



基于 5G 的智慧交通应用实践白皮书

内涵|技术|场景|应用|展望

支持单位： 广东省智能交通协会
主编单位： 广东省电信规划设计院有限公司
华南理工大学土木与交通学院
广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司
数字广东网络建设有限公司
参编单位： 上海电科智能系统股份有限公司
广州软件应用技术研究院
中科智城（广州）信息科技有限公司

二〇二一年十一月

序言

建设交通强国，是以习近平同志为核心的党中央立足国情、着眼全局、面向未来做出的重大决策，是新时代全面建设社会主义现代化国家的重要抓手。在国家十四五规划纲要中，数字中国与交通强国等战略共同擘画了未来五年的发展蓝图。其中，智慧交通成为数字中国蓝图下的重要数字化应用场景之一。当前，我国目前工业化和信息化正快速发展，智慧交通的建设将助力我国从交通大国迈向交通强国，进而推动国家经济、社会以及千行百业的高质量发展。

近年来，在 5G、物联网、大数据、人工智能等新基建前沿技术的融合运用下，智慧交通有了更快的发展以及更多的落地场景。新冠疫情的防控一定程度上加速了行业数字化的应用，5G+智慧应用场景在维持城市秩序、助力复工复产方面表现出不俗的成绩，如城市交通管理中的快速处置、快速处突、人流动态监控与疏导等。“云-网-端”与前沿技术产生叠加效应，让我们的生活、工作、交通的数字化和智慧化程度也越来越高。

智慧交通在我国已有多年积累，在试点示范、标准体系建设、建设模式、产业推广和运营模式等方面取得了众多成效。西方发达国家的智慧交通虽起步更早，但我国交通业和信息业众多工作者秉承自主创新、攻坚克难的精神，经过多年的研究与沉淀，让我们的智慧交通建设走出了一条结合国情实际、以业务为导向、数据和新技术共同驱动的科学之路。

本白皮书从智慧交通行业现状及发展趋势出发分析行业存在的问题，并结合以 5G 为代表的新技术，提出了 5G+智慧交通典型业务场景，并针对业务场景需求给出了相应的整体解决方案，并就方案的落地实践效果做了阐述，最后对整个 5G+智慧交通做了概述并描绘了未来发展蓝图。本白皮书凝结了广东省电信

规划设计院与多家智慧交通企业机构、多位资深从业者的集体智慧，大量的业务场景以及可实践的解决方案在本白皮书中得到呈现，有效地回应了智慧交通绿色可持续发展的迫切需求，从不同方面生动地反映了我国 5G+智慧交通建设的创新模式，具有良好的推广可行性和标杆示范效应。

今年，是我党成立的 100 周年，是国家承前启后的“十四五”开局之年。我们要立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，开启全面建设社会主义现代化国家新征程。在新征程的路上，希望本白皮书对智慧交通行业以及数字化和信息化行业的工作者，在产学研上激发出更多的新思路。同时，希望与更多的智慧交通从业者有更深入交流，迸发出更耀眼的合作火花，在交通行业“建、管、养、运”的各细分航道推广更多的落地项目以及研发产品，打造适合我国智慧交通的产业和运营模式，在交通强国、数字中国的战略蓝图下奋力谱写时代新篇章！

2021 年 11 月 26 日

编委全体成员

目 录

前言	1
一、智慧交通概述	3
1.1 交通发展现状	3
1.2 交通痛点剖析	6
1.2.1 交通基础设施建设痛点	6
1.2.2 交通基础设施维护痛点	6
1.2.3 交通基础设施运营痛点	6
1.2.4 交通管理痛点.....	6
1.2.5 交通出行痛点.....	7
1.3 智慧交通内涵	7
1.3.1 智慧交通的发展历程	7
1.3.2 智慧交通的定义.....	9
1.3.3 智慧交通与智能交通的区别与联系	9
1.4 相关政策解读	10
1.4.1 国家规划，高屋建瓴	10
1.4.2 部委政策，有的放矢	11
1.4.3 地方层面，积极落实	14
二、赋能智慧交通的 5G 关键技术	17
2.1 高性能无线接入.....	18
2.2 端到端网络切片	19
2.3 多接入边缘计算.....	19
三、智慧交通典型应用场景	21

3.1	数字道路场景	22
3.1.1	车联网场景	22
3.1.2	智慧灯杆	22
3.2	巡检场景	24
3.2.1	重点区域交通状况监测巡检	24
3.2.2	桥梁、隧道和边坡的维养巡检	24
3.2.3	交通工程建设管理巡检	25
3.3	监管场景	26
3.3.1	公交监管场景	26
3.3.2	重点营运车监管场景	26
3.4	管控场景	27
3.4.1	交通枢纽管控	27
3.4.2	高速公路管控	28
3.4.3	机场管控	29
3.4.4	轨道交通管控	30
3.4.5	港口管控	30
3.4.6	临时应急管控	31
3.5	执法场景	31
3.6	出行场景	32
四、智慧交通典型解决方案	33	
4.1	数字道路	34
4.1.1	5G+车联网方案	34

4.1.2	多功能智慧灯杆.....	35
4.2	智慧巡检	36
4.2.1	5G+无人机重点区域交通状况巡检方案.....	36
4.2.2	5G+无人机桥隧、边坡维养巡检方案.....	37
4.2.3	5G+无人机交通工程建设巡检方案.....	38
4.3	智慧监管	39
4.3.1	5G+公交监管	39
4.3.2	5G+重点营运车辆监管.....	40
4.4	智慧管控	41
4.4.1	5G+重点交通枢纽管控方案	41
4.4.2	5G+高速公路管控	42
4.4.3	5G+机场管控方案	43
4.4.4	5G+轨道交通管控	44
4.4.5	5G+港口管控方案	45
4.4.6	5G+交通应急管控	46
4.5	智慧执法	47
4.6	智慧出行	48
五、	总结及展望.....	49
5.1	智慧交通的发展的机遇	49
5.2	智慧交通发展面临的挑战	50
5.3	智慧交通发展的未来展望	52
附录一：	正文未作说明的缩略语.....	53

附录二：单位介绍.....	54
一 广东省智能交通协会.....	54
二 广东省电信规划设计院有限公司.....	54
三 华南理工大学土木与交通学院.....	55
四 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司.....	55
五 数字广东网络建设有限公司.....	56
六 上海电科智能系统股份有限公司.....	57
七 广州软件应用技术研究院.....	58
八 中科智城（广州）信息科技有限公司.....	58

前言

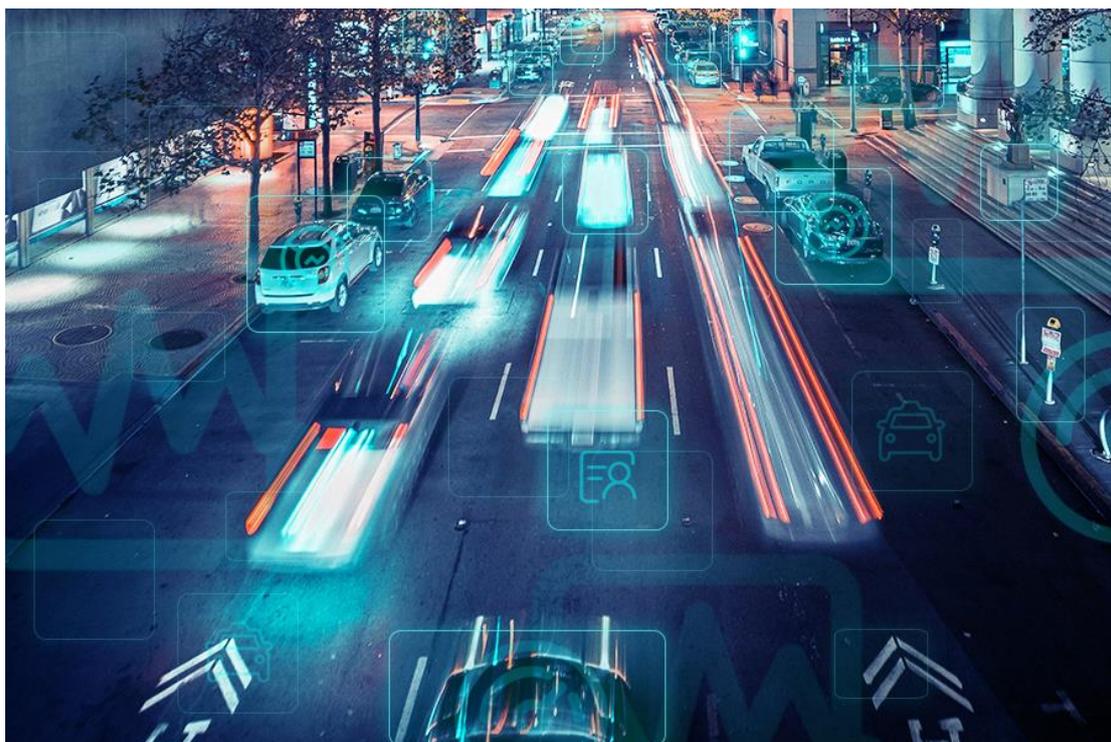
建设交通强国，是以习近平同志为核心的党中央立足国情、着眼全局、面向未来做出的重大国家战略，是全面建成社会主义现代化强国的重要支撑，是建设现代化经济体系的先行领域，是新时代下做好交通工作的重要抓手。5G 作为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施，交通行业是 5G 应用中最先落地的行业之一。5G 技术在交通运输、交通管理、设施管养、工程建设、车路协同等多领域、多行业已经有较为成熟的试点应用。

在数字经济的背景下，国家逐步重视智慧交通的发展，自 2015 年起陆续出台相关政策法规来推进行业的发展，进而匹配现代化经济体系的建设需求，为全面建成社会主义现代化强国提供重要支撑。一系列政策意见的出台，都给智慧交通行业的发展带来良好的政策环境。“铁公基”传统基建的刚需以及“新基建”的持续赋能，有力推动着智慧交通行业的蓬勃发展。

2019 年 9 月，中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》，该建设纲要提出到 21 世纪中叶，中国将实现全面建成交通强国的建设目标，交通运输信息的数字化、网络化、智能化水平位居世界前列，信息新技术与交通行业的深度融合更趋自组织、自适应、自动化。2020 年国务院发布《中国交通的可持续发展》白皮书，该白皮书中提出以建设人民满意交通为目标，贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以智慧交通建设推进数字经济、共享型经济产业发展，提高综合交通网络运输效率，构筑新型交通生态系统。进入 2021 年，党中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，该纲要提出到 2035 年，基本建成便捷顺畅、经济高效、绿色集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量国家综合立体交通网。同年 3 月，国务院正式发布了《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》，该纲要提出统筹推进传统基础设施和新型基础设施建设，围绕强化数字转型、智能升级、融合创新支撑，布局建设信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施等新型基础设施。

在此背景下，**广东省电信规划设计院联合华南理工大学土木与交通学院、广东省交通规划设计研究院、数字广东网络建设有限公司**作为主编单位，**上海电科智能系统股份有限公司、广州软件应用技术研究院、中科智城（广州）信息科技有限公司**等相关单位联合编制了《**基于 5G 的智慧交通应用实践白皮书**》，本白皮书系统地分析了当前智慧交通行业总体背景及发展趋势、行业典型业务场景、5G 关键技术以及融合 5G 技术的智慧交通解决方案。通过充分应用 5G 技术赋能智慧交通行业，为交通智能化、数字化、综合化发展助力，切实提升智慧交通技术应用水平，提升整个交通行业管理、决策、服务水平。



一、智慧交通概述

1.1 交通发展现状

改革开放 30 多年来，经过大规模交通基础设施的建设，我国交通运输基础设施网络初步形成。目前我国高速公路、高速铁路的总里程位居世界第一，拥有一批吞吐量位于世界前列的大型港口和航空枢纽，服务能力已总体适应了经济社会发展需要。

根据交通运输部《2020 年交通运输行业发展统计公报》¹的统计数据，截至 2020 年底，我国交通运输行业发展情况如下：

铁路：全国铁路营业里程 14.6 万公里，比上年末增长 5.3%，其中高铁营业里程 3.8 万公里。铁路复线率为 59.5%，电化率为 72.8%。全国铁路路网密度 152.3 公里/万平方公里，增加 6.8 公里/万平方公里。

¹ http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/19/content_5608523.htm

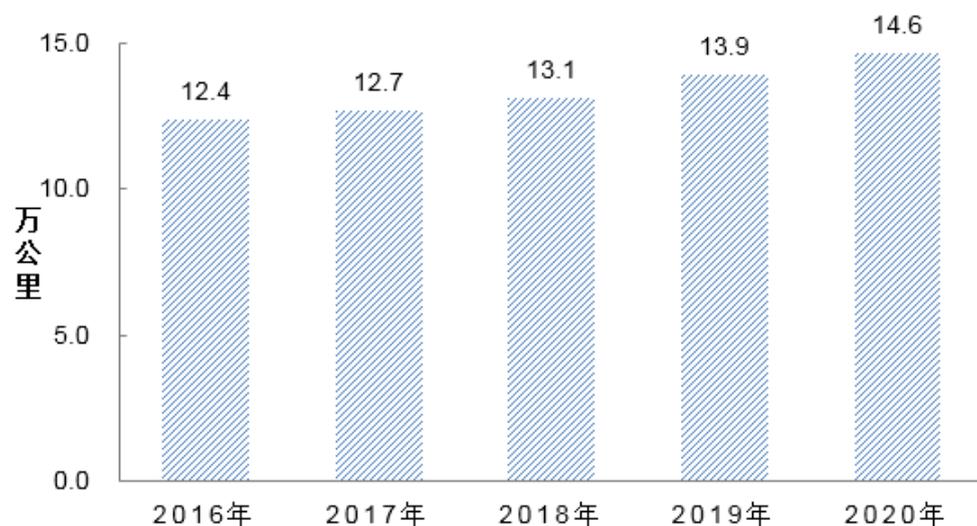


图 1-1: 2016-2020 年全国铁路营业里程

公路: 全国公路总里程 519.81 万公里, 比上年末增加 18.56 万公里。公路密度 54.15 公里/百平方公里, 增加 1.94 公里/百平方公里。公路养护里程 514.40 万公里, 占公路总里程 99.0%。高速公路里程 16.10 万公里, 增加 1.14 万公里; 高速公路车道里程 72.31 万公里, 增加 5.36 万公里。国家高速公路里程 11.30 万公里, 增加 0.44 万公里。



图 1-2: 2016-2020 年全国公路总里程及公路密度

水路: 全国内河航道通航里程 12.77 万公里, 比上年末增加 387 公里。等

级航道里程 6.73 万公里，占总里程比重为 52.7%，提高 0.2 个百分点。三级及以上航道里程 1.44 万公里，占总里程比重为 11.3%，提高 0.4 个百分点。

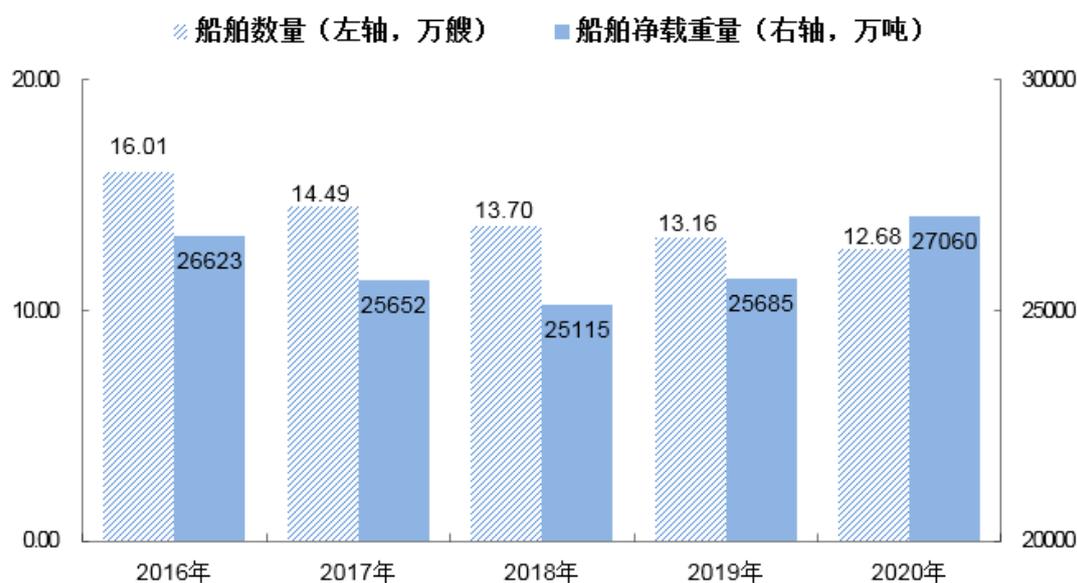


图 1-3: 2016-2020 年全国水上运输船舶拥有量

民航：年末颁证民用航空机场 241 个，比上年末增加 3 个，其中定期航班通航机场 240 个，定期航班通航城市 237 个。

随着铁、公、水、航等交通基础设施的逐步完善，我国交通运输正在进入综合协调、优化发展的交通强国新阶段。在这个新的发展阶段，如何提高综合交通运输体系的运行效率和管理效率、如何为公众提供更优质的运输服务、如何与经济发展相结合培育新的增长点等，成为了新时代下交通运输发展的将要解决的问题。

1.2 交通痛点剖析

1.2.1 交通基础设施建设痛点

在交通基础设施的建设过程中，缺乏明确的、具有一定强制力的建设标准。同时，由于管理机制尚未建立，导致建成的智慧化设施无对口管理机构进行承接、管理和维护。交通基础设施尤其是数字化的交通基础设施的建设需要耗费大量的建设资金，而当前尚未有配套的资金标准，需要挤压传统设施的建设资金。

1.2.2 交通基础设施维护痛点

在现有交通基础设施的养维过程中，由于缺乏智能化的监测设备导致管养部门难以及时发现交通基础设施存在的安全风险和问题，更难以有效地分类推送到对应的管理部门。同时，由于大量的交通基础设施涵盖的设备、厂家众多，缺乏维护与更新标准，对于养护部门的操作性不强。其次，基础设施的数字化管理程度普遍不高，相关技术与管理模式还在摸索阶段。

1.2.3 交通基础设施运营痛点

交通基础设施的运营痛点包括：首先，已有的高速公路、桥梁、隧道、涵洞通车里程，导致现有道路基础设施的养护作业面大，资金投入压力大。其次，基于人工巡检方式的导致道路基础设施巡检遗漏、巡检周期性过长等现实问题，引起基础设施的养维不到位造成设施、设备的性能快速下降、精度下降，影响行车安全和出行体验。最后，现有交通基础设施的运营依赖大量的人力，物力导致经济效益不明显。

1.2.4 交通管理痛点

伴随着智慧交通进程的不断推进，智慧出行方式的不断渗透，交通管理面临了新问题、新挑战。同时，伴随着机构改革，交通管理逐步形成了大交通一体化

监管的局面。现有交通管理的模式、手段和技术等支撑体系在面向大交通的一体化感知的体系尚未完全建立，交通精细化管理、决策水平仍显不足，交通跨板块信息协同联动较为缺乏，综合性一体化交通服务尚处于摸索阶段，与新形势下智慧交通服务要求存在较大差异，难以满足市民日益增长的交通服务需求。

1.2.5 交通出行痛点

尽管当前我国道路基础设施的建成通车里程已位居世界第一，但随着居民生活水平和人均车辆拥有量的不断提高，道路基础设施供给与需求不匹配问题仍然存在，导致居民出行时间和经济成本仍然居高不下。同时，车辆、行人、共享出行等交通参与方式错综复杂，对已有基础设施的运行秩序带来严重挑战，安全事故频发。智慧出行方式的不断渗透，改变传统出行模式和格局，不断提高出行门槛，导致老年人、功能障碍等“互联网+”外的弱势群体出行更加不便。

1.3 智慧交通内涵

1.3.1 智慧交通的发展历程

交通发展历程经历了智力交通时代（19 世纪初~20 世纪 60 年代）、智能交通管理时代（20 世纪 60 年代末~2010 年），目前正处于智慧交通时代（2010 年~至今）²。

智力交通时代：19 世纪初期，铁路信号灯工程师提出了带有红、绿两种颜色交通信号灯的设计想法。1918 年，一种红、黄、绿 3 种颜色的手动信号灯出现在纽约市，成为交通信号控制的雏形。随后 1926 年，英国发明了机械式交通控制信号机，首次实现了周期性自动控制红绿灯切换，奠定了交通信号自动控制的基础。1964 年，加拿大开发出了世界上第一个利用计算机进行交通信号控制

² 郑文超, 贲伟, 汪德生. 智慧交通现状与发展[J]. 指挥信息系统与技术, 2018, 9(04): 8-16.

的系统，成为交通控制系统发展的里程碑。

智能交通管理时代：随着美国汽车数量呈现爆发式增长，滞后的交通基础设施建设、汽车服务手段和公众交通安全意识，导致交通拥堵、交通事故、环境污染等问题层出不穷，1967 年美国联邦公路局启动电子路径诱导系统的研究。随后，交通实践者将更多的科学管理应用于实践，将交通运输工具、交通基础设施和交通参与者综合考虑，充分运用通信、信息、控制和传感器等先进技术和装备，建立实时、精确、且高效的交通运输管理体系，智能交通系统 (ITS) 应运而生。

智慧交通时代：2008 年和 2010 年，IBM 分别首次提出了智慧地球和智慧城市的概念。伴随着云计算、大数据、人工智能、物联网、移动互联网等高新技术的高速发展和大规模应用，交通出行模式发生了翻天覆地的变化，标志着交通出行进入了智慧化时代。从进程上细分，智慧交通又可以细分成三个阶段，分别是技术先行的智慧交通雏形阶段、政府引导的智慧交通成形阶段，和全面应用的智慧交通成熟阶段。**智慧交通雏形阶段**，以技术服务商为主导，用户往往被动接受服务，通过改变出行方式、经营模式以适应技术供应商的交通服务，其主要的标志事件是 2010 年 7 月份优步 (Uber) 公司首次在美国旧金山推出网约车服务，通过移动应用程序连结乘客和司机，乘客可以通过应用程序来预约这些载客的车辆，并且追踪车辆的位置，并在线支付出行费用。随后中国出行市场大量的网约车、共享单车、共享汽车等新兴的出行方式，从此改变了中国出行方式的格局。**智慧交通成形阶段**，政府开始从顶层规划的层面，制定行业标准、引导和规范市场秩序。在这一阶段，技术服务商、政府部门、用户对智慧交通、智慧出行产生了个体化的认知。**智慧交通成熟阶段**，伴随着新基建的发展、ITS 的成熟，智慧交通已经全面渗透和融入到社会公众的日常出行，交通基础设施建管养、交

通监管与执法等各个领域。由于智慧交通在不同地区的发展进程存在较大差异，智慧交通不同阶段没有明确的界限，当前智慧交通的发展正处于成形阶段与成熟阶段交叉期。

1.3.2 智慧交通的定义

当前，学术界和工业界仍然没有对智慧交通有一个公认和一致的定义。参考《2017 年广东省智慧交通产业发展报告》对智慧交通的内涵描述，我们认为智慧交通是在整个交通运输领域充分利用 5G、物联网、空间感知、云计算、移动互联网、大数据、人工智能和 BIM 等新第一代通信和信息技术，综合应用交通工程、通信、计算机、社会学、心理学等学科，以建立全面感知、深度融合、科学决策和主动服务等目标，通过实时的动态信息感知、交通基础设施建模、综合交通信息数据融合、大数据关联分析等决策体系服务体系，形成问题发现、问题分析和问题决策模型，面向交通基础设施建设与养维、交通巡检、交通管控、交通管理和交通出行等场景提供行业资源配置优化能力、公共决策能力、行业管理能力、公众服务等能力，推动交通基础设施的建设与养维智能化、交通管理智慧化、交通运输便捷化、顺畅化、安全化和环保化，带动交通运输相关行业转型与升级。

1.3.3 智慧交通与智能交通的区别与联系

智慧交通与智能交通一脉相承，源自智能交通又高于智能交通。两者都是将计算机、控制理论等先进技术应用在交通领域，两者在内容、关键技术和应用方向上有许多共同点。智能交通聚焦的是利用信息化技术对传统交通的管理进行信息化和智能化，侧重于交通控制、交通管理，其突出特点是以信息的收集、处理、发布、交换、分析、利用为主线，为交通参与者提供多样性的服务，为交通管理

者提供高效交通管理模式。智慧交通以智慧的理念，辩证的思维，使用现代信息技术为手段，全面提升交通管理和服务水平。智慧交通运用智慧的观点来解决交通问题，秉承以人为本、服务大众的理念，使用先进的物联网、云计算技术等高新技术有效地集成运用于整个交通运输管理体系。智慧交通是在智能交通的基础上发展起来的更高级阶段的交通模式，是一种先进的交通发展模式的变革。相比智能交通而言，智慧交通不仅仅包括对交通出行的赋能，还包括了利用先进的技术对交通基础设施的建设、维护、运营等全领域进行赋能。

1.4 相关政策解读

1.4.1 国家规划，高屋建瓴

智慧交通相关的政策最早可以追溯到 2012 年 7 月中国交通运输部印发的《交通运输行业智能交通发展战略（2012~2020）》。战略要求，到 2020 年基本形成适应现代交通运输业发展要求的智能交通运输体系，实现跨区域、大规模的智能交通集成应用和协同运行，提供便利的出行服务和高效的物流服务，为本世纪中叶实现交通运输现代化打下坚实基础。

2017 年 7 月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》。规划在智能运载工具中要求发展自动驾驶汽车和轨道交通系统，加强车载感知、自动驾驶、车联网、物联网等技术集成和配套，开发交通智能感知系统，形成我国自主的自动驾驶平台技术体系和产品总成能力，探索自动驾驶汽车共享模式。规划在智能交通中要求研究建立营运车辆自动驾驶与车路协同的技术体系，研发复杂场景下的多维交通信息综合大数据应用平台，实现智能化交通疏导和综合运行协调指挥，建成覆盖地面、轨道、低空和海上的智能交通监控、管理和服务系统。

2019 年 9 月，国务院印发的《交通强国建设纲要》中要求大力发展智慧交

通，推动大数据、互联网、人工智能、区块链、超级计算等新技术与交通行业深度融合。推进数据资源赋能交通发展，加速交通基础设施网、运输服务网、能源网与信息网络融合发展，构建泛在先进的交通信息基础设施。构建综合交通大数据中心体系，深化交通公共服务和电子政务发展。旨在通过现代交通的发展带动周边产业的发展，实现国家的富强。

2021 年 2 月，国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，提出到 2035 年，基本建成便捷顺畅、经济高效、绿色集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量国家综合立体交通网，实现国际国内互联互通、全国主要城市立体畅达、县级节点有效覆盖，有力支撑“全国 123 出行交通圈”（都市区 1 小时通勤、城市群 2 小时通达、全国主要城市 3 小时覆盖）和“全球 123 快货物流圈”（国内 1 天送达、周边国家 2 天送达、全球主要城市 3 天送达）。交通基础设施质量、智能化与绿色化水平居世界前列。交通运输全面适应人民日益增长的美好生活需要，有力保障国家安全，支撑我国基本实现社会主义现代化。到本世纪中叶，全面建成现代化高质量国家综合立体交通网，拥有世界一流的交通基础设施体系，交通运输供需有效平衡、服务优质均等、安全有力保障。新技术广泛应用，实现数字化、网络化、智能化、绿色化。出行安全便捷舒适，物流高效经济可靠，实现“人享其行、物优其流”，全面建成交通强国，为全面建成社会主义现代化强国当好先行。

1.4.2 部委政策，有的放矢

交通运输部：

2017 年 9 月，交通运输部印发《智慧交通让出行更便捷行动方案（2017—2020 年）》，分别从拓展铁路客运信息市场化应用、加快推进 ETC 拓展应用、创

新道路客运信息服务模式、推动开展智慧机场建设、推进国际道路客运信息化建设等十个领域要求提升城际交通出行智能化水平,从深化出行公共信息资源开放示范、加快出行信息服务领域标准规范建设和促进交通旅游服务大数据应用三个领域要求完善智慧出行发展环境。

2019 年 6 月,交通运输部在《交通运输部 2019 年政务公开工作要点》中提出深化交通运输供给侧结构性改革、为国家重大战略实施当好先行、进一步深化交通运输改革、加快推动绿色交通智慧交通发展、促进交通运输高水平开放、深入推进交通运输法治政府部门建设、谋划推进交通强国建设。

2020 年 8 月,交通运输部提出《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》,明确了智慧公路、智慧铁路、智慧航道、智慧港口、智慧民航、智慧邮政、智慧枢纽和新能源新材料等行业应用的融合高效的智慧交通基础设施的八大建设任务。同时要求推进第五代移动通信技术(5G)等协同应用、北斗系统和遥感卫星行业应用、数据中心、人工智能、北斗系统和遥感卫星行业应用的五大信息基础设施建设。

2020 年 12 月,交通运输部印发《交通运输部关于促进道路交通自动驾驶技术发展和应用的指导意见》,分别从加快关键共性技术攻关、完善测试评价方法和测试技术体系、研究混行交通监测和管控方法和持续推进行业科研能力建设四个方面明确加强自动驾驶技术研发的任务,从加强基础设施智能化发展规划研究和有序推进基础设施智能化建设两个方面明确提升道路基础设施智能化水平任务,从支持开展自动驾驶载货运输服务、稳步推进自动驾驶客运出行服务、鼓励自动驾驶新业态发展三个方面明确推动自动驾驶技术试点和示范应用任务,从强化安全风险防控、加快营造良好政策环境、持续推进标准规范体系建设三个方

面明确健全适应自动驾驶的支撑体系任务。

2021 年 8 月，交通运输部印发《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》，加快建设交通强国，推动交通运输领域新型基础设施建设。《意见》提出到 2035 年，实现先进信息技术深度赋能交通基础设施，精准感知、精确分析、精细管理和精心服务能力全面提升。泛在感知设施、先进传输网络、北斗时空信息服务在交通运输行业深度覆盖，行业数据中心和网络安全体系基本建立，智能列车、自动驾驶汽车、智能船舶等逐步应用。在智慧交通基础设施方面，重点围绕智慧公路、智能铁路、智慧航道、智慧港口、智慧民航、智慧邮政、智慧枢纽七大重点应用领域开展。

发改委：

2020 年 4 月，国家发改委发布《新型城镇化建设和城乡融合发展重点任务》，提出实施新型智慧城市行动，完善城市交通运输等领域信息系统和数据资源，完善城市数字化管理平台 and 感知系统，打通社区末端、织密数据网格，整合卫生健康、公共安全、应急管理、交通运输等领域信息系统和数据资源。

2021 年 3 月，国家发改委发布《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》，提出积极稳妥发展车联网、自动驾驶和车路协同的出行服务、拓展智能交通数字化应用场景、加快交通信号灯等传统基础设施数字化改造、加强泛在感知、终端互联、智能调度体系建设，推广公路智能化管理、交通信号联动、公交优先通行等多项智慧交通建设任务。

住建部：

2021 年，住建部联合工信部推出“双智”计划，即促进智慧城市与智能网联汽车的协同发展计划。

工信部：

2021 年，国家工信部联合交通运输部发布《工业和信息化部交通运输部国家标准化委员会关于印发〈国家车联网产业标准体系建设指南(智能交通相关)〉的通知》，通知中提出聚焦营运车辆和基础设施领域，建立支撑车联网应用和产业发 展的智能交通相关标准体系，分阶段出台一批关键性、基础性智能交通标准。

1.4.3 地方层面，积极落实

北京：2020 年 2 月，北京市人民政府办公厅印发《2020 年北京市交通综合治理行动计划》，提出建设交通大数据资源共享平台、交通综合决策支持和监测预警平台、停车资源管理与综合服务平台、推进重点区域智慧交通示范应用。

2021 年 4 月，北京市交通委发布《2021 年本市交通综合治理行动计划》，在智慧交通方面，建设交通运行监测调度中心（TOCC）三期，建设新一代公安交管指挥中心，实现交通综合管控、协同调度、应急处置和决策支持。全面实施全市交通信号灯系统智能化改造提升计划，实现全路网重要信号灯的联网智能调控。完成基于“北斗+5G”的网络化智慧公交调度平台设计，提升运营调度中心功能，加强调度系统与大数据平台互联互通。提升地面公交的网络化运营调度水平，推进智慧高速建设，发布《智慧高速公路建设技术指南》。

广东：2020 年，交通部同意在广东省开展交通基础设施高质量发展等交通强国建设试点工作，在交通基础设施高质量发展、交通与旅游等产业融合发展、智慧交通建设、枢纽服务效率提升、综合交通运输管理体制 机制改革等方面开展试点。同年，广东省人民政府印发《广东省推进新型基础设施建设三年实施方案（2020—2022 年）》，构筑经济社会智慧化运行的基础设施体系，推动物联网深

度覆盖，创新基础设施和融合基础设施加快发展，以新型基础设施支撑新经济发展。

浙江：2020 年，浙江省交通厅印发《浙江省数字交通建设方案(2020-2025 年)(试行)》，促进先进信息技术与全省交通运输行业深度融合，纵深推进全省数字交通发展，全力支撑高水平交通强省建设；更是在 2021 年的 3 月《浙江省交通数字化改革行动方案》中详细勾勒了浙江省从数字政府到业务数字化，建、管、运、养完整蓝图。

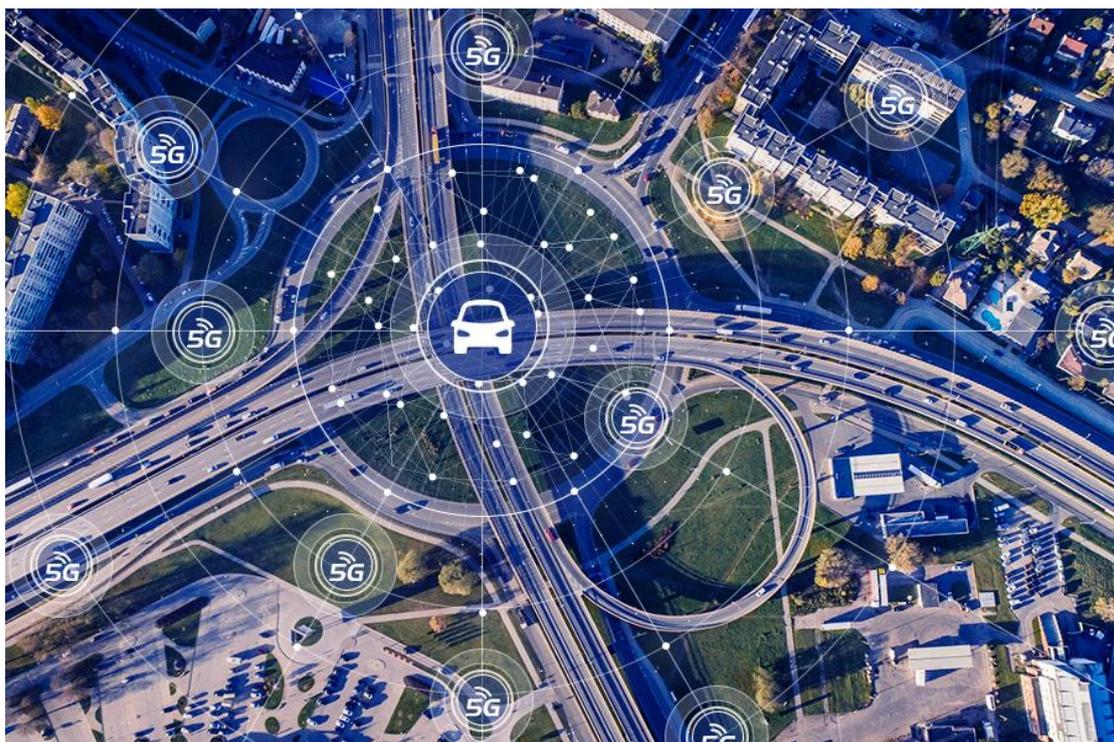
河北：2020 年 10 月，河北省交通运输厅印发《河北省智慧交通专项行动计划 (2020-2022 年)》，明确到 2022 年，我省智慧交通建设取得显著成效，基本建成综合交通运输大数据中心体系，实现交通运输基础要素数字水平、支撑保障能力、行业治理能力、运输服务水平 4 方面有效提升，为加快建设交通强国河北篇章，助力数字经济发展提供坚强支撑的目标，并提出实施六项重点行动加快智慧交通建设，包括：推动数字化交通基础设施建设行动、推进综合交通大数据发展行动、强化现代化交通综合治理行动、打造一体化出行服务行动、开展智慧交通应用示范行动和实施科技创新能力提升行动。

江苏：2021 年 5 月，江苏省交通运输厅连续印发《行业治理数字化转型三年行动计划 (2021-2023 年)》、《5G、北斗等新技术推广应用 (2021-2023 年)》和《智慧交通产业发展 (2021-2023 年)》，明确江苏智慧交通领域近期建设重点和任务安排。通过三个三年行动计划的实施，推进江苏交通高质量发展，为江苏交通运输现代化示范区和交通强省建设提供重要支撑。

上海：2021 年 2 月，上海市人民政府印发《关于本市“十四五”加快推进新城规划建设工作的实施意见》，确立绿色低碳、数字智慧、安全韧性的空间治

理新模式，并发布《“十四五”新城交通发展专项方案》。在坚持交通先行，建设独立完善的综合交通系统的建设目标中提出，加强智慧交通和绿色交通的推广应用，积极打造交通新技术示范应用高地，推进自动驾驶、车路协同等技术在新城的试点和应用，加快氢能源、充电桩等绿色能源在新城的推广和示范。

除此之外，河南、安徽、山西、陕西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、福建、江西、山东、湖北、湖南、广西、天津、重庆等省、直辖市分别印发推动智慧交通建设的专项方案或行动计划。



二、赋能智慧交通的 5G 关键技术

5G 是第五代移动通信技术³的简称，是具有**高速率、低时延和大连接**特点的新一代宽带移动通信技术，是实现智慧交通中的“车、路、人、环境”等交通要素互联互通的网络基础设施。相比以往的移动通信网络，5G 网络以一种灵活部署的架构提供 10Gbps 以上的带宽、毫秒级时延、100 万/km² 超高密度连接的性能，面向智慧交通行业需求实现网络性能的赋能。

5G 网络在智慧交通领域赋能的主要关键技术包括**高性能无线接入技术、多接入边缘计算和端到端网络切片** 3 个方面。其中无线接入技术的提升作为 5G 网络能力的关键基础技术，基于空口的灵活配置与大规模天线的应用，实现 ITU eMBB、ITU uRLLC 场景在交通领域的实践；网络切片保障业务的通信性能，多接入边缘计算使能边缘感知与计算体系，以 5G 网络为桥梁搭建感知计算体系。

³ 5th Generation Mobile Communication Technology

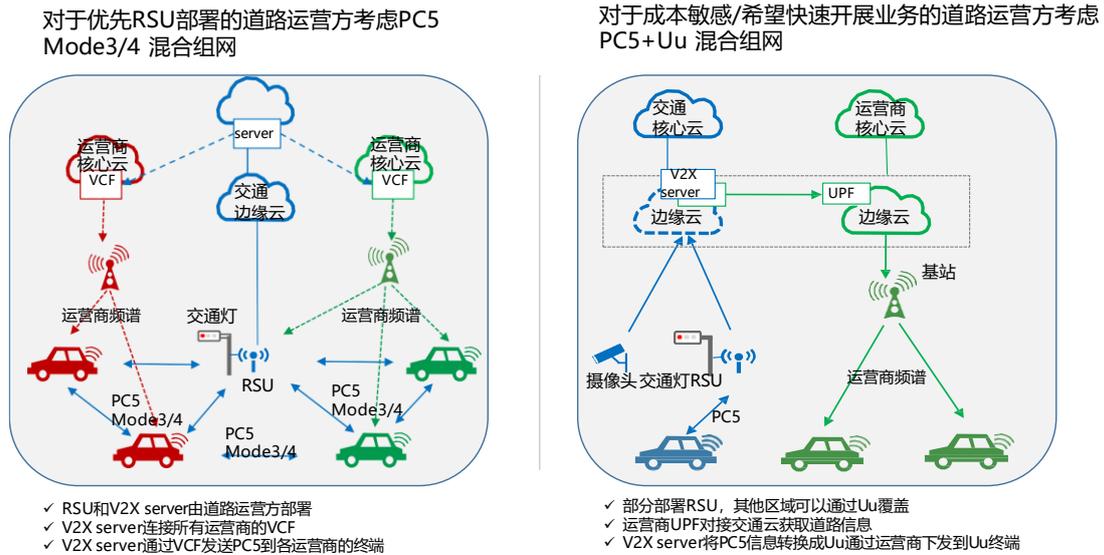


图 2-1: 智慧交通组网方案中的 5G 技术

2.1 高性能无线接入

5G 网络通过大规模天线技术大幅提高天线效率，增强上下行的覆盖能力并利用空分复用的方式提高系统容量。无线空口采用灵活的帧结构配置，满足大带宽、低时延业务的需求，例如要求超短时延的业务，可以通过配置大子载波间隔，结合超短时隙，可以达到符号级的资源调度，降低时延。

表 2-1: 4G 与 5G 性能对比表

指标	时延	吞吐量	每平方公里连接数
4G	30~50ms	100Mbps	1 万
5G	1ms	10Gbps	100 万

对比 4G（第四代移动通信网络），峰值速率从 1Gbit/s 提升到 20Gbit/s，用户可以体验到的带宽从 100Mbps 提升到 10Gbps，频谱利用效率提升 3 倍，可以支持 500km/h 的移动通信，网络延迟从 30-50ms 降低到 1ms，连接设备数每平方公里从 1 万个提升到 100 万个，通信设备能量利用率提升了 100 倍，每秒每平方米数据吞吐量提升了 100 倍，各项指标有了大幅度的提升。

无线网功能与设备形态重构，分离 PDCP 层（分组数据会聚协议子层）以上

和以下的协议栈功能和无线协议功能处理，以 DU 单元（分布单元）承载时延敏感的业务，实现无线侧的网络切片。通过多端口空时编码技术，形成多个波束赋形，引入空间维度，实现空间复用，降低了邻区的干扰。在水平和垂直方向上选择合适波束追踪用户，有效扩大基站覆盖范围，解决基站塔下黑、高层信号弱和信号污染等问题，通过多个不同波束同时为不同用户服务的方式，提升系统容量。波束赋形波瓣更窄、能量更集中，有效减少对邻区干扰。

2.2 端到端网络切片

核心网侧通过 5G 网元的灵活部署，针对智慧交通不同业务场景需求配置网元架构，可以灵活地支持网络功能定制化、切片定制、网络资源分配。每个切片网络都包含逻辑上隔离的接入网，传输网和核心网，保障不同服务需求的时延、带宽、安全性和可靠性等网络性能，以灵活地应对不同的智慧交通应用场景。在高保障场景，定制化切片的通信可靠性达 99.999%，并提供 QoS 高优先保障。

根据智慧交通业务场景需求自动化编排网络切片并随需求动态调整，实现对网络进行综合化管理。针对同一应用场景可在同一网络接入下提供不同的业务保障。5G 网络切片是信息通信行业与交通行业相联结的利器，具有可定制、可测量、可交付、可计费的特性。而对于行业用户来说，可以通过与运营商的业务合作，在运营商网络内部署自己的切片网络，无需建设专网即可更方便、快捷地使用 5G 网络，快速实现数字化转型。

2.3 多接入边缘计算

边缘计算是指靠近现场应用数据源头的一种超低时延的计算模式，通过计算力下沉的方式减少承载网传输与核心网元转发的时延。多接入边缘计算（MEC）作为云计算的演进，将应用程序托管从集中式数据中心下沉到网络边缘，更接近

消费者和应用程序生成的数据。5G 网络接入与边缘计算节点融合，提供一体化计算服务，可快速满足用户对边缘节点及云上基础设施即服务、平台能力即服务和应用即服务层不同能力的需求，满足智慧交通行业应用如危险场景预警、连续信号灯下的绿波通行、路侧智能融合感知、高精度地图下载、视频直播、车辆远程控制等功能的应用需求。

MEC 是实现 5G 低延迟和带宽效率等的关键技术之一，同时 MEC 为应用程序和服务打开了网络边缘，来自第三方的应用程序和服务，例如交警、交委、市政、路桥等的数据平台，使得通信网络可以转变成为其它行业和特定客户群的多功能服务平台。交通行业应用中的 MEC 更多的与业务服务单元整合部署，通过专线的方式与运营商的 UPF（用户面功能）网元对接，通过 UPF 本地卸载交通应用的数据转发至 MEC 计算处理，最终通过业务服务单元完成交通行业应用。



三、智慧交通典型应用场景

《交通运输政务信息资源目录编制指南（试行）》对交通业务领域进行了划分，主要包含民用铁路交通、水路交通、道路交通、道路运输、城市客运、交通管控、城市停车等 7 个业务领域。本白皮书结合当前行业发展热点方向及新技术融合思路，探索 5G 等新兴 ICT 技术在交通基础设施建设与改造场景（车联网场景、智慧灯杆等）、面向交警的交通巡检场景（重点区域交通状况巡检、桥梁隧道与边坡的维保巡检、交通工程建设巡检）、面向交管部门的监管场景（公交监管场景、重点营运车辆监管）、面向运营主体和公安的管控场景应用（交通枢纽管控、高速公路管控、机场管控、轨道交通管控、港口管控和临时应急管控）、面向交警与交通的交通执法场景以及面向社会公众的出行场景的应用情景。

3.1 数字道路场景

3.1.1 车联网场景

车联网是一种新型的智慧交通系统,其依托车用无线通信技术 (Vehicle to Everything, V2X)、车辆与车辆之间 (Vehicle to Vehicle, V2V)、车辆与人 (Vehicle to Person, V2P)、车辆与网络 (Vehicle to Network, V2N) 等新一代信息技术实现人、车、路、云、网、环境等交通参与物理要素的连接。

根据《5G 车联网十大产业趋势》分析,车联网 V2X 技术将为消费者提供安全、效率、便捷三大方面优质服务。安全方面,中轻型车辆能避免 80% 的交通事故,重型车能避免 71% 的事故;效率方面,交通堵塞将减少 60%,短途运输效率提高 70%,现有道路通行能力提高 2~3 倍;便捷方面,停车次数可减少 30%,行车时间降低 13%至 45%,实现降低油耗 15%。得益于 5G “大带宽、低时延、广连接” 的技术特性,5G 在车联网应用中可赋能到高精地图实时下载 (信息服务类)、定位管理 (信息服务类)、车辆碰撞预警 (安全类)、弱势交通参与者碰撞预警 (安全类)、绿波车速引导 (效率类)、闯红灯预警 (效率类)、协同换道 (自动驾驶类) 和编队行驶 (自动驾驶类) 等场景。

3.1.2 智慧灯杆

多功能信息杆的分布广阔、位置合理优势在一定程度上能解决 5G 站点需求密度大及选址难的问题,能较快完成对城市各大区域及道路的 5G 网络全覆盖。基于 5G 多功能信息杆,凭借其 5G 技术增强移动带宽 (eMBB)、超高可靠低时延通信 (uRLLC)、大规模机器类通信 (mMTC) 三大场景,能够更好地支持和推动智慧交通中 5G+ 应用的建设和落地。

(一) 城市道路

在城市道路中，根据与道路与行人的关系，主要可以划分为机动车道、非机动车道与人行道三大类。在以往的道路通信网络覆盖上，存在较多的盲点，这为车路协同、物联感知等应用及用户的个人应用体验带来较多的困扰。基于多功能信息杆的融合建设，5G 的低延时、海量连接和大带宽等功能，能够很好的处理道路重复网络覆盖或者新道路网络覆盖不能接轨的问题。同时也能够建立起智慧交通管控体系、充电设施、及车联网等方面的综合智慧交通系统、实施道路的全路段监测、全面提升道路及城市的交通监管质量。

（二）工业园与景区

在一些创新科技工业园区，可以考虑采用车联网、物联网、人工智能等技术来达到对企业业务或者管理上的高效应用，比如无人车货运、园区态势感知；在一些旅游景区，移动视频业务在很大程度上能为旅客带来不一样的体验，满足旅客分享视频、观看相关新闻、公益广告、直播等需求，而全覆盖的视频监控及物联感知能为景区管理者和决策者带来相关事实依据及决策依据。综上，无论是工业园还是旅游景区的相关先进应用，都对网络的时延、带宽、速率提出了很大的要求，基于 5G 的多功能信息杆，凭借其分布广的地理位置及集多功能挂载于一身的优势，在很大程度上解决了这部分问题，为两大园区的应用落地夯实坚实的基础。

（三）小区与校园

在居民小区和校园环境中，用户通信网络需求量较大，且在某一些时段会达到峰值，在以往 4G 站点叠加 5G 设备覆盖已经不能满足其需求，扩大站址密度是无可避免的途径，基于 5G 的多功能信息杆除了解决这部分难点之外，还能够带来提升小区及校园的环境容貌、治安监管等功效。

3.2 巡检场景

3.2.1 重点区域交通状况监测巡检

根据《2020 年交通运输行业发展统计公报》的统计数据，截至 2019 年末，全国公路总里程 501.25 万公里，公路养护里程 495.31 万公里，高速公路里程 14.96 万公里，高速公路车道里程 66.94 万公里。我国路网具有节点多、线路长、面积广的特点，这给城市路网、高速路网的交通状态感知带来较大难度。虽然交通运输相关部门在路段、重要路口已部署相应的感知设备，但相比庞大的路网体系，全路网的感知体系尚未构建，不能全局感知整个路网的运行状态。节假日、重大活动、重大事件发生时，交通管理部门难以及时掌握路网状况，给交通事件的及时感知、运力调度、交通流疏导、事件处置等方面工作带来较大难度，限制了交通部门整体的服务能力和服务水平。另外，传统的人工巡查方式已经难以适应现有公路的养护、运营和未来公路的发展。首先，交通主管部门配备的路面巡查与执法的人员数量相对有限，难以匹配现有的路网体量。其次，人工巡查方式受到空间、地形、天气与交通突发事件的影响较大，如路面出现大面积拥堵，巡查人员无法第一时间抵达现场，难以在第一时间获取最直观的现场交通信息，从而错失了最佳的事件处置决策时机。

5G 技术的高带宽、低时延技术特性可以赋能到无人机应用中，提供基于 5G+无人机的交通巡检方案，可通过无人机快速抵达重点交通区域，并通过 5G 技术实时回传交通状态信息，从而实现重点区域的监测和巡检。

3.2.2 桥梁、隧道和边坡的维养巡检

随着桥梁、隧道和边坡的大规模建设，桥梁、隧道和边坡工程的结构不可避免地遭到地质恶化、环境荷载、腐蚀、疲劳等因素的影响，可能导致桥梁、隧道

和边坡主体结构的损坏和劣化。若不及时检测和维修，将可能导致结构的破坏、甚至坍塌，给交通出行安全带来严重的隐患。桥梁、隧道和边坡的维保巡检内容包括边坡体剪切面受力监测、位移及倾斜监测、地下水位变化监测、边坡体监测区域降水、风力等环境监测。

5G 结合物联网传感器检测等技术，可以实现对桥梁、隧道和边坡的结构、周边地质、环境荷载、腐蚀、结构疲劳和环境水文等方面的监测，实时收集和感知桥梁、隧道和边坡的结构健康状态和环境健康状态，代替人工巡检的方式实现对桥梁、隧道和边坡结构安全保障；同时，5G 可在无专用通信网络的主动防撞预警中提供高可靠的通信能力，5G 技术结合桥梁高位监控摄像设备可以实现对桥域下方通行的船只、大型货运汽车的行驶轨迹与高度检测，并通过信息广播、大功率扬声器等行驶及时反馈并提醒驾驶员，实现桥梁主动防撞预警。

3.2.3 交通工程建设管理巡检

现场管理是工程建设管理的重点，大型机场、铁路枢纽等工程建设，需要经常查看现场情况，及时了解项目进展，以便于对工程进行指挥调度、巡查巡检和监督管理。如果每次查看现场情况都亲临现场，管理效率较为低下，而且现场情况复杂可能难以总览全局。

基于 5G 技术的视频监控能够很好地解决上述难题。通过在现场视野开阔的高点安装星光级全景智能鹰眼，同时提供全景与特写画面，兼顾全景与细节。其中全景画面由多个传感器拼接而成，可实现 360 度的全景监控。高倍数光学变焦能够实时清晰地查看工程建设现场，在全景监控的同时为用户提供快速细节定位功能。全景智能鹰眼集成先进的视频分析算法和多目标跟踪算法程序，可实现自动或手动对全景区域内的多个目标进行区域入侵、越界、区域进入、区域离开

等行为自动化的检测，并可输出报警信号和联动云台跟踪，及时进行预警，提升工程建设现场安全防范和管理水平。

3.3 监管场景

3.3.1 公交监管场景

公交车是广大市民出行的主要方式，是城市重要的基础设施和公益事业。传统的公交监管方式，存在公交调度效率低、供需不平衡、信息不对称、公交安全盲区大、服务水平低等一系列问题。**对乘客而言**，存在乘车难、准点率低、换乘不便、公交信息服务滞后与候乘车体验差等痛点；**对企业而言**，公交运营存在成本高、经营困难、调度效率低、安全生产管理易疏漏和安全事故偶发等痛点；**对于行业管理部门而言**，存在公交线路科学规划难、资金合理分配科学依据弱、难以客观评估企业服务水平和了解公交运输供需动态、公众信息服务能力弱，缺少面向公众服务的数据基础；**对于安防部门而言**，公交车作为封闭式运输工具，是城市“天网”系统的盲区，安防人员无法及时发现车内危险人员及异常行为并预警。

基于 5G+物联网、云计算、大数据、人工智能等先进信息技术为公交行业数字化和智能化监管提供了技术基础。“5G+”技术为公交行业智慧运营监控与调度、智能安防、联网无人机交通巡查及规范行车、车载高清视频、车载或站台公共 WiFi 无线网络、智慧站台、疲劳驾驶监控、车联网自动驾驶、车路协同、VR 远程维修、实时视频监控、人脸识别、人流统计、周界安全布防、体貌特征识别等应用场景保驾护航，提高公交的智慧水平。

3.3.2 重点营运车监管场景

重点营运车辆（包括客运班车、旅游包车、危化品运输车、散料运输车、重

型货车等) 是道路运输的主要车辆类型, 也是与人民群众生命财产安全息息相关的道路运输行业, 驾驶员的超速行驶、疲劳驾驶和非法营运等危险驾驶行为将有可能导致重特大交通事故, 从而造成大量的人员伤亡和巨额的财产损失, 严重影响道路运输行业的安全、可持续发展和社会和谐稳定。因此, 重点营运车辆的监管是道路运输安全工作的重要组成部分。

5G 技术结合重点营运车辆的监控视频和 GPS 定位可以实现对重点营运车辆的驾驶员危险驾驶行为监管 (超速、疲劳驾驶、违规停车等)、行业监管 (通行路线监管、违规进站监管、跨区营运监管等)、联动监管等应用场景。

3.4 管控场景

3.4.1 交通枢纽管控

城市交通枢纽一般以高铁站、机场等为核心, 配套以地铁、公交站场、出租等换乘公共交通工具, 是一个城市的形象门面。交通枢纽往往人流量较大且人员组成较复杂, 特别是在春节、中秋和国庆等法定节假日。交通枢纽承担着较大的客运和服务压力, 是公共安全管理重点和难点。

基于 5G 通信技术高速率、低延时、高带宽等特点, 结合云计算、BIM 建模技术、GIS 和大数据实现对交通枢纽三维立体还原和全面数字化建模。通过数字化三维交通立体模型对运行状态进行实时感知和动态监测, 形成虚拟交通设施在信息维度上对实体交通设施的精准信息表达和映射, 将建筑可能产生的不良影响、矛盾冲突、潜在危险进行智能预警, 并提供合理可行的对策建议, 以未来视角智能干预建筑原有发展轨迹和运行, 进而指引和优化实体建筑的规划、管理, 改善服务; 5G 结合移动无人机实现枢纽外场和移动高点监控, 消除监控盲区, 快速响应和指挥, 在城市交通管理能够发挥自己的专长和优势, 可以从微观上进行实

况监视、交通流的调控，实现区域管控，确保交通畅通，应对突发交通事件，实施紧急救援；通过 5G 及 WiFi 商业探针结合、高清摄像头等前端信息采集设备，辅以大数据分析，获取交通枢纽内人流分布信息、用户行为，并生成日常分析报告，与场内视频识别、温度等数据比对，对于有异常的场景、人物第一时间预警，以便枢纽指挥中心能快速响应调度，提升交通枢纽运营的整体智能化程度，提高管理水平和公共安全系数。

3.4.2 高速公路管控

高速公路作为一种现代化的公路运输通道，对沿线的物流、资源开发、招商引资、产业结构的调整、横向经济联合起到了积极的促进作用。高速公路具有交通量庞大、运输性能高的特性，与一般公路相比其设计标准水平起点要高很多，除了交通规划完善、路标指引明确、分隔清晰、道路划分标准外还配有许多人性化服务设施、交通控制管理设施及美化、绿化设施。高速公路有效地改善了我国传统的交通运输结构，使通过汽车运输产生的社会效益大幅度提高。高速公路的出现为体积小、价值高，对运输时间有较强要求的货物运输提供了安全、快速的保障。四通八达的高速公路为长距离的快速运输提供了衔接紧密，服务人性化的保障。同时，高速公路的完备建设为构建现代化交通事业的统一体系提供了有力的支撑，使公路运输摆脱了以往在综合运输体系中的从属地位，形成了与其他运输方式相匹配、相适应的更加强大的运输体系。

随着我国高速公路建设事业在飞速地发展，高速公路管控工作是确保公路完好畅通、出行安全的重要保障。目前高速管控工作中存在着许多“难点”。这些难点包括超限运输车辆治理、道路安全设施及公路附属设施的维护优化，例如桥梁、弯道、匝道、互通立交的安全提示、恶劣天气的行车安全等问题。

5G+车联网技术可以赋能到多个高速公路管控场景。如：(1) 货运物流场景
管控场景：货运物流车辆一般出发地和目的地明确，在高速公路上行驶具有相对连续性，可通过编队或远程驾驶等方式来降低人力成本，提高交通效率。此业务场景下适用的应用场景包括协作式自适应巡航、协作式车队/队列告警、车辆远程诊断、远程遥控驾驶、商用及货车在一定范围内的传输信息等；(2) 应急救援场景：高速公路上经常会出现交通事故等情况，在出现交通事故后第一时间赶到救援现场，会对救援起到极大的帮助，为了提高救援效率，紧急救援、高级优先车辆让行、紧急车辆信号优先权等应用场景可适用于该业务；(3) 道路养护管控场景：高速公路需要定期进行维护保养，在维护保养的过程中需要对道路进行临时封闭或限行管理，为了保证维护保养过程中的交通安全，道路施工预警、限制访问、限行管理等应用场景可适用于该业务场景。

3.4.3 机场管控

机场的远距离出行的重要交通枢纽和集散中心。机场的管控存在人流密度大、作业面广、人员复杂等痛点，给旅客安全出行、反恐、疫情防控等工作带来诸多挑战。结合机场行业现状及未来发展，5G 将在机场智慧转型过程中发挥重要作用，可以围绕机场业务运行管理和旅客体验的管控，赋能到以下应用场景：

旅客个性化服务场景，通过机场 5G 网络全覆盖，依托 5G 大连接实现机场区域人员密集、流量需求大的网络传输需求，实现对航班保障、航空公司和旅客的个性化信息服务。移动安防监控场景，机场安防系统集成涉及系统面广、监控对象多、业务场景复杂，在机场安防系统建设过程中，充分利用 5G 高速无线网络，满足无线监控视频系统传输高清图像在机场的大规模安装和使用，突破有线网络无法达到或布线成本过高的限制，使无线视频监控成为有线监控的重要补充

而广泛使用，提升生产现场移动监控和应急处置指挥可视化能力，加强机场应急指挥调度的高效便捷性。综合交通场景，利用 5G 移动技术，方便、快捷地采集和整合机场大巴、出租车、地铁、公交和飞机等不同交通工具信息，实现对道路交通移动的实时监控和车辆的实时跟踪、智能停车管理等，提供全方位、多渠道的信息发布和共享方式。能源管理场景，利用 5G 网络大流量、广连接、低时延、高可靠的特点，通过对数据的采集、处理和分析应用，将电流、信息流、业务流紧密结合，达到智能运营的目的，同时推动万物互联、24 小时监测、无人巡检、高放射性环境下无人操作等应用的落地。智慧管理场景，利用 5G 时代，随时随地的视频会议，使得指令下达与信息反馈更加顺畅，沟通效率逐步提升、管理成本逐步降低。

3.4.4 轨道交通管控

轨道交通具有公共性、开放性的特点，且轨道交通具有交通线路长、站点多、乘客流动性高、人员密度、成分复杂、涉及面广等特点，给轨道交通的安全管控带来巨大挑战。5G 移动网络可凭借其“大带宽、广连接、低时延”的特性，支撑多种感知设备的连接、海量监控视频的实时传输，可接入轨道交通站点、列车内已建视频监控资源实现人像结构化分析，对涉案涉稳重点关注人员实时布控，变被动防御为主动及时预警，强化轨道线路、站点的巡逻防控，全面提升轨道交通战线对重点嫌疑目标的自动识别、敏锐感知和预警预防能力，筑起公交地铁战线反恐维稳的铜墙铁壁。

3.4.5 港口管控

港口作为水陆交通枢纽，主要从事装卸、搬运、储存、理货等港口生产、流通或服务性经济活动，也是客运、普通货物营运和危险货物营运等日常经营活动

的区域。港口的安全作业、安全生产一直是港口管控的重点，并且港口一般毗邻货物堆垛场，是安全生产的高风险区域。

5G 的高带宽、低时延、广连接的特性能够满足港口自动化、智能化和安全生产监管需求，助力港口数字化、自动化、智能化转型。5G 技术可以为港口提供包括远程高清监控、货船人工智能分析、高精度定位、危化品堆放识别等场景化应用的整体解决方案，助力港口操作智能化、物流服务电商化、企业管理平台化、垛场堆放安全化，提升港口运营效率，推动建设“绿色、低碳、智慧、安全”型港口。

3.4.6 临时应急管控

应急管理是为了降低突发事件的危害，基于对突发事件的原因、过程以及后果的科学分析，有效利用各方面资源，运用各种手段与方法对突发事件进行有效的应对、控制和处理的过程。在恶劣天气、重特大交通事故、交通基础设施养维、施工和新冠疫情防控等临时交通应急管控场景中，往往要求在短时间完成临时管控设施的搭建和部署，而高速的网络环境是交通临时应急管控工作开展的基础。5G 网络拥有“免布线、大带宽、低时延、广连接”的特性，特别适用于提供交通临时管控的网络保障。5G 网络结合太阳能或者蓄电池可实现临时管控设置的快速部署，节省临时管控部署的时间和成本，且在临时管控结束后可实现设施的重复利用。

3.5 执法场景

目前的交通执法采用“路边守点、迎车拦截、上车检查、判断违章交通”的执法方式，存在执法点分散、违章违法时空不定、执法面广和现场取证困难等挑战，导致有限的执法资源难以纠正大量的交通违章、违法现象。交通事故一般会

造成局部区域的交通拥堵。在发生交通事故时，即使调度最近位置警力前往现场，也难以保证出警的时效性。更重要的是，有限处理交警人员一方面需要维护交通秩序，另一方面需要处理交通突发状况，导致交警人员难以全面兼顾所有事故现场。

前端感知技术及网络传输技术的不断发展，赋能交通执法、现场取证等科技技术，为交通执法和事故取证的科技化与智能化发展保驾护航。利用 5G+无人机开展辅助交通执法、事故取证是落实交通执法、事故取证工作“可视、可控、可追溯”要求的具体体现。采用 5G+无人机辅助交通执法和事故取证，能有效缓解巡查执法和交通事故发现问题难、节假日道路拥堵保畅难、交通事故案件处置慢等一系列问题，并且能实现数据与指挥中心之间的远程实时传输，及时为决策层提供决策和研判依据。

3.6 出行场景

出行即服务(Mobility as a Service, MaaS)是指利用技术综合匹配乘客出行的时间成本、金钱成本和对环境影响的基础上，将飞机、火车、地铁、公交、出租车、共享单车等交通方式的出行服务进行整合，进而为用户提供满足各种交通出行需求的一站式出行模式。MaaS 是出行需求发展到一定阶段后的一种演化，强调交通系统的多模式、一站式、门到门、需求响应和未来可持续性。

在智慧出行场景，通过 5G 连接用户、不同的信息平台、“互联网+”出行平台，为用户提供多种智慧出行场景，其典型的应用场景包括共享出行(共享单车、共享汽车、共享巴士、共享停车等)、互联网+出行平台(网约车、在线票务、在线选座)等场景。



四、智慧交通典型解决方案

本白皮书围绕典型智慧交通典型应用场景，充分结合 5G、边缘计算、无人机、人工智能、物联网等一批先进 ICT 技术的特点，从实践出发抛砖引玉，探索智慧交通领域中面向道路基础设施的数字道路解决方案(5G+车联网方案和多功能智慧灯杆解决方案)，面向交通状况及交通基础设施的智慧巡检方案（基于 5G+无人机的重点交通状态巡检方案、基于 5G+无人机的桥梁、边坡及隧道维护巡检方案和基于 5G+无人机的交通工程巡检方案），面向营运车辆的交通监管方案（5G+公交监管、5G+重点营运车辆监管）、面向运营主体的智慧管控方案（5G+重点交通枢纽管控方案、5G+高速公路管控方案、5G+机场管控方案、5G+轨道交通管控方案、5G+港口管控方案、5G+交通应急管控方案）、面向交警和交管执法的智慧执法方案以及面向社会公众的智慧出行方案。

4.1 数字道路

4.1.1 5G+车联网方案

通过 5G+车联网打通“人-车-路-云”等要素的联系，增强“感知-计算-决策”3个环境的反脆弱性，整体形成“云-管-边-端”的智能网联体系。基于智能网联的自动驾驶方案能够在感知环境环节实现车载信息和路侧信息的融合，例如在非视距、恶劣天气等条件下弥补车载信息的局限性；同时，能够在计算环节中协同多源数据，实现感知数据的融合，例如将车载数据云化；最后，在决策环节中实现基于“车-车”、“车-路”和“车-云”联动的综合驾驶决策。

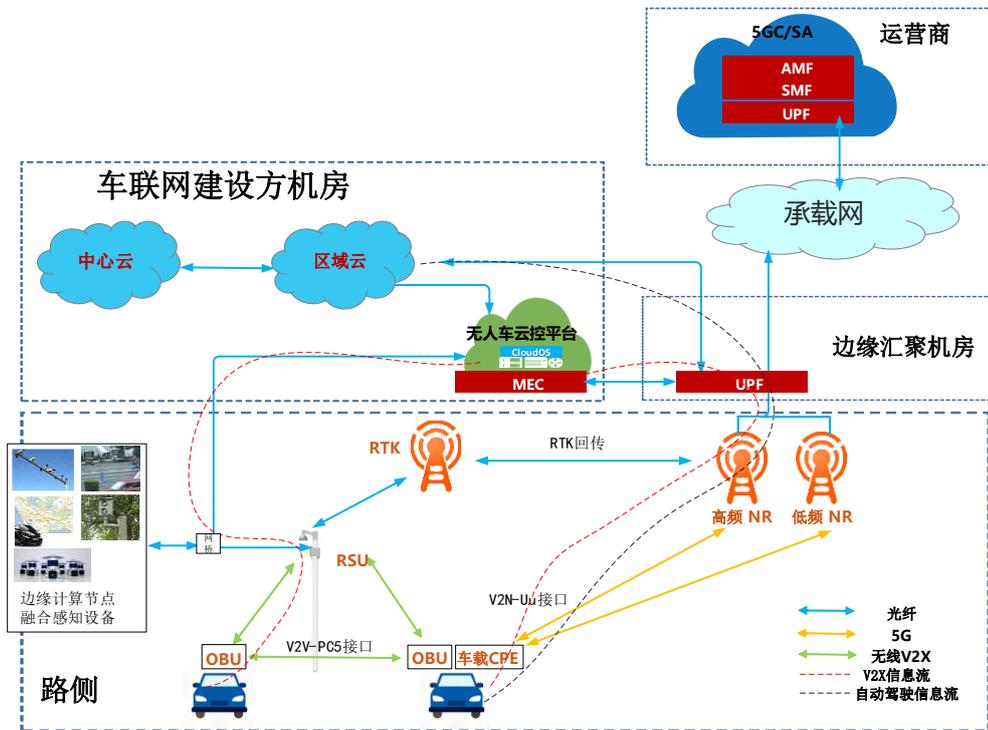


图 4-1：5G+车联网方案示意图

相比单车智能方案中仅仅依靠车载传感器与车载计算单元进行感知、计算和决策，5G+车联网方案可以通过“云-管-边-端”架构，搭建以5G网络为载体的车侧-路侧-云侧的多级计算体系，可以弥补单车智能方案在信息感知能力与计算决策能力方面存在的缺陷，从而适配复杂多变的环境。

4.1.2 多功能智慧灯杆

杆柱是智慧城市基础设施的重要组成部分,而多功能信息杆是传统路灯杆在新时代下的转型升级。多能信息杆的发展理念与“新基建”高度契合,凭借其天生俱来的分布广阔、位置合理优势,多功能信息杆有望成为智慧交通前端各类感知设备的优良载体。多功能信息杆上可安装 5G 基站、相关监控设备、信息发布屏、环境监测等传感器、车路协同 RSU、雷达、边缘计算设备、可变信息标志牌、电子警察等设备。5G+多功能信息杆的配置功能可以包括智慧照明、视频监控、移动通信、智慧交通、信息发布、新能源、环境气象、应急通信等多个服务。



图 4-2: 多功能信息杆方案示意图

5G+多功能智慧灯杆,为 5G+自动驾驶、5G+无人机巡检、5G+智慧交通、5G+车辆管理、5G+智慧交通枢纽、5G+智慧高速、5G+智慧机场等应用领域根据自身的业务需求选取合适的杆体进行挂载所需设备,实现“多杆合一”和“多感合一”,消除多杆林立的街头乱象。

4.2 智慧巡检

4.2.1 5G+无人机重点区域交通状况巡检方案

综合运用“城市低空巡防”无人机、高空天眼和视频实时回传，在重大活动（马拉松、演唱会、航展等）、重要节日（春节、端午节、国庆节等）、巡查勤务等期间开展高空巡逻，打造城市路网、高速路网、重要路口等区域空地全方位一体巡防。基于 5G+无人机重点区域交通状况巡检的方案利用 5G 网络大带宽、低延时等技术特点，大大提升了无人机的应用水平。一是实现了单机多路视频图像更安全、更灵活接入视频云；二是从高清图像向 4K 超高清图像采集扩展，相比 4G 网络实现效能和精度的成倍提升；三是通过 5G 数据云提供三维空间信息，实现指导自动飞行；四是通过 5G 网络可同时对视频、测绘、热成像、频谱等数据进行采集，服务城市路网、高速公路路网、重要路口路段的日常巡查及交通事件感知等业务，实现一次飞行，多部门使用。



图 4-3：5G+无人机重点区域交通状况巡检示意图

5G+无人机重点区域交通状况巡检方案有着其他交通监测、感知系统无法比拟的移动性和威慑性，因此在高速公路、城市路网、重点路段、重要活动现场可以作为“疏导交通”的重要手段指挥交通，避免二次事故的发生。

4.2.2 5G+无人机桥隧、边坡维养巡检方案

通过 5G 边缘计算实现无人机的自动飞行控制，对山区高速、跨海、跨江大桥、高架、隧道和边坡等公路设施按照设定的自动飞行路线自动完成道路基础设施的的巡检、拍照、上传和病害监测。基于 5G+无人机桥隧、边坡维养巡检方案部署简单，实施过程可实现无需人工干预，自动完成桥隧、边坡维养巡检的常态化任务。

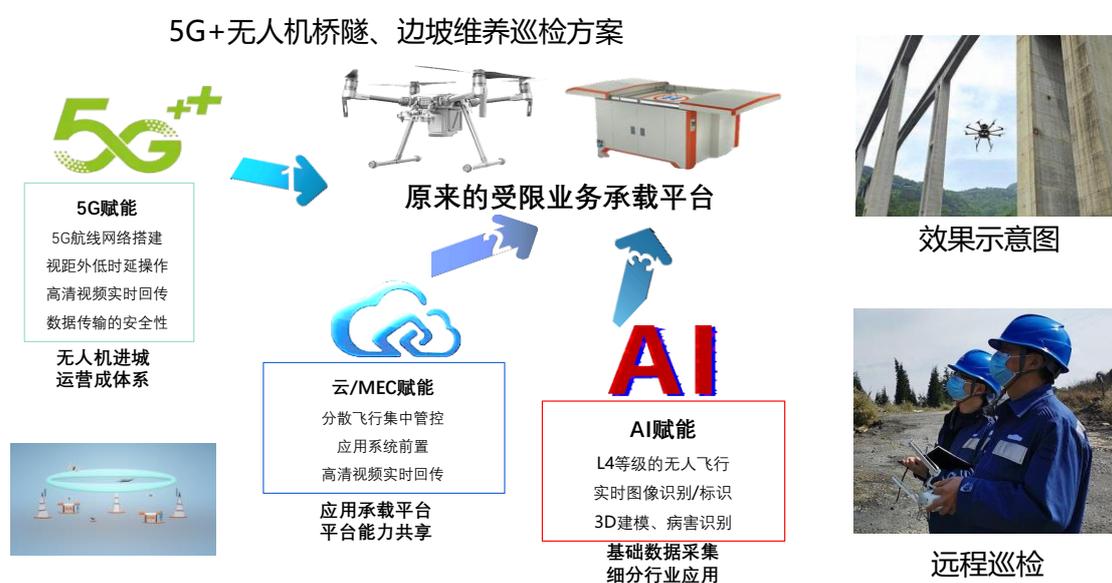


图 4-4: 5G+无人机桥隧、边坡维养巡检示意图

基于 5G+的无人机能到达一些人工难以到达的位置，也可以实现向上无死角拍摄，帮助检测桥梁钢梁下部病害等情况。基于 5G+的无人机桥隧、边坡维养巡检方案中，无人机升空后即可按照系统设定的路线和程序，自行飞行巡查，通过北斗卫星高精度定位技术，可实现多机协同，对桥隧、边坡进行拍照、上传、并对桥梁等设施搭建三维建模效果，形成公路基础设施电子档案等。

4.2.3 5G+无人机交通工程建设巡检方案

5G+无人机巡检项目充分发挥 5G 超高带宽、超低延迟两项特性，在城市低空域建设可靠的、连续的无人机全自动飞行（L4）航线网络，实现无人机进城后的可管、可控和可用；以智慧机库、网络切片、边缘计算三项功能打造行业共享的无人机机场，并为细分行业需求所需的应用、系统及 AI 提供优良的承载平台。

5G+无人机巡检在重点交通枢纽的建设场所，通过 5G 无人机与安防应用相融合，以 AR 和裸眼 VR 360°全景视图为基础，对重点区域、重点人员、重要设备、重点作业进行快速分析、精准定位及画像，打造机动、立体安防体系，满足交通工程建设现场综合管理需要。其功能可包括：现场全面实时监控、工程现场安全管理、项目质量管控、项目进度管理及消防安全管理等方面。



图 4-5：5G+无人机交通工程建设巡检示意图

5G 无人机具备 360°旋转爬升、快速远程巡航等特点，有效解决施工现场点多、线长等对安全巡查带来的不便问题，并将现场视频画面实时传回后台，可及时发现隐蔽角落的违规行为。同时，在交通工程建设巡查中，借助 5G 无人机广阔的高空视角优势，项目安全员可以细致全面地观察消防隐患，实现对人力难以到达位置的可视监控，通过及时发现隐患并整改，有效降低了项目施工安全风险。

4.3 智慧监管

4.3.1 5G+公交监管

5G+公交监管方案通过 5G 网络+高清监控视频实时监控城市公交行车状况、驾驶行为，并实时回传到云端后台，保证行车与乘客安全。同时，5G+公交监管方案还可以结合智能穿戴设备实时监测司机的健康状态；使用 5G 高速网络与公安网络打通，通过人脸抓拍设备自动分析检测出可疑人员并及时预/报警。方案总体架构上分为三大部分：终端侧部分、网络部分和应用支撑部分。

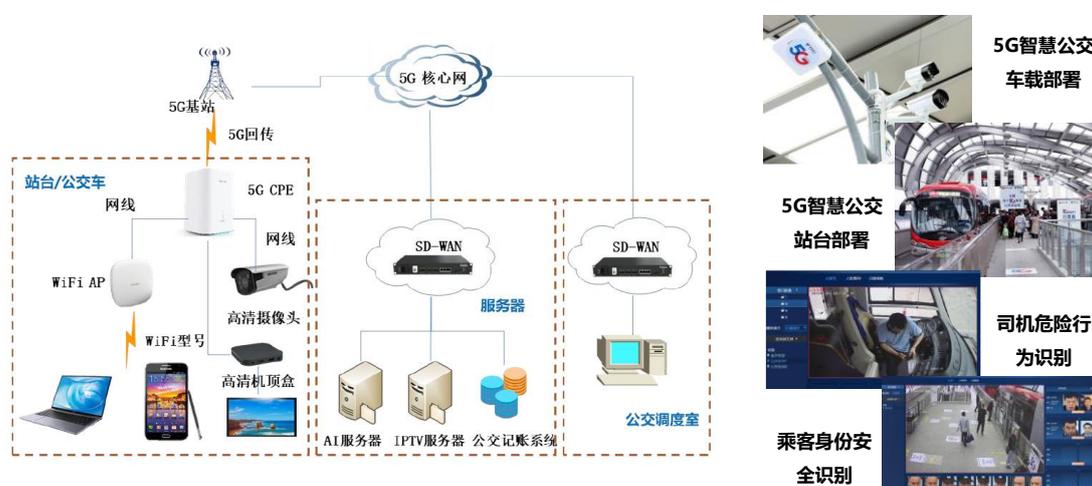


图 4-6：5G+公交监管方案示意图

5G+公交监管方案解决车载大数据所有权旁落问题，为客户节省 SaaS 平台服务支出。统一数据接口，减低运维管理成本，提升管理效能。实时可视化监管，强化综合运营、安全、应急管理，提高公交信息化、智能化管理水平。

5.3.2 5G+重点营运车辆监管

针对交通部、各省交通运输厅对重点营运车辆主动安全智能防控技术及 ADAS 应用的需求，基于图像处理技术、人脸特征识别分析技术、车道检测和无线通讯技术（5G）和 GPS/北斗全球定位等技术可实现对前向碰撞报警、车道偏离报警、车距过近报警、疲劳驾驶报警、分神驾驶报警、抽烟报警、驾驶员异常报警、胎压异常报警等主动安全防控功能，满足企业用车安全运营、调度高效、监管到位、应急响应及时等日常管理要求，提高企业运营水平，提升企业安全生产能力。本方案可实现安全监管、驾驶行为分析和高级辅助功能。其中，安全监管包括实时动态监控管理、驾驶员和车辆的预警预控、远程控制、通信调度等；驾驶行为分析包括不良驾驶行为检测、驾驶员身份识别、疲劳驾驶识别等行为识别与分析；高级辅助驾驶包括碰撞预警、车道偏离预警和盲区监测等。



图 4-7：5G+重点营运车辆监管方案示意图

基于 5G+重点营运车联监管方案可全面降低事故率，保障交通安全畅通，降低因事故造成的人民群众生命财产损失，同时满足管理部门安全监管、应急响应及企业日常管理需求。

4.4 智慧管控

4.4.1 5G+重点交通枢纽管控方案

基于 5G+重点交通枢纽管控方案的整体体系包括前端感知层、传输网络层、交通枢纽管控智能中枢以及应用层和展示层。

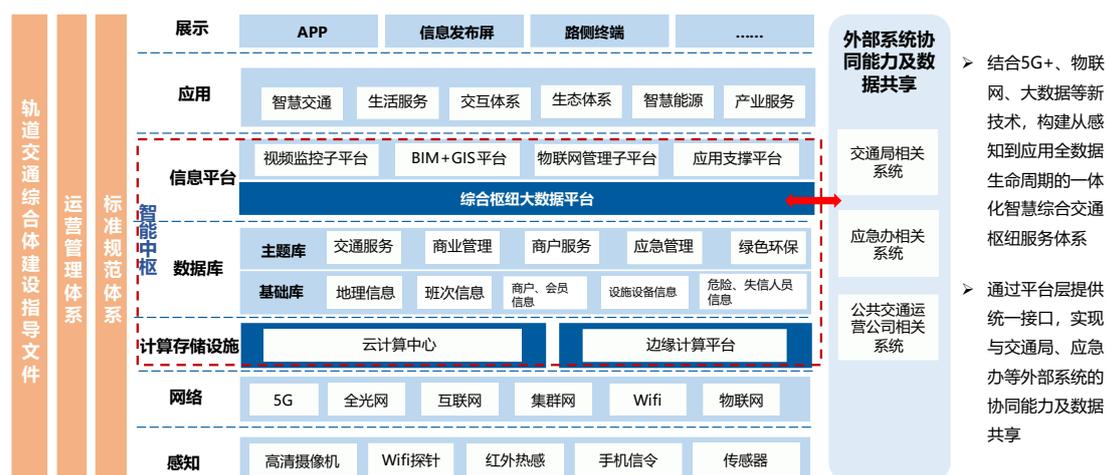


图 4-8: 5G+重点交通枢纽管控方案示意图

前端感知层围绕枢纽站内、外,公共交通站场的人流信息、异常人员的检测、异常环境和健康监测需求,配置高清摄像机、WiFi 探针、红外热感、手机信令和多种 IoT 传感器为主。网络传输层为满足高清监控视频传输、各类 IoT 传感设备等传输网络性能需求以及设备物理位置、不同传输阶段以及网络铺设成本等因素,主要包括 5G、全光网、互联网、WiFi、IoT 物联网等多网络共同支撑起整个交通枢纽网络体系。智能中枢包括数据 IT 计算设施、行业专题数据库和信息平台,是整个系统的“大脑”,负责海量数据的存储和运算,对交通枢纽外部公共交通的车次及时间信息、航班信息、枢纽内部的商户信息、车位信息、人流数据、人脸数据、设施设备信息等提供数据聚合、建模分析,为交通枢纽管控应用场景提供专业化、智能化模型。应用层和展示层为枢纽管控的多个智能应用场景和接入方式。

4.4.2 5G+高速公路管控

5G+高速公路管控方案主要在路侧部署 C-V2X RSU、摄像头、毫米波雷达、边缘计算等设备。通过融合毫米波雷达、激光雷达、摄像头、车载终端等多源数据，基于边缘智能计算，获取道路全景信息，实现高速路事故、行人等异常交通事件全天候实时感知，并通过 C-V2X 网络广播至车载 OBU 或者通过后台推送至 APP 实时让司机知晓，以便车辆进行车速调整、变道超车、自动减速以及紧急停车等。毫米波雷达、视频监控、气象监测、RSU 及电子车牌等智能化监测设备，可以对高速上的人、车、路、环境等相关公共交通数据进行车道级高精度采集以及亚秒级动态化刷新。多维传感数据经由边缘计算节点进行实时动态融合，通过 5G 传输及后端平台侧 AI 分析，提供高速日常运营管理、决策分析支撑。

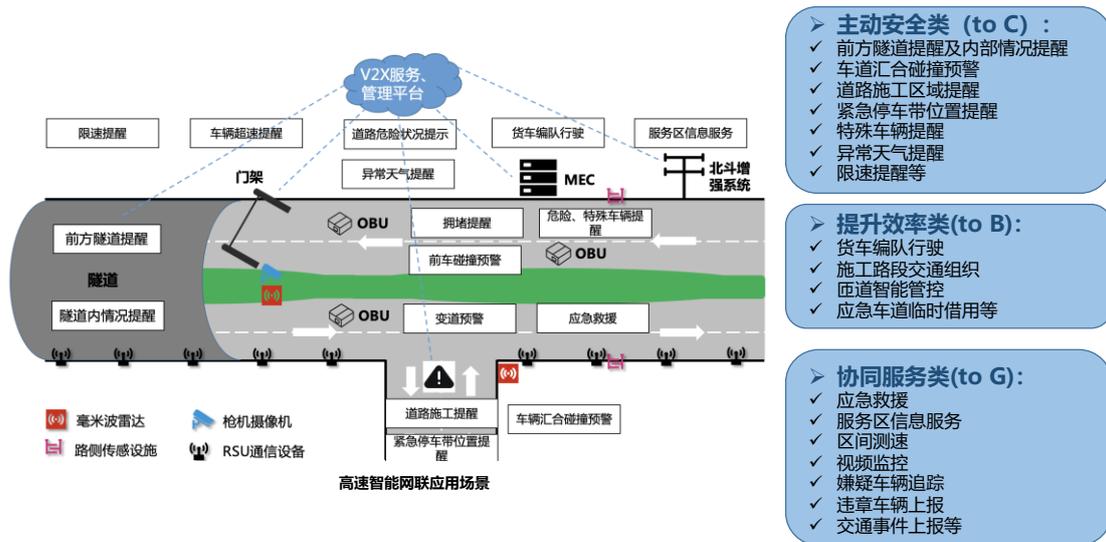


图 4-9: 5G+高速管控方案示意图

基于 5G+高速公路管控方案的典型应用包括面向驾驶员的主动安全类场面、面向企业的类提升效率类场景和面向政府管理机构类的协同服务场景。该方案的通过一次性建设，同时面向三类不同的场景赋能，具备良好的集约建设效应。

4.4.3 5G+机场管控方案

机场作为重要的综合交通枢纽，“大带宽、低时延、大连接”的 5G 网络必将更好地赋能机场管控需求，并在机场运控、服务、安全和管理四大方面发挥巨大的作用。

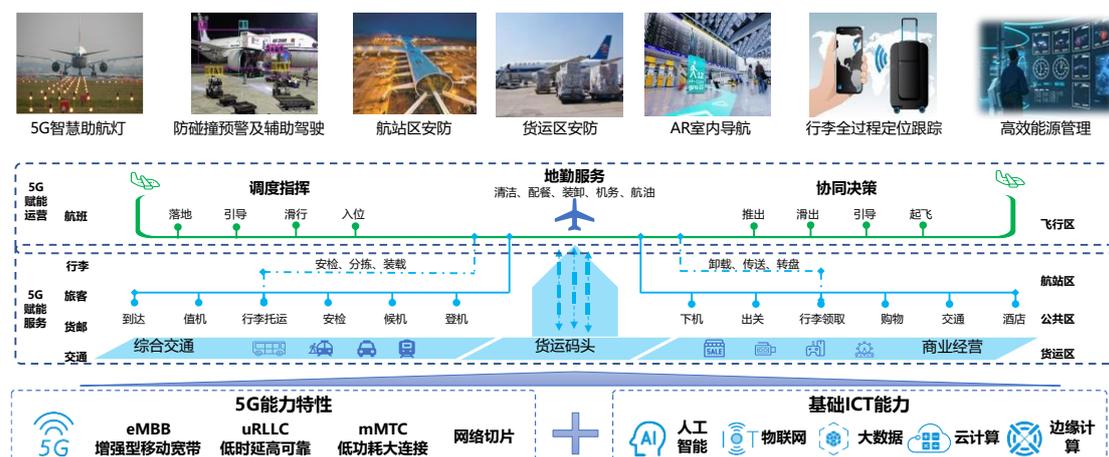


图 4-10：5G+机场管控方案示意图

运控层面结合 5G 大连接、大带宽特性，融合物联网、智能视频分析等技术，并与监测雷达联动，提供机坪设施管理可视化自动化、跑道道面异常检测、机坪车辆安全辅助驾驶、飞机远程检修等应用。服务层面，依托 5G 网络通信技术，结合物联网、人工智能、高清视频分析技术、人脸识别等技术提供机场旅客便捷出行、机场行李全程托运感知化、机场物流可视化等应用。安全层面，依托 5G 网络灵活组网的特性，提供 5G 无线监控、5G 可视化货物检测、5G 智慧巡逻等个，解决最后一公里的网络部署问题。在管理层面，借助 5G 网络实现移动办公，借助 5G 大带宽、低时延、智能物联和移动便捷的网络特性，实现对机场区域内工作人员身份、行为监控管理，借助 5G 网络实现能源状态感知调控，支撑能源设备全面管控。

4.4.4 5G+轨道交通管控

5G 技术构建智慧地铁运营体系的无线网络通道，实现对轨道交通的精准管控。5G+轨道交通管控方案包括基础设施层、能力平台层到智慧应用层的一体化平台架构，实现智能感知、智能联动、智能分析的能力，支撑上层运营、服务、管控三大智慧场景及其中九大应用，用数据驱动安全、效率、效益和服务的提升。其中运营类应用包括轨道交通客流态势分析、客流疏导应用和线路联动运营优化等应用；服务类应用包括多站线 5G 覆盖服务、5G 客服机器人和出行辅助应用；管控类应用包括基于 5G+AR 的列车与站台巡检、辅助机器人巡检和高带宽车地通信应用。

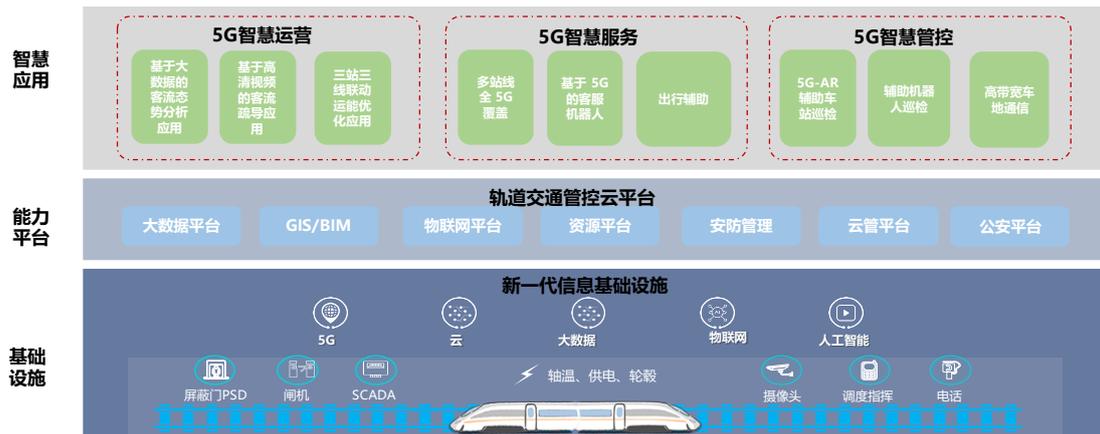


图 4-11：5G+轨道交通管控方案示意图

通过 5G 的“大带宽、广连接”的特性，整合屏蔽门传感器、闸机、SCADA、摄像头、调度智慧等基础设施的多源数据，依托大数据、物联网和人工智能构建轨道交通管控云平台，实现轨道交通运营、服务和管控一体化和智慧化。该方案可有效提升轨道交通的运营效率，提升管理部门的服务水平，提高轨道交通运输安全。

4.4.5 5G+港口管控方案

5G+港口管控将 GPS、GIS、RFID、无线通讯技术(5G)、实时监控系统(AIS)、自动化装卸系统、物流搬运机器人(AGV)、智能监控技术、智能运输系统(ITS)等先进的通信、信息和自动化技术通过网络连接到整个港口物流作业、运输服务及港口管理中。在信息全面感知和互联的基础上，实现港口集疏运体系、生产操作、仓库管理、物流跟踪、海关监管等方面的智能化，实现车(汽车、火车等)、船(货船、客船等)、人(港口职员、船客等)、物(货物、港口设施等)与港口各功能系统之间无缝连接与协同联动的智能自感知、自适应、自优化,最终使港口形成安全、高效、便捷、绿色可持续发展的形态。

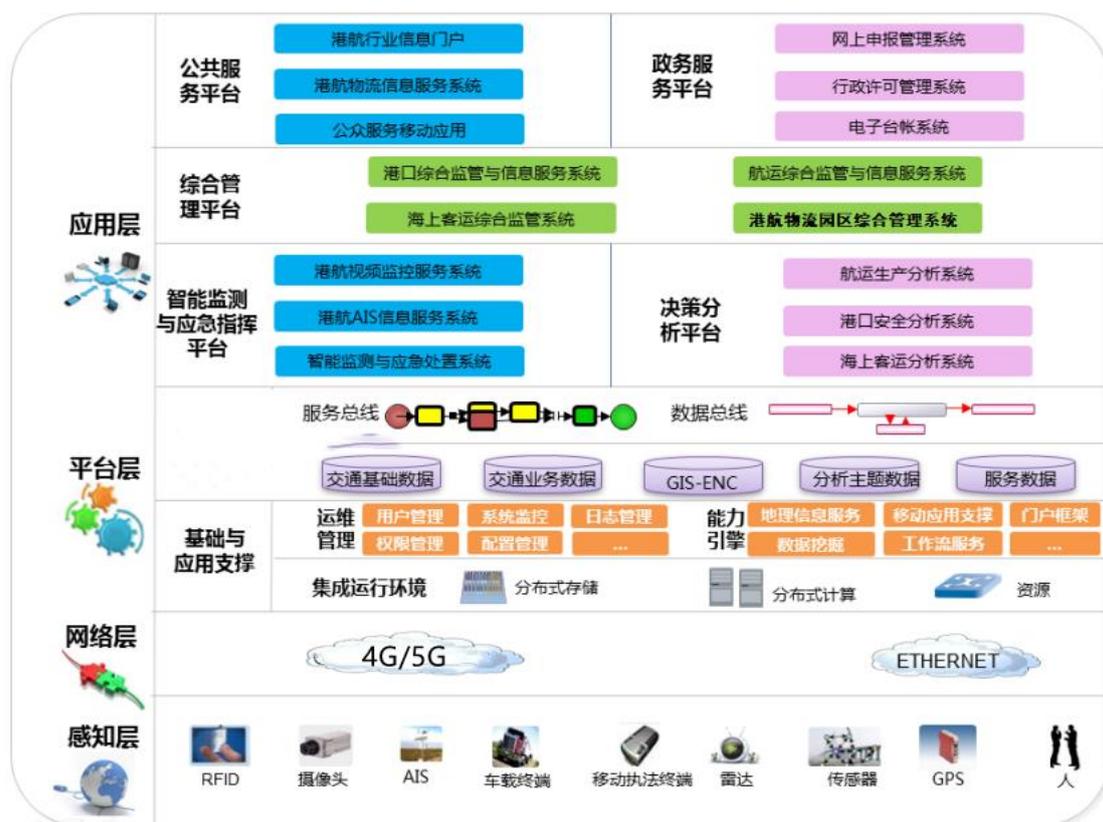


图 4-12: 5G+轨道交通管控方案示意图

基于 5G 的港口管控平台将有效地提高港口的生产安全水平与港口的运行效率，同时降低港口服务的人力成本。

4.4.6 5G+交通应急管控

交通突发事件的不可预见性、随机性和重大灾害性对公共交通出行安全带来严重的挑战。5G+交通应急管控方案通过视频监控、交通流畅异常检测及时发现交通突发事件，并通过多种形式进行发布和预警，根据突发事情的程度触发对应交通预警预案，避免二次交通事故。

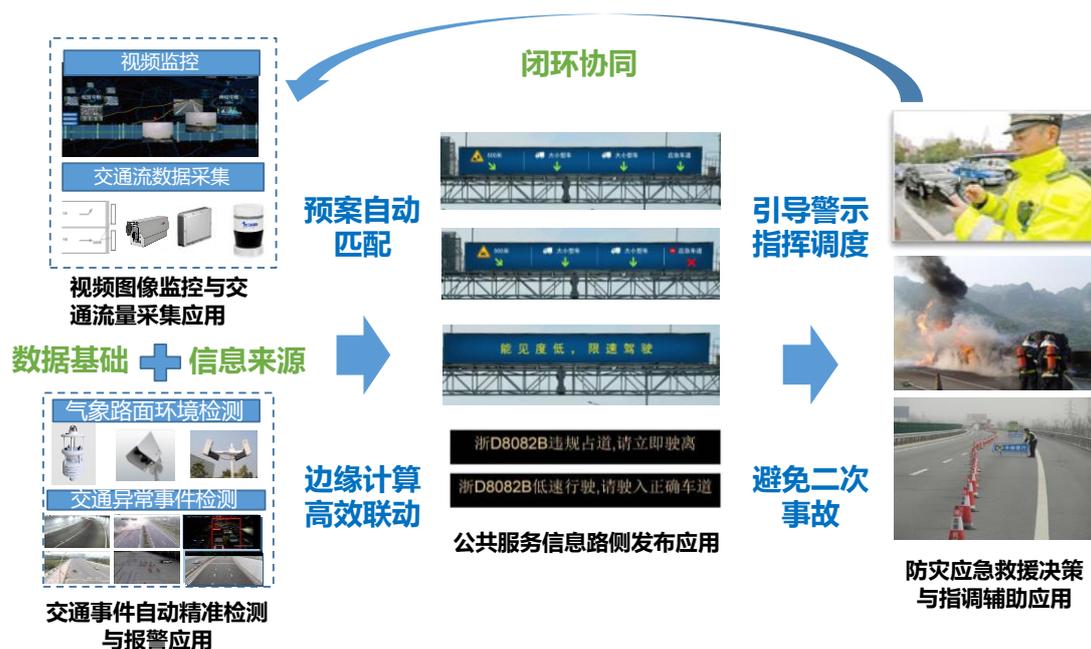


图 4-13: 5G+交通应急方案示意图

基于 5G+交通应急管控方案能够实现交通突发的事件的实时感知、精准监测，并能自动匹配应急预案。一方面，通过多种消息展示和推送方式告知交通突发事件地点的后续车流。另一方面，联动交通管理部门引导交通警示部署和交通指挥调度，防止二次交通事故发生。该方案的具有超高的交通突发事件感知和预警及时性，最大限度地防止二次突发事件的发生，有效地把交通突发事件带来人民群众生命、财产损失降到最低。

4.5 智慧执法

交通执法场景中，交警部门可以通过 5G+无人机的方式对重点管控路段加塞、压线变道、违停、抢灯等场景进行远程非现场取证、远程非现场纠正。交管部门可以通过“5G + 执法终端 + 无人机高清视频实时回传 + 车牌智能识别”的方式对交通事件捕获、违法行为识别的识别，将路上行驶的营运车辆车牌信息实时回传后台，通过与后台数据库比对，现场执法人员即可实时获知该车辆的经营业户信息、经营范围、车辆 GPS 安装和在线情况、车辆是否正常年检、过往违规记录等相关营运信息，迅速发现问题车辆，同时通知前方执法单元，对问题车辆进行拦截，实现精准执法。路政部门可以通过无人机航拍取证，路政部门能够及时获取破坏路产设施的行为，并能对违法行为进行抓拍取证，大力打击破坏路产、侵占路权的行为。



图 4-14: 5G+无人机交通工程建设巡检示意图

基于 5G+无人机的交通综合执法方案，变被动为主动，具有机动性高、及时性强、取证完整、成本低廉等诸多优势，使得少量的警力最大化纠正交通违法行为。

4.6 智慧出行

基于 5G 的智慧出行即服务(MaaS), 通过多源数据资源的融合, 将交通工具、交通路况、停车、网约车、共享出行、餐饮、住宿和景点等多源数据打通, 构建统一的智慧出行平台, 为用户提供出行查询、推荐、票务预定和结账等一站式的出行服务。用户在出行前只需要在 MaaS 出行平台输入出行目的地, 平台即可为用户构建多种不同的出行方案, 并根据用户的偏好为用户推荐最佳出行方案、出行时间和预估出行费用和出行耗时。用户根据 MaaS 出行平台提供的出行方案或者自定义出行方案, 在线下单和支付, 平台根据用户的出行规划和支付信息, 适时提醒用户出行注意事项和需要随身必需品。出行过程中, 平台为用户提供高精度出行地图、出行路径诱导、无缝接驳换乘、出行办公和出行娱乐等服务。到达目的后, 平台为用户按需推送停车诱导相关信息、行李托管和寄派服务, 为用户提供餐饮、住宿、娱乐信息推送, 用户可以在平台中预定餐饮和住宿等相关服务。

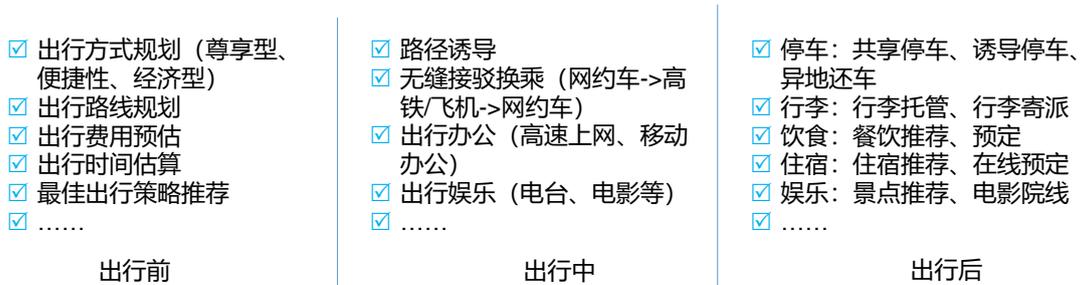


图 4-15: 智慧出行示意图

基于 5G 的智慧出行即服务(MaaS)服务将多个不同的服务平台和体系进行打通融合, 让用户在同一个平台完成出行的规划、出行实施和出行后的生活问题。基于 5G 的智慧出行即服务(MaaS)服务不仅仅在操作层面更加统一便捷, 也避免了不同平台导致中间无接驳、无店可住等问题。



五、总结及展望

5.1 智慧交通的发展的机遇

改革开放 40 年来，我国交通信息化已取得巨大进步，但仍处于智慧交通发展的起步阶段。随着以 5G 为代表的新基建建设的兴起，让智慧交通的发展有了新的起点和方向。

智慧交通建设正处于政策红利窗口期。交通强国是以习近平同志为核心的党中央立足当前交通国情、着眼全局、面向未来的作出的重大战略决策，是实现交通强国的重要抓手。随着国务院《交通强国建设纲要》的横空出世，各部委密集出台数字道路、智慧交通等相关配套实施政策，各个省、直辖市地方政府同步出台相关建设和实施方案。而当前正是各地政府大力主导、推进和支持智慧交通发展的重要政策红利窗口期。

智慧交通建设正处于新兴 ICT 技术应用的爆发期。当前，以 5G 新型基础设施、云计算、大数据、人工智能、物联网、边缘计算等为代表的新兴的 ICT 技术

经历了前期的理论研究和探索阶段，而正处于大规模应用的爆发阶段。这些新兴的 ICT 技术为智慧交通提供了大带宽、高可靠、低时延和广连接的网络传输保障，提供多源数据融合、关联和分析应用的方法、人工智能技术赋予了智慧交通的强大视觉、听觉和理解能力。相比智能交通时代，智慧交通的发展正处于新兴 ICT 技术应用爆发的红利窗口期。

5.2 智慧交通发展面临的挑战

尽管以 TOCC 和车联网为代表的智慧交通试点在多个地市的试点开展取得圆满成功，并且成效显著。但是，当前智慧交通发展仍然面临诸多的挑战：

投资大，道路改造成本高。智慧交通的全面发展，不仅依赖于“聪明的车”，“强大的脑”，也离不开“智慧的路”。为“聪明的车”提供各种信息交互的数字道路就是“智慧的路”。数字道路沿线需要密集布设大量的 5G 通信单元、IoT 传感器、RSU 设备、毫米波雷达、高清监控摄像头、电子警察、边缘计算节点等先进的感知和弱计算设备。当前，传统道路改造数字道路的成本每公里高达数百万到上千万投资。除此之外，单个城市的交通大脑的建设成本也高达几亿到数十亿投资。

多学科交叉，综合性专业人才短缺。智慧交通是一个多学科交叉融合的复杂系统，既依赖于传统的交通工程、智能控制，又离不开通信、计算机、社会学、心理学和管理学等多个学科。对于智慧交通的规划、设计而言，要求专业人员既要懂交通、懂业务，又要懂通信和信息技术，还需要懂社会学、心理学和管理学等多门学科专业知识。当前能够具备上述学科背景，拥有多学科融合贯通能力的人才仍然是制约智慧交通发展的一大因素。

多源数据融合，极易导致信息安全事件。高精度的地理位置信息、交通参与

者的全维度用户画像，一方面为智慧交通提供多种创新应用场景和便利服务，但另一方面也存在个人全维度信息的泄露的巨大风险。实时定位、全程监控、轨迹追踪、生物识别（例如视频监控的人脸识别），每一个应用场景或者多个应用场景聚合都将用户暴露在一个未知的信息安全风险中，这些数据一旦保管不善都将严重危害用户的个人信息安全、社会稳定甚至是国家安全。

壁垒高筑，行业标准缺位。智慧交通是一个体系化、多方参与的复杂体系和工程，包含了规划设计、建设、养维、运营全链条、多环节，需要交警、交管、城建等部门，设计院所、集成实施等企业的参与。但是在智慧交通的规划、设计和建设过程中，无法绕开不同部门、不同利益主体之间的壁垒，“信息鸿沟”、“数据孤岛”在很长一段时间内仍将制约着智慧交通的发展。

高度信息化、数字化和智能化的智慧交通将进一步提高交通参与门槛，损害交通公平。智慧交通高度依赖智能手机、互联网等新型技术，改变了以往交通出行的方式和格局，一方面给大量的交通参与者带来了便利，而另一个方面也提高了交通参与门槛。随着网约车、网上订票等全面、规模化的普及，加剧了老年人、功能障碍人士等“互联网”外的弱势群体参与交通的门槛，在重点节假日甚至剥夺了弱势群体的参与交通的机会。因此，在智慧交通发展过程中，需要统筹考虑如何保障弱势交通参与者的出行权利。

智慧交通的普及将极大影响社会就业结构。智慧交通在交通管理、交通基础设施建设、养维等方面依靠先进的 ICT 技术逐步实现从半自动化、智能化到完全智能化。智慧交通的发展一方面提升了社会运行效率，降低了成本，另外一方面也通过新兴技术取代了大量的人力岗位，极大地改变了社会的就业结构，导致售票、收费、稽查、交管等现有大量的就业岗位消失。

5.3 智慧交通发展的未来展望

智慧交通经历了以互联网等技术厂商为主导，管理部门和交通出行参与者被动接受的技术先行智慧交通 1.0 时代，到政府引导，行业标准制定到市场秩序逐步规范智慧 2.0 时代，再到社会公众全面参与、智慧出行全面渗透的智慧 3.0 时代。智慧交通未来的发展将呈现以下几个大趋势：

全面感知化：随着各种先进传感设备的发展和大规模普及应用，未来的智慧交通，在数字道路、交通治理、交通监管、交通执法、交通基础设施养维等各个领域将会朝着全面感知化的方向发展。

全面网联化：随着 5G 新型基础设施的逐步覆盖和完善，未来的智慧交通的各种传感设备、气象监测、“车-路”、“车-车”、“车-人”等朝着全面网联化的趋势发展。

全面数字化：随着交通要素全面感知化和网联化，未来的智慧交通将朝着深度结合 BIM/CIM 等技术实现全面数字化，实现物理交通到虚拟交通全面映射，进而推动交通治理、交通执法、智慧出行、智慧养维等场景全面应用的趋势发展。

全面智能化：云计算、大数据、人工智能为代表的新兴 ICT 技术的将推动着智慧交通朝着全面智能化、智慧化的方向发展，未来诸如人工售票、人工收费、人工执法、人工巡检、人工取证等重复性工作将会逐步乃至全面被智能化技术所取代，进而实现全面自动化和智能化。

附录一：正文未作说明的缩略语

5G:	5th Generation Mobile Communication Technology, 第五代移动通信
3GPP:	3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划
BIM:	Building Information Modeling, 建筑信息建模
CIM:	City Information Modeling, 城市信息建模
ICT:	Information and Communication Technology, 信息和通信技术
eMBB:	Enhanced Mobile Broadband, 增强移动宽带
URLLC:	Ultra reliable and low latency communication, 超可靠且超低的时延业务
mMTC:	Massive Machine Type Communication, 大规模机器类型通信
MEC:	Mobile Edge Computing, 移动边缘计算
UPF:	User Plane Function, 用户面功能
AR:	Augmented Reality, 增强现实
VR:	Virtual Reality, 虚拟现实
C-V2X:	Vehicle to everything,直连通信和 5G 网络通信
SCADA:	Supervisory Control And Data Acquisition, 数据采集与监视控制系统

附录二：单位介绍

一 广东省智能交通协会

广东省智能交通协会是由广东省交通运输厅档案信息管理中心于 2011 年底牵头联合十余家单位（企业）共同发起，经广东省民政厅于 2012 年 2 月批复成立的具有法人资格的非营利性、专业性、地方性社会团体组织。协会的会长单位为广东省交通运输厅档案信息管理中心，其业务指导单位为广东省交通运输厅。

协会自筹备成立之初，就确定了如下宗旨：遵守宪法、法律、法规和国家政策，遵守社会道德风尚，团结组织广大智能交通业界投资者、高层管理者和各方热心于发展智能交通产业的人士，贯彻国家有关发展智能交通产业的方针、政策；通过开展市场调查、信息交流、咨询评估、行业自律、知识产权保护、行业标准（规范）制（修）订、政策研究等方面的工作，规范行业市场、维护市场秩序和公平竞争，推动加强智能交通行业企事业单位和科研机构的合作、联系与交流；在政府和企事业单位、科研机构之间发挥桥梁和纽带作用，促进成员之间资源共享和互惠互利，协调社会资源，提升群体竞争力；为会员服务，为行业服务，维护行业、会员的合法权益和共同的经济利益，促进智能交通服务产业的健康快速发展。

协会自成立以来，秉承上述宗旨，在政府有关部门的悉心指导下，在全体会员的大力支持下，努力开展各项业务，积极为会员和行业服务，深得各方拥戴，协会本身也不断发展壮大，协会在行业的凝聚力和影响力不断提升，会员的覆盖率不断扩大，目前拥有的会员已超过 100 家。

二 广东省电信规划设计院有限公司

广东省电信规划设计院有限公司（以下简称广东院）成立于 1984 年，系原

邮电部首批 7 家甲级勘察设计单位之一。公司系中国通信服务股份有限公司（香港上市牌号 0552HK）旗下的龙头咨询设计企业，从业历史悠久、资质优异、技术力量雄厚，知名度在国内业界位列三甲。广东院持有国家各主管部门颁发的通信勘察设计、通信工程咨询、信息网络系统集成、建筑规划、通信工程总承包等甲级资质证书；系中国通信企业协会通信设计施工专业委员会常务委员单位、CCSA 标准组织全权会员、中国工程咨询协会通信信息专业委员会副主任委员单位、国际咨询工程师联合会（FIDIC）成员协会会员；公司连续多年位居“全国百强勘察设计企业”前列，并被国家工商行政管理局授予“全国守合同重信用企业”，广东省人民政府授予“省级先进企业”等荣誉称号。

三 华南理工大学土木与交通学院

华南理工大学土木与交通学院于 2008 年 1 月由原建筑学院土木工程系和原交通学院合并而成。涵盖土木工程、交通运输工程、力学、船舶与海洋工程、水利工程 5 个一级学科。现有国家重点实验室（共建）1 个、博士后科研流动站 4 个、博士学位授权一级学科点 4 个、工程硕士培养领域 3 个、本科专业 7 个、国家一流本科专业建设点 3 个、广东省一流本科专业建设点 5 个、广东省名牌专业 2 个、广东省重点学科 3 个。学院有教育部“长江学者奖励计划”特聘教授 1 人、国家杰出青年科学基金获得者 2 人、国家万人计划科技创新领军人才 1 人、国家优秀青年科学基金获得者 1 人、国家万人计划青年拔尖人才 1 人、广东省特支计划杰出人才 1 人、广东省珠江学者特聘教授 2 人、广东省珠江人才计划创新领军人才 1 人、广东省教学名师 3 人、广东省南粤优秀教师 3 人、广东省杰出青年科学基金获得者 2 人、广东省特支计划科技创新青年拔尖人才 4 人。

四 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司始建于 1952 年，前身为广东省交通运输厅下属事业单位，1978 年定名为广东省公路勘察规划设计院，2007 年 11 月改制为有限公司，2010 年 12 月变更为股份有限公司，2021 年 2 月更名为广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司，主要从事公路行业、市政行业、建筑行业和风景园林的规划、咨询、勘察、设计、监理、检测监测、施工图审查和养护施工等业务。作为广东省全过程工程咨询试点单位，公司持有国家颁发的工程勘察综合甲级、公路行业设计甲级、市政行业设计甲级、建筑工程设计甲级、电子系统工程设计甲级、工程咨询甲级、公路工程监理甲级、特殊独立大桥专项监理、特殊独立隧道专项监理、公路工程综合甲级试验检测、公路工程桥梁隧道工程专项试验检测、一类市政施工图审查、一类公路养护施工以及风景园林设计、水土保持方案编制五星、水土保持监测二星、工程造价咨询、检验检测机构资质认定（CMA）等资质，2008 年起获批为国家高新技术企业，2000 年通过 ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系和 ISO45001 职业健康安全管理体系认证，2020 年获得工程勘察设计行业质量管理体系升级版 AAA 级认证，同年获批设立国家博士后科研工作站。

五 数字广东网络建设有限公司

为助力推进“数字政府”改革建设各项重点工作，优化营商环境，改善政务民生服务，让“数字政府”触手可及，数字广东网络建设有限公司（以下简称“数字广东公司”）由腾讯、联通、电信和移动共同投资，于 2017 年 10 月正式成立。

数字广东公司目前拥有近 2000 名员工，其中三分之二以上为研发人员。研发团队汇聚了各领域的科技行业精尖人才，其中包括来自腾讯和三大运营商的上百位常驻专家，通过不断提升数字广东公司在前沿技术和核心技术的自主创新能

力，打造了一系列优秀的政务数字化应用案例。

通过与腾讯、三大运营商、华为公司的合作，数字广东公司利用云计算、大数据等新兴技术，从基础资源建设到应用开发，做强政务开放平台，搭建“数字政府”生态圈，利用数字化手段辅助政府数字化转型。同时，强化管理运营能力，技术支撑能力，以及安全及风险防控能力，助力可持续发展，为“数字政府”改革建设保驾护航。

六 上海电科智能系统股份有限公司

上海电科智能系统股份有限公司是国内智能系统行业领先的行业解决方案提供商和系统集成商，公司前身是上海电器科学研究所下属的自动化分所，自 1990 年代初开始从事智能交通及智能市政业务，于 2008 年成功实施企业制度改革，相继引入大众公用集团、上海建工集团等战略投资者。经过多年发展积累，目前公司业务已涵盖智慧交管、智慧公路、智慧公交、智慧城市、大数据研发应用等领域，拥有自主研发全系列“交通超体”产品，业绩遍布全国近三十个省、自治区、直辖市。

电科智能专注智能系统领域逾三十年，始终坚持以科技创新引领企业发展。公司拥有多项行业高等级资质，设有多个国家和省部级重点实验室和工程技术中心，是国家级高新技术企业和软件企业。同时，公司承担了包括国家“863”计划、国家科技支撑计划在内的多项重点科研任务，科研成果荣获国家科技进步二等奖和上海市科技进步一等奖等多项国家级和省部级奖项。近年来，公司紧跟人工智能、自动驾驶、智能网联、城市数据中枢等领域，加快布局城市数字化转型全产业链。

上海电科智能系统股份有限公司始终坚持“科技立本、创新驱动、客户至上、

共赢发展”的经营理念，以智慧交通、智慧城市科技新技术赋能业务发展，为用户、为社会创造更大价值。

七 广州软件应用技术研究院

广州软件应用技术研究院（简称：广州软件院，原广州中国科学院软件应用技术研究所），是 2011 年 5 月 27 日由广州南沙开发区管委会与中国科学院软件研究所共建的事业法人单位，为广州市政府创新发展模式的试点单位之一，2015 年经广东省科技厅认定为首批广东省新型研发机构。广州软件应用技术研究院聚焦于智慧城市领域的应用技术研究，重点在政务大数据、智能物联网、区块链、智慧食药监、智能交通、智能视频分析、电子取证、软件测评等方向开展技术研究及成果转移转化工作。目前已汇聚起一支由国务院特殊津贴专家、海归学者、广州市创新领军人才、广州市珠江新星等组成超过 400 人的高水平科研创新团队。现下设省级工程技术研究中心 5 个，省级司法鉴定所 1 个，市级重点实验室 1 个，建有国家级 CMA 检测资质软件测试实验室 1 个。累计承担/参与国家级科技项目 3 项、省部级科技项目 44 项、市（区）级科技项目 71 项；先后荣获巴塞罗那智慧城市国际博览会创新奖、广东省科学技术奖、广州市科学技术奖、中国物联网关键技术创新奖、工信部智慧城市创新应用奖等 20 余个奖项，并累计申请各类知识产权共计 248 项，其中发明专利 93 项，PCT4 项。

八 中科智城（广州）信息科技有限公司

中科智城（广州）信息科技有限公司成立于 2015 年（以下简称：中科智城）中科智城从广州软件技术研究院（原广州中国科学院软件应用技术研究所）孵化成立。公司总部位于广州南沙，并在全国多个城市成立了子公司和分支机构。公司致力于城市大脑、智慧灯杆云平台等产品的研发和产业化工作。公司汇聚了国

家部委智慧城市领域专家、国务院特殊津贴专家，以及来自美国、欧洲、日本、新加坡等国内外的优秀人才。产品先后荣获巴塞罗那智慧城市创新类决赛奖、中国物联网关键技术创新奖、工信部智慧城市创新应用奖等国内外多个奖项殊荣。

