究院咨询规划BU

高级咨询专家

电子邮件: liy597@chinaunicom.cn



因我不同
成就不凡

始于 1845

Deloitte.

关于德勤

Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所网络和它们的关联机构。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅www.deloitte.com/cn/about了解更多信息。

德勤亚太有限公司（即一家担保有限公司）是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体，在亚太地区超过100座城市提供专业服务，包括奥克兰、曼谷、北京、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、大阪、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

德勤于1917年在上海设立办事处，德勤品牌由此进入中国。如今，德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力为中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家本土注册成立的中国专业服务机构，由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问www2.deloitte.com/cn/zh/social-media，通过我们的社交媒体平台，了解德勤在中国市场成就不凡的更多信息。

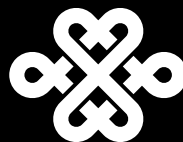
本通信中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其成员所或它们的关联机构（统称为“德勤网络”）并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合资格的专业顾问。任何德勤网络内的机构均不对任何方因使用本通信而导致的任何损失承担责任。

©2020。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

Designed by CoRe Creative Services. RITM0414154



这是环保纸印刷品



China
unicom中国联通

创新·改变世界

关于中国联通

中国联合网络通信集团有限公司（简称“中国联通”）于2009年1月6日由原中国网通和原中国联通合并重组而成，公司在国内31个省（自治区、直辖市）和境外多个国家和地区设有分支机构，拥有覆盖全国、通达世界的现代通信网络，主要经营固定通信业务，移动通信业务，国内、国际通信设施服务业务，数据通信业务，网络接入业务，各类电信增值业务，与通信信息业务相关的系统集成业务等。中国联通坚决贯彻落实国家关于网络强国的战略部署，争当建设网络强国的“主力军”。公司坚持以5G为引领，加快5G发展，强力实施5G网络共建共享，加快网络供给侧结构性改革，以新理念新模式促进信息基础设施升级。公司发布了5G品牌标识“5G+”，提出“让未来生长”主题口号，推进5G业务普及，带动5G产业链壮大，打造5G领先品牌。公司积极致力于打造云网一体的新生态，推动网络资源优化演进升级，持续提升网络竞争力。

中国联通智能城市研究院（简称“智研院”）是中国联通集团直属专业研究咨询机构，业务聚焦产业/行业洞察、顶层设计/规划咨询、技术方案创新与产品研发。致力于成为中国联通新技术、新业务的先行示范基地；集聚中国联通“ICT智慧”的专业智库平台；数字智能城市的生态合作与创新孵化平台！智研院以智慧城市咨询服务牵引产品落地应用，以产品夯实咨询服务能力，形成了“产品+咨询”科技创新价值链，以领先的产品与高端的咨询服务能力全面助力中国联通智慧城市建设！