



目录 CONTENTS

一、概述	1
二、5G 网络能力	2
三、基础共性能力	3
四、行业共性能力	4
五、5G 共性业务	6
六、5G 典型应用领域	7
6.1 政务与公用事业	8
6.2 工业	9
6.3 农业	9
6.4 文体娱乐	10
6.5 医疗	11
6.6 交通运输	11
6.7 金融	12
6.8 旅游	13
6.9 教育	13
6.10 电力	13
七、总结	14
附录	16
附录 A：政务与公用事业中的 5G 应用、场景与典型案例	16
A.1 智慧政务类	17
A.2 智慧安防类	19

A.3 智慧城市基础设施类	22
A.4 智慧楼宇类	23
A.5 智慧环保类	24
附录 B: 工业中的 5G 应用、场景与典型案例	26
B.1 智能制造类	27
B.2 远程操控类	29
B.3 智慧工业园区类	31
附录 C: 农业中的 5G 应用、场景与典型案例	33
C.1 智慧农场类	34
C.2 智慧林场类	35
C.3 智慧畜牧类	36
C.4 智慧渔场类	37
附录 D: 文体娱乐业中的 5G 应用、场景与典型案例	39
D.1 视频制播类	39
D.2 智慧文博类	41
D.3 智慧院线类	43
D.4 云游戏类	44
附录 E: 医疗行业中的 5G 应用、场景与典型案例	46
E.1 远程诊断类	47
E.2 远程手术类	48
E.3 应急救援类	50
附录 F: 交通运输业中的 5G 应用、场景与典型案例	52

F.1 车联网与自动驾驶类	53
F.2 智慧公交类	55
F.3 智慧铁路类	57
F.4 智慧机场类	59
F.5 智慧港口类	60
F.6 智慧物流类	62
附录 G: 金融业中的 5G 应用、场景与典型案例	63
G.1 智慧网点类	64
G.2 虚拟银行类	66
附录 H: 旅游业中的 5G 应用、场景与典型案例	68
H.1 智慧景区类	68
H.2 智慧酒店类	70
附录 I: 教育行业中的 5G 应用、场景与典型案例	72
I.1 智慧教学类	73
I.2 智慧校园类	74
附录 J: 电力行业中的 5G 应用、场景与典型案例	75
J.1 智慧新能源发电类	77
J.2 智慧输变电类	78
J.3 智慧配电类	79
J.4 智慧用电类	80

一、概述

5G, 即第五代移动通信技术, 一方面大幅提升个人用户高带宽移动互联网业务体验, 创造出新的生活娱乐应用场景; 另一方面契合大带宽、大连接、低时延等 5G 网络能力, 与其他基础共性能力, 如: 人工智能、物联网、云计算、大数据和边缘计算等构成新一代信息基础设施, 成为推动传统行业数字化转型升级与数字经济社会发展的重要基石。

从国际视角来看, 目前 5G 在技术标准、网络部署等方面均取得了阶段性进展, 新的应用场景与市场化探索也逐渐显现。《5G 典型应用案例集锦》是中国移动研究院研究团队, 基于当前国内外 5G 实际应用情况及未来发展趋势, 综合研究形成的一份 5G 应用分析报告。

本报告涵盖个人应用与垂直行业应用。个人应用主要涉及文体娱乐行业, 垂直行业包括政务与公用事业、工业、农业、医疗、交通运输、金融、旅游、教育、电力九大行业。

我们选取目前国内外已实施的典型应用案例, 在此基础上提炼超高清视频、视频监控、VR/AR、无人机和机器人五个行业共性能力, 总结出远程设备操控、目标与环境识别、超高清与 XR (包含 VR/AR 等) 播放、信息采集与服务四类 5G 共性业务。5G 网络能力、基础共性能力、行业共性能力是构建 5G 共性业务的技术使能, 5G 在个人与垂直行业应用则是 5G 共性业务的具体表现。

5G 网络能力、基础共性能力、行业共性能力三者的结合, 称为 5G 能力, 其与 5G 共性业务及具体应用的关系如图 1 所示。

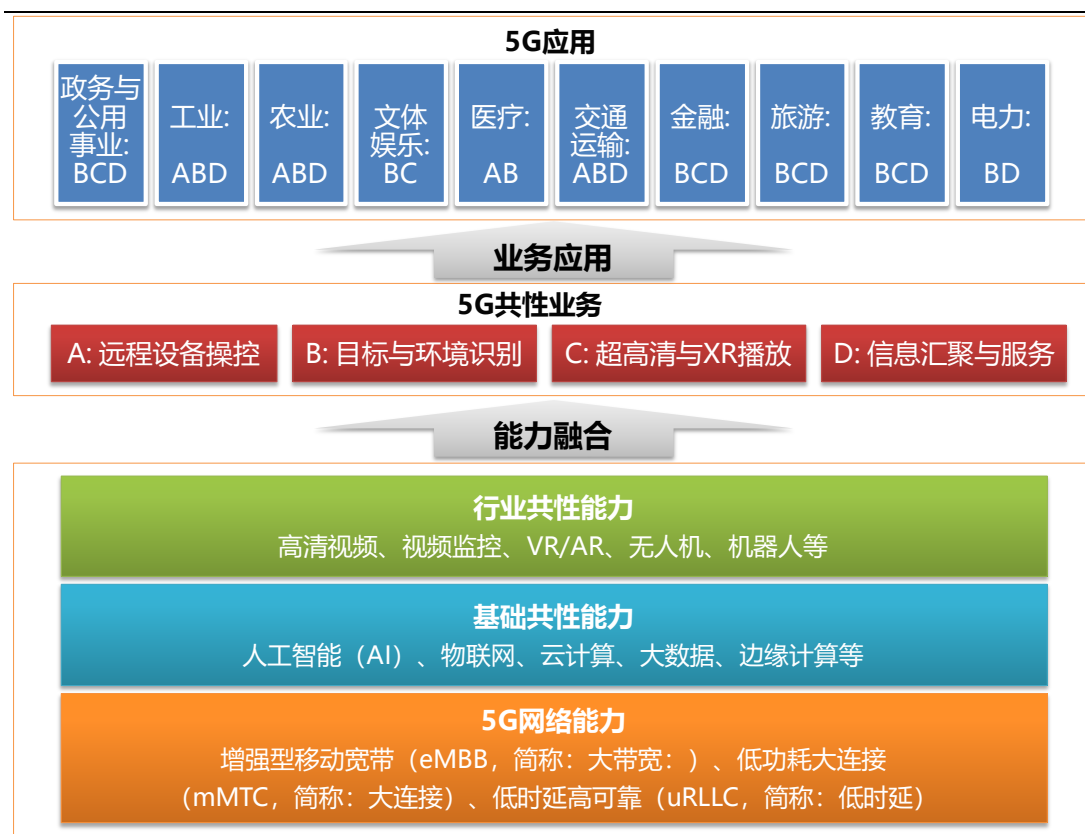


图 1：5G 能力、5G 共性业务与 5G 应用的关系

二、5G 网络能力

5G 具有三大网络能力：增强型移动宽带（eMBB，简称大带宽）、海量机器类通信（mMTC，简称大连接）及低时延高可靠通信（uRLLC，简称低时延）。当前，5G 应用首先从大带宽场景开始，逐渐向大连接和低时延类渗透。十大行业对 5G 网络能力的依赖程度如图 2 所示。

大带宽：主要满足用户对高数据速率的业务需求，支持如超高清视频、VR/AR 等新业态，广泛应用于文体娱乐、教育、旅游等行业；还用于安防监控、环境监测、产品检验等方面。

大连接：是 5G 三大能力中面向物联网业务的能力，对网络感知实时性要求低，但对终端密集程度要求高。广泛应用于公用事业、工业、农业、交通运

输和电力等行业。

低时延: 是 5G 区别于 2G/3G/4G 的差异化能力, 广泛应用于医疗、交通、电力等对时延与可靠性要求较高的行业应用, 如远程设备操控和安全监控等。

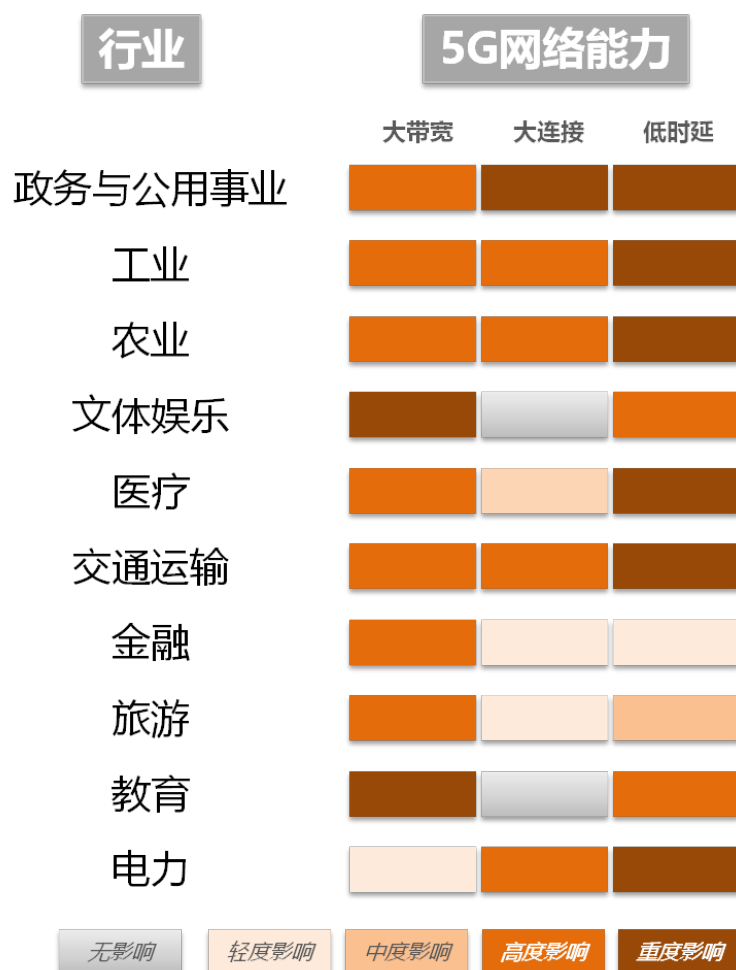


图 2：十大行业应用对 5G 网络能力的依赖程度

三、基础共性能力

基础共性能力包括人工智能、物联网、云计算、大数据和边缘计算五种能力。基础共性能力和 5G 网络能力相互融合, 为 5G 应用开发与运营提供信息基础设施。

物联网: 是将各种信息传感设备互联起来形成的网络, 其中传感器采集信

息，物联网专网传输信息，物联网平台处理信息、管理连接和传感器，终端呈现信息与应用。

云计算：提供海量数据存储与计算、多方数据汇聚共享能力。云计算为物联网平台和大数据提供基础的存储和计算能力，为人工智能算法提供强大的人工智能计算能力。

人工智能：是对人类智能的启发式模拟，机器学习是人工智能的核心和主要实现方式。人工智能包括人工智能算力和人工智能算法。

大数据：是需要专门软件处理的海量规模的数据，对环境、设备、交易、行为等进行洞察，对工作流程进行优化。大数据技术的意义不在于庞大的数据信息，而在于对这些含有意义的数据进行专业化处理。

边缘计算：将远离用户的云端存储和计算能力向用户边缘迁移，为 5G 应用提供比云计算更低时延的能力。边缘计算与云计算协同工作，边缘计算存储处理实时数据，云计算存储处理共享的海量数据。边缘计算为时间敏感的 5G 应用提供支撑。

四、行业共性能力

行业共性能力包括超高清视频、视频监控、VR/AR、无人机、机器人等。行业共性能力犹如 5G 应用中的神经末梢，担负着信息收集、展现与执行的重要作用，是 5G 垂直行业应用中的关键组成部分，例如：基于视频监控的智慧城市、工业园区安防管理；基于无人机的电力线路、林区农场远程巡检；基于 AR 技术的工业产品、目标人员检验识别等。5G 网络能力与基础共性能力的融合，会使行业共性能力得到充分发挥，推进行业共性能力产品研发与产业升级。

超高清视频：超高清视频的典型特征就是高速率与大数据量，按照产业主流标准，4K、8K 视频传输速率一般在 50Mbps 与 200Mbps 以上，4G 网络已无法完全满足。5G 网络的大带宽能力成为解决该场景需求的有效手段。当前 4K、8K 超高清视频与 5G 技术结合的场景不断出现，广泛应用于文体娱乐等行业，成为市场前景广阔的基础应用。

视频监控：通过摄像头和传输网络，将采集的视频信息传送到视频监控云平台或边缘计算平台（提升响应时间），与人工智能融合，可用于目标与环境识别。视频监控与 5G 的大带宽、低时延能力相结合，有效提升视频监控与目标环境识别的传输和反馈处理速度。

VR/AR：是近眼现实、感知交互、渲染处理、网络传输和内容制作等信息技术相互融合的产物，高质量 VR/AR 业务对带宽、时延要求不断提升，速率从 25Mbps 逐步提高到 1Gbps，时延从 30ms 降低到 5ms 以下。伴随海量数据和计算密集型任务转移到云端，未来“Cloud VR/AR”将成为 VR/AR 与 5G 融合创新的典型范例。5G 大带宽、低时延能力，可有效解决 VR/AR 传输带宽不足、互动体验不强和终端移动性差等痛点，推动媒体行业转型升级。

无人机：5G 网络赋予无人机超高清视频传输（50-150Mbps）、低时延控制（10-20ms）、远程联网协作和自主飞行等重要能力，可以实现对无人机设备的监视管理、航线规范、效率提升。5G 无人机将使无人机群协同作业和 7x24 小时不间断工作成为可能，在农业、安防、环保、电力等行业有巨大发展空间。

机器人：当前，机器人产业方兴未艾，各种形态的机器人已开始在不同行业应用。5G 大带宽、低时延的网络能力，将使机器人性能得到巨大提升，信息回传速度、反应及时度、行动可靠性与控制精准性都有较大提升，还可将大

部分计算放到云端打造云化机器人，数据安全性也将得到有效保障。未来，5G 机器人会在工业、医疗、安防等行业发挥更大作用。

五、5G 共性业务

5G 网络能力、基础共性能力和行业共性能力的融合，为 5G 应用开发和运营提供使能。5G 在各行业的应用各有特性，但根据它们的共性可归纳为 4 类 5G 共性业务：远程设备操控、目标与环境识别、超高清与 XR 播放、信息采集与服务（参见表 1）。

表 1：不同 5G 共性业务所涉及的 5G 能力

共性业务	5G网络能力			共性基础能力					行业共性能力					
	大带宽	大连接	低时延	人工智能	物联网	云计算	大数据	边缘计算	超高清视频	视频监控	VR	AR	无人机	机器人
远程设备操控	V		V	V		V	V	V						V
目标与环境识别	V		V	V		V	V	V		V		V	V	V
超高清与XR播放	V		V	V		V		V	V		V	V		
信息采集与服务		V			V	V	V							

远程设备操控：操作人员利用 5G 的大带宽和低时延能力，结合人工智能、边缘计算、云计算和大数据，在人工或机器感知识别远方环境后，对远端的设备进行操作和控制。该类业务可用于危险环境中的设备操作、提升设备操控效率、解决专家资源不足的问题，例如工业中的远程操控，农业中的农机操控，医疗中的远程诊断与远程手术，交通中的远程驾驶、龙门吊操控、无人叉车操控等。

目标与环境识别：利用 5G 的大带宽和低时延能力，将传感设备（固定安装、或安装于无人机、机器人的摄像头，人员佩戴的 AR 眼镜，以及激光雷达

等其它传感设备)感知的环境或目标物信息,传送到云或边缘计算平台,利用人工智能以及大数据能力,识别环境或目标物。该类业务可用于公共场所(城市、小区、园区、景区、博物馆、影院和校园)和交通工具内(公交车、城轨、火车)的智能安防(目标人员识别、车辆识别、危险品识别等),公共基础设施(桥梁、涵洞、道路、铁路)和工业设施(工业生产设备,电力设备与线路等)的形变与质量监测,环境(河流、湖泊、森林等)监测,工业制造产品的质量检验,医疗中的诊断与手术识别等。

超高清与 XR 播放:利用 5G 的大带宽和低时延能力,将存储于云平台 and 边缘计算的超高清视频、VR/AR 内容,通过超高清显示屏、VR 头盔、AR 眼镜呈现给用户。该类业务可广泛应用于政务大厅、银行、景区、酒店、博物馆、电影院等公共场所,教育、体育、展会演出、云游戏等服务行业。

信息采集与服务:利用 5G 的大连接能力,将传感器感知的环境信息和设备状态信息,交易过程中收集的用户行为信息与工作流程信息,在云计算平台汇聚和共享,通过大数据处理,对环境、设备、交易、行为、流程等进行洞察、决策与优化,并将结果呈现在终端设备上。该类业务广泛应用于政务、工业、农业、交通、金融、旅游、电力等行业的用户服务、经营决策、流程优化与监控管理。

六、5G 典型应用领域

目前在国内外市场,5G 相关应用已开始在部分行业出现,包括政务与公用事业、工业、农业、文体娱乐、医疗、交通运输、金融、旅游、教育和电力 10 大行业、35 个细分应用领域(参见表 2)。5G 应用是 5G 共性业务在不同

行业、细分应用领域及应用场景中的具体应用。

表 2：5G 重点应用行业及细分应用领域

政务与公用事业	工业	农业	文体娱乐	医疗
1、智慧政务 2、智慧安防 3、智慧城市基础设施 4、智慧楼宇 5、智慧环保	1、智能制造 2、远程操控 3、智慧工业园区	1、智慧农场 2、智慧林场 3、智慧畜牧 4、智慧渔场	1、视频制播 2、智慧文博 3、智慧院线 4、云游戏	1、远程诊断 2、远程手术 3、应急救援
交通运输	金融	旅游	教育	电力
1、车联网与自动驾驶 2、智慧公交 3、智慧铁路 4、智慧机场 5、智慧港口 6、智慧物流	1、智慧网点 2、虚拟银行	1、智慧景区 2、智慧酒店	1、智慧教学 2、智慧校园	1、智慧新能源发电 2、智慧输变电 3、智慧配电 4、智慧用电

6.1 政务与公用事业

当前，5G 在政务与公用事业中的应用主要体现在：智慧政务、智慧安防、智慧城市基础设施、智慧楼宇和智慧环保 5 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 3 所示。目标与环境识别（安防、基础设施形变识别、环境监测）、信息采集与服务（智慧城市、园区、楼宇、环保管理，政务信息服务）是 5G 在政务与公用事业中的主要应用，智慧政务还用到超高清与 XR 播放。

表 3：政务与公用事业与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
政务与公用事业	智慧政务	提升驻地或远程政务服务能力：政府大厅、移动监察、移动审批等			V	V
	智慧安防	提升安防反映速度与管理水平：城区、社区、园区		V		
	智慧城市基础设施	提升城市基础设施管理水平：道路、桥涵、排水、照明、电力、燃气、给排水、垃圾设施		V		V
	智慧楼宇	提升楼宇管理水平：电力、空调、给排水、燃气、安防、门禁、电梯、停车		V		V
	智慧环保	提升环境管理水平，降低污染：空气、水、土壤、生活垃圾、工业排放		V		V

6.2 工业

当前，5G 在工业中的应用主要体现在：智能制造、远程操控、智慧工业园区 3 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 4 所示。远程设备操控（工业生产设备、物料运送设备）是 5G 在工业中的主要应用，另外还采用目标与环境识别（产品检验、工业园区安全管控）、信息采集与服务（工业生产和园区管理）。

表 4：工业与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
工业	智能制造	提升工业生产管理：环境监控、物料供应、产品检测、生产监控、设备管理	V	V		V
	远程操控	提升远程操控工业设备的安全性：安保巡检、远程采矿、远程施工、运输调度	V			
	智慧工业园区	提升工业园区管理水平：安全管控、制造管控、智慧交通	V	V		V

6.3 农业

当前，5G 在农业中的应用主要体现在：智慧农场、智慧林场、智慧畜牧

和智慧渔场 4 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 5 所示。目标与环境识别（农场的农作物监测，林场的森林资源、病虫害、野生动植物、森林防火监测，畜牧的草场监测、牲畜疫情与生长监测；渔场监测、水产品生长情况监测）和信息采集与服务（农业生产管理、水质监测）是 5G 在农业中的主要应用，智慧农场也采用远程设备操控（农机设备）。

表 5：农业与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
农业	智慧农场	提升农场生产管理水平：远程农机设备操控、农作物监测、农机设备自动化作业	V	V		V
	智慧林场	提升林场管理水平：森林资源、病虫害、野生动植物、森林防火监测		V		V
	智慧畜牧	提升畜牧生产管理水平：牲畜跟踪、草场监测、牲畜疫情与生长监测		V		V
	智慧渔场	提升渔场生产管理水平：渔场监测、水质监测、水产品生长情况监测、精准鱼食投放		V		V

6.4 文体娱乐

当前，5G 在文体娱乐中的应用主要体现在：视频制播、智慧文博、智慧院线和云游戏 4 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 6 所示。目标与环境识别（活动现场、博物馆与院线的安全监控、基于人脸识别的智能检票）和超高清与 XR 播放是 5G 在文体娱乐中的主要应用。

表 6：文体娱乐与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息汇聚与服务
文体娱乐	视频制播	基于超高清视频、VR全景、AR影像的新兴媒体制播：体育赛事、演出、展会；重大活动的安全监控		V	V	
	智慧文博	提升博物馆的展现能力和管理水平：智能检票、游客导航与统计、智能讲解、展品安全、XR播放		V	V	
	智慧院线	提升院线内容展现能力和管理水平：智能检票、片源远程发行与存储、XR/超高清播放		V	V	
	云游戏	提供基于云及新型媒体游戏：VR、AR、超高清视频游戏			V	

6.5 医疗

当前，5G 在医疗中的应用主要体现在：远程诊断、远程手术和应急救援 3 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 7 所示。远程设备操控（远程机器人超声、远程机器人手术）、目标与环境识别（手术识别、病情识别）是 5G 在医疗中的主要应用。

表 7：医疗与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
医疗	远程诊断	为病人进行远程诊断：远程会诊、远程机器人超声诊断、远程查房	V			
	远程手术	为病人进行远程手术：远程机器人手术、远程手术示教、远程手术指导	V	V		
	应急救援	为病人进行应急救援：救护车或现场的应急救援与救治远程指导、120救护车交通疏导		V		

6.6 交通运输

当前，5G 在交通运输中的应用主要体现在：车联网与自动驾驶、智慧公交、智慧铁路、智慧机场、智慧港口和智慧物流 6 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 8 所示。目标与环境识别（车辆环境识别，公交、铁

路、机场、港口与物流园区的安防监控)、信息采集与服务(交通运输管理和用户信息服务)是 5G 在交通运输中的主要应用,另外车联网与自动驾驶、智慧港口和智慧物流还采用远程设备操控(车辆的远程驾驶,港口龙门吊、物流园区无人叉车与分拣机器人的远程操控)。

表 8: 交通运输与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
交通运输	车联网与自动驾驶	提升道路交通管理能力: 车载信息、车辆环境感知、V2X网联驾驶、远程驾驶、自动驾驶、智慧交通	√	√		√
	智慧公交	提升公交管理水平: 公交车、出租车和城轨的调度, 公交车、城轨及其车站的安防监控		√		√
	智慧铁路	提升铁路运输的管理水平: 列车与集装箱监控、调度和管理, 铁路线路、列车车站和客流监控管理		√		√
	智慧机场	提升机场管理水平: 地面交通与空中交通的调度与监控管理, 候机大厅、客流和行李的监控管理		√		√
	智慧港口	提升港口管理水平: 龙门吊远程操控、船联网数据回传、港口园区交通管理、安全监控和优化规划	√	√		√
	智慧物流	提升物流管理水平: 物流园区、仓库安全监控与管理、设备远程操控、货车及驾驶员的调度与管理	√	√		√

6.7 金融

当前, 5G 在金融中的应用主要体现在: 智慧网点和虚拟银行 2 个细分应用领域, 它们与 5G 共性业务的关系如表 9 所示。目标与环境识别(网点安全监控、用户身份识别)、信息采集与服务(银行业务管理、储户信息服务)是 5G 在金融中的主要应用, 另外虚拟银行还用到超高清与 XR 播放。

表 9: 金融与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
金融	智慧网点	提升银行网点的经营管理水平: 用户身份识别、远程咨询与服务、自助服务、安全监控		√		√
	虚拟银行	提升银行经营效率: 远程用户身份识别、用户征信查询、基于XR的交易服务、授权智能交易终端管理		√	√	√

6.8 旅游

当前，5G 在旅游中的应用主要体现在：智慧景区、智慧酒店 2 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 10 所示。目标与环境识别（景区与酒店的安防监控）、超高清与 XR 播放（景区、酒店）和信息采集与服务（景区管理与用户信息服务、酒店管理与用户信息服务）是 5G 在旅游中的主要应用。

表 10：旅游与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
旅游	智慧景区	提升旅游景区的经营管理水平：旅游线路规划、XR陪伴式导游、安全监控、客流管理、XR/超高清播放		V	V	V
	智慧酒店	提升酒店的经营管理水平：酒店向导、XR娱乐、云游戏、安防监控、商务		V	V	V

6.9 教育

当前，5G 在教育中的应用主要体现在：智慧教学、智慧校园 2 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 11 所示。其中，智慧教学采用超高清与 XR 播放，智慧校园采用目标与环境识别（安全监控）、信息采集与服务（教学与设备、宿舍管理、学生信息服务）。

表 11：教育与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
教育	智慧教学	提升教学质量：XR互动与体验教学、远程高清教学、虚拟操作培训			V	
	智慧校园	提升校园管理水平：安全监控、教学与设备管理、宿舍管理		V		V

6.10 电力

当前，5G 在电力中的应用主要体现在：智慧新能源发电、智慧输变电、

智慧配电和智慧用电 4 个细分应用领域，它们与 5G 共性业务的关系如表 12 所示。目标与环境识别（新能源发电设备的监控，输变电、配电设备和线路的监控）、信息采集与服务（发电、输变电、配电和用电管理，用户用电信息服务）是 5G 在电力中的主要应用。

表 12：电力与 5G 共性业务

行业	细分应用领域	5G应用价值与应用场景	远程设备操控	目标与环境识别	超高清与XR播放	信息采集与服务
电力	智慧新能源发电	提升新能源并网发电效率：风力发电与并网监控管理、太阳发电与并网监控管理、发电设备监控管理		V		V
	智慧输变电	提升对输电线路和变电站的运维管理水平：输电线路监控管理、变电站监控管理		V		V
	智慧配电	提升对配电线路和配电站的运维管理水平：配电设施监测管理、配电故障定位、配电与负荷自动化控制		V		V
	智慧用电	提升用电管理水平：电信息采集、用电监测、用电分析、负载管控、线路损耗管理、计费管理				V

七、总结

随着 5G 网络建设进入快速期，5G 应用创新不断深化，涵盖的应用领域与应用规模也不断扩大。5G 作为市场热点，得到业界高度关注，吸引大量资本与资源投入。5G 应用产业各参与方应洞察与聚焦用户实际需求，开展严谨的市场分析，按需推进 5G 应用创新研发。

同时，我们也认识到，5G 应用发展正处于萌芽阶段，绝大部分应用项目尚在试点与探索。5G 应用是资源与能力高度整合的产业，生态合作是 5G 应用创新的基础。

(1) 横向融合与纵向整合的合作模式

- **横向：**5G 网络能力，与人工智能、物联网、云计算、大数据、边缘计

算等基础共性能力，结合超高清视频、视频监控、VR/AR、无人机、机器人等行业共性能力，为 5G 创新应用赋能；

➤ **纵向：**利用 5G 网络能力、基础共性能力和行业共性能力，结合企业客户业务流程，开发、集成和运营面向垂直行业或企业的应用，打造 5G 应用标杆。

(2) 开放、共享与创新的合作理念

5G 产业的成功取决于 5G 应用的实现与发展,需要产业链各方秉承开放、共享、创新的合作精神，打造网络开放、技术融合、平台共享、资源共用、模式创新的协作机制，共建生态，取长补短，实现共赢。

附录

我们对已获得的 260 个 5G 应用案例，按 10 大行业 35 个细分应用领域进行分类，保留应用场景明确、标杆价值明显、行业反响较大的案例，删除内涵重复、近似或内容不详的案例，最终遴选出具有代表性的 69 个 5G 典型案例（参见表 13）。同时，由于国外案例相对较少，我们尽可能收入已获得的有价值的国外案例。

表 13：各行业入选案例统计

行业	案例数
政务与公用事业	12
工业	8
农业	5
文体娱乐	10
医疗	4
交通运输	14
金融	4
旅游	5
教育	4
电力	3
案例总数	69

附录 A：政务与公用事业中的 5G 应用、场景与典型案例

近年来，国内各级政府不断加强政务与公用事业信息化建设，积极稳步向数字政府转型。

5G 与云计算、物联网、大数据、人工智能等技术结合，可提升政府内部运行管理的协同能力与执行效能，推动政府的民生服务能力与社会治理水平向智慧化、高效化、人性化方向发展。



图 3：5G 在政务与公用事业行业的应用概览

智慧政务、智慧安防、智慧城市基础设施、智慧楼宇、智慧环保是当前 5G 和政务与公用事业行业结合最紧密的五个应用领域。

A.1 智慧政务类

2018 年，国内智慧政务市场规模超过 3000 亿元，年增长率超过 15%。随着我国政府向公共服务型政府转型，预计 2019-2024 年间，智慧政务市场规模将出现井喷式增长^[1]。

通过 5G 网络，结合超高清视频、VR/AR 等技术，可提升智慧政务远程服务水平与用户体验能力，真正做到让老百姓少跑腿，易办事。当前，各地均在布局和发展 5G+智慧政务，积极打造智慧政务大厅，在法院、海关等委办局也

¹ 数据来源：中商产业研究院《2018-2023 年中国电子政务发展前景与投资机会研究报告》

陆续开展个性化应用试点。



图 4：5G+智慧政务解决方案及应用场景

案例 1：广州南沙区 5G 电子政务中心

广州市南沙区政务服务数据管理局在南沙区政务中心启动 5G 网络+应用试点，实现群众办事“毫秒办”。目前已提供办事材料高速上传、“微警认证”人脸识别、在线实时排队三项服务。未来将提供 VR 政务服务、AI 引导、远程办事、移动审批、大厅人流监控等服务与管理功能。

案例 2：宁波 5G 智慧海关

宁波市打造全国首个 5G 智慧海关，推动 5G 技术、物联网、大数据、云计算、人工智能等在智慧海关的应用，强化智能卡口、全景监管、移动查验等

海关监管要素。目前已实现 5G+AR 全景监管和 5G+智能卡口两项应用。

案例 3： 广州中院 5G 智慧法院

广州市中级人民法院建立 5G 智慧法院联合实验室，推动 5G 技术与法院诉讼服务、庭审、审判、执行、安防等工作融合，实现远程庭审无时延、外出执行实时远程指挥、远程办公办案、VR 智能安保。

A.2 智慧安防类

国内安防产业快速向规模化、自动化、智能化转型升级，预测到 2020 年，中国安防市场规模将达到 8000 亿元左右，年增长率达到 10%以上^[2]。

通过 5G 网络，结合边缘计算、视频监控等技术，可有效改善传统安防反应迟钝，监控效果差等问题，以更快的速度提供更加精确的监控数据。与此同时，5G 的大连接能力也将使安防监控范围进一步扩大，通过机器人、无人机等方式获取更丰富的监控数据，为安防部门提供更周全、更多维度的参考数据。

² 数据来源：中商产业研究院《2018-2023 年中国电子政务发展前景与投资机会研究报告》

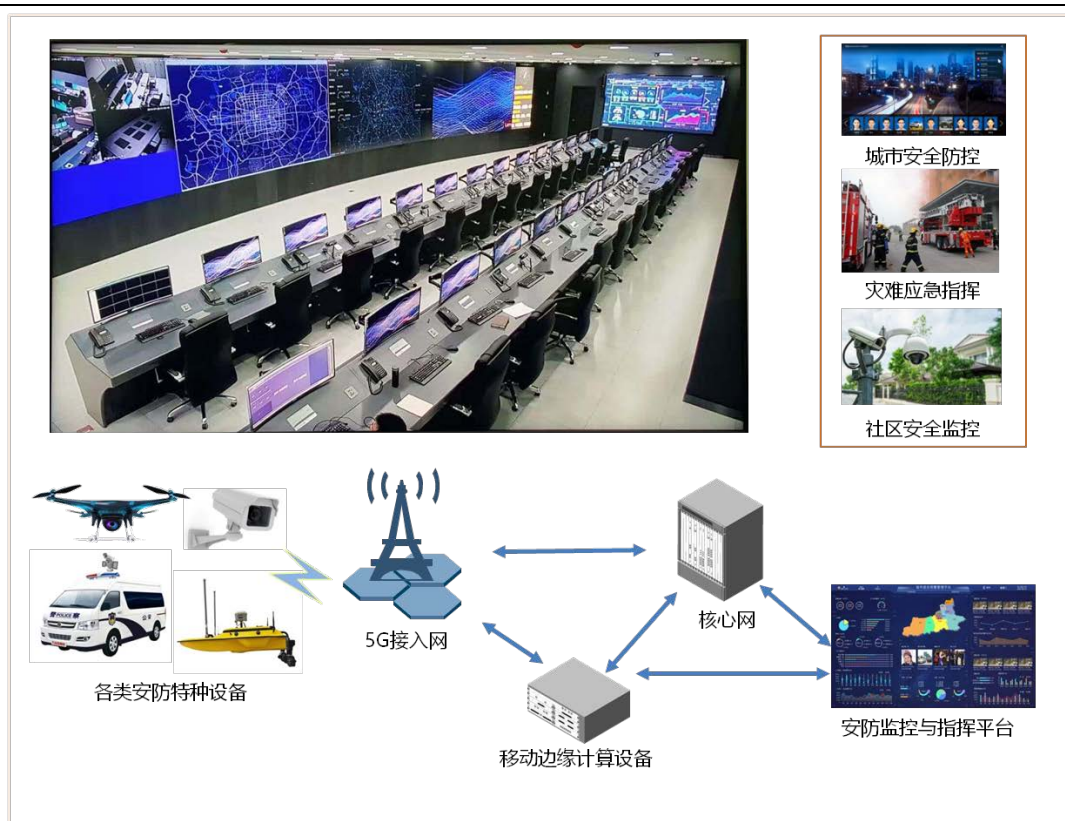


图 5：5G+ 智慧安防解决方案及应用场景

案例 1：雄安新区 5G 智慧安防

雄安新区“5G 水陆空三维一体智能联防”方案，由多个以 5G 网络为支撑的设备和软件组成，包括：无人机、无人船、无人车与智慧城市超脑平台。各类设备在超脑平台协调下，通过海陆空智能安防运营中心，实现覆盖陆地、空中、水域的天地一体化安防能力。

案例 2：上海老城区 5G 智慧安防

上海老城区 5G 智慧安防系统，通过变焦云台跟踪系统和 4K 摄像头，将采集的超高清视频通过 5G 网络上传到边缘云智能应用平台；利用人工智能等技术，对采集到的视频进行机器学习和智能分析，将分析结果反馈到监控中心；

监控中心的工作人员根据收到的告警等关键信息，及时对监控区域采取相应的管理措施。未来，还可通过在老城区居民区部署烟雾报警器等更多 5G 应用，实现对老城区的安防业务全覆盖。

案例 3：博鳌论坛 5G+AR 智慧安防



博鳌论坛 5G+AR 智慧安防解决方案，警察佩戴 5G AR 安防智能警用头盔，利用 5G 网络将视频画面或声音信息实时回传到指挥中心的云平台，再结合人工智能视频分析技术，将识别的车辆信息、人员信息和语音信息通过 5G 网络传回头盔，并与头盔 AR 眼镜中的目标物叠加呈现给警察，为现场执法提供实时的信息支持，使安防保障与区域管控的效率和准确性得到提升。

案例 4：东京奥运会 5G 智慧安防

NTT DoCoMo 和 Alsok 安保公司合作，利用 5G 网络为东京奥运会提供安全监控系统。通过 4K 摄像头对场馆现场进行监控，视频通过 5G 网络传送至监控分析平台，使用人工智能技术来探测安全事故和犯罪事件，实时调度指挥出警，在犯罪人员脱离视频监控区域之前抓获嫌疑人。

案例 5：浙江 5G 智慧消防系统

浙江 5G 智慧消防系统，用智能消防机器人代替普通消防员，实现 360 度

全景图像拍摄、红外热成像摄像头洞察火势，通过 5G 网络将视频回传至指挥平台，完成灾情协同侦查、智能消防分析、平台实战指挥、实时远程控制、一键装备清点。

A.3 智慧城市基础设施类

随着我国新型智慧城市不断推进，智慧城市基础设施建设也在加速升级。智慧城市基础设施建设涵盖的项目种类众多，以公共市政优化改造为主。

通过 5G 网络，结合边缘计算、人工智能、视频监控等技术，将底层感知设备与城市基础设施运维部门的管理平台互联，对城市基础设施智慧化维护、城市整体管理与运营效率的提升产生积极作用。

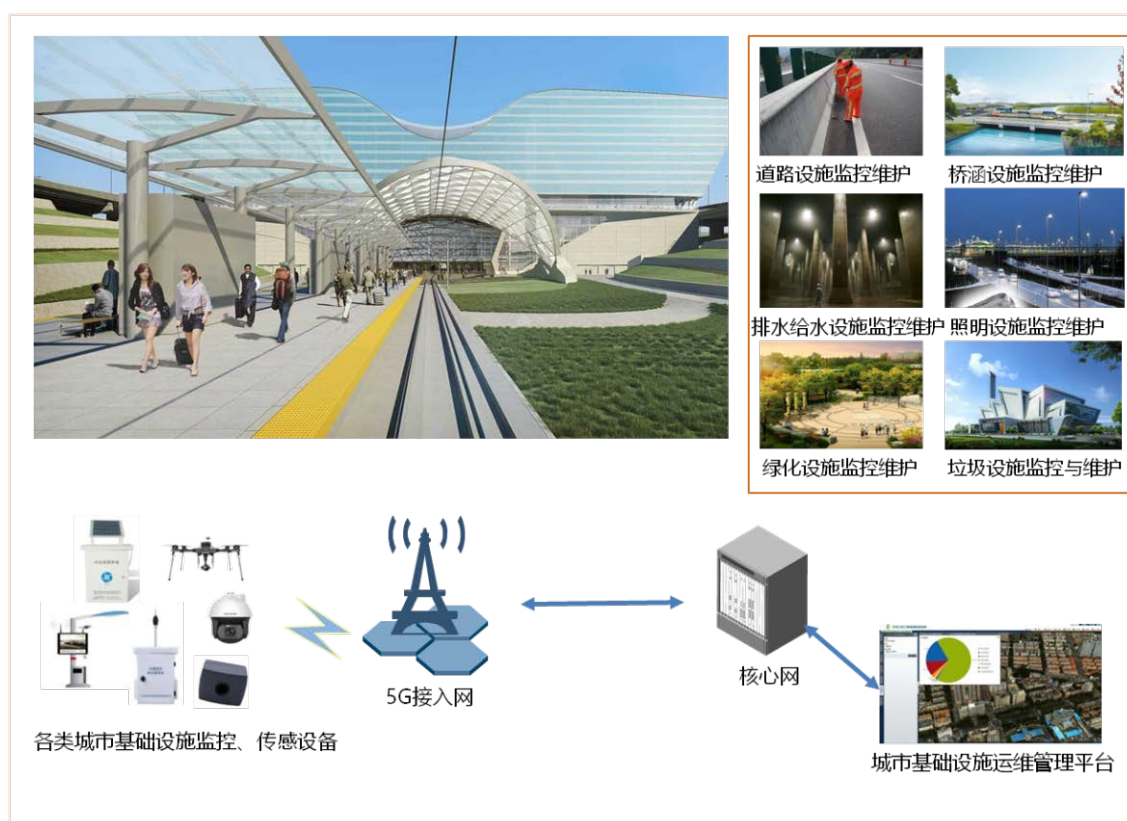


图 6：5G+智慧城市基础设施解决方案及应用场景

案例：成都道路桥梁监管服务中心 5G+AI 智慧道桥

成都智慧道桥监控商用项目，通过巡检车上的 4K 摄像头，实时监测高架桥上的路面情况，将实时画面通过 5G 网络发送至市城管委道桥监管服务中心 AI 分析平台，智能判别高架桥的主要病害。现已能识别路面沉陷、坑槽、裂缝、破损、网裂、拥包等病害。项目二期可对路面积水进行监控，三期可在道桥因重大交通事故或自然灾害堵塞时使用无人机巡检。

A.4 智慧楼宇类

作为智慧城市不可或缺的重要组成要素，楼宇也面临着全面智慧化升级变革的需要。2018 年，我国楼宇智慧化市场总规模达 1.06 万亿元^[3]。

通过 5G 网络，结合人工智能、视频监控、建筑信息建模（BIM）等技术，将各类楼宇系统、运维管理体系，以及人的行为，有序地结合在一起，从而使楼内环境更为舒适、安全。

³ 数据来源：产业信息网《2014-2019 年中国建筑产业竞争态势及市场前景研究报告》

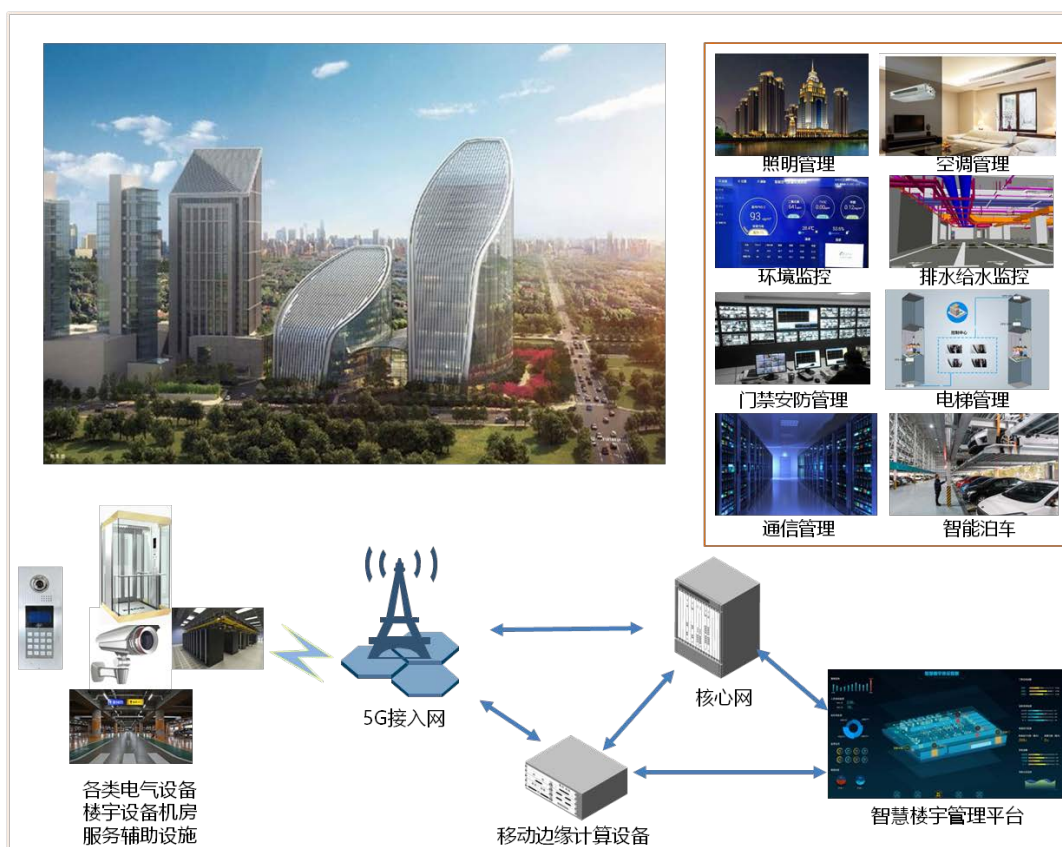


图 7：5G+智慧楼宇解决方案及应用场景

案例：SOHO 中国 5G 智能楼宇

SOHO 全面启动北京地区 16 座楼宇的 5G 网络部署与智慧楼宇建设。基于 5G 网络，实现楼宇综合管理，涵盖：照明管理、节能管理、环境监测、智能抄表、安防监控、电梯监控、智能泊车等。

A.5 智慧环保类

近年来，环保成为社会热议话题，国家政策频出，重大举措不断，对于环境监测数据的准确性、真实性更是重点关注。根据发达国家经验，环保投入占 GDP 的比重在 1%-1.5% 时，才可能遏制环境污染的恶化趋势，比重升至 2%-3% 时，才有可能改善环境质量。我国的智慧环保刚刚起步，市场空间很大。

5G 网络可为海量环境监控设备提供数据接入与传输支撑，结合大数据、视频监控、无人机等技术，可实现环境与平台、平台与人之间的实时信息交互，传输污染位置、污染成因、污染图片与视频，提高污染溯源准确率，还可为多个城市之间提供共享数据，协助联防联控。



图 8：5G+智慧环保解决方案及应用场景

案例 1：千岛湖 5G 智慧治水

千岛湖是浙江重要淡水资源。借助 5G 网络，实现无人机巡更、高清视频实时监控、VR 远程精细化控制等监控管理手段，并通过物联网平台、人工智能、大数据等技术进行多维度分析，精确决策，达到对水域科学治理目标。

案例 2：合肥试点“5G+环保监测平台”

合肥市“5G+环保监测平台”在蜀山区部分路口试点应用，可以通过 5G 网络，对尾气超标车辆车牌进行实时记录上传，有效监控“黑油车”尾气超标等问题。将来还可对工厂排放气体实时监控，实现全域空气质量监控，为执法部门提供执法依据。

附录 B：工业中的 5G 应用、场景与典型案例

随着国家宏观政策的支持和大力推进，中国制造业正经历着数字化、网联化、智能化的变革，推动制造业向精准营销、个性定制、智能服务、协同创造、协同设计和协同制造等方向发展。

5G 网络可以满足工业生产与控制对于大带宽、低时延的网络需求；与此同时，在工厂或工业园区内部署边缘计算，让运营商的 5G 网络与云、边缘计算、大数据、人工智能等核心能力，及企业生产管理与经营管理系统相结合，可进一步降低网络的传输时延，提升系统的处理能力和安全性。



图 9：5G 在工业中的应用概览

智能制造、远程操控和智慧工业园区是当前 5G 与工业结合最紧密的三个应用领域。

B.1 智能制造类

5G 智能制造解决方案有利于提高生产企业的产品质量，提升生产效率，降低次品率、人力成本与库存；工业生产设备供应商的网联化、智能化工业生产设备将在 5G+智能制造产业生态中得到巨大发展。

利用 5G 网络，及视频监控、AR 眼镜、视觉检测设备、工业传感器等数据采集设备，无人车、AGV、工业机器人和 PLC 等工业设备，实现环境监控与巡检、物料供应管理、产品检测、生产监控与设备管理等应用。

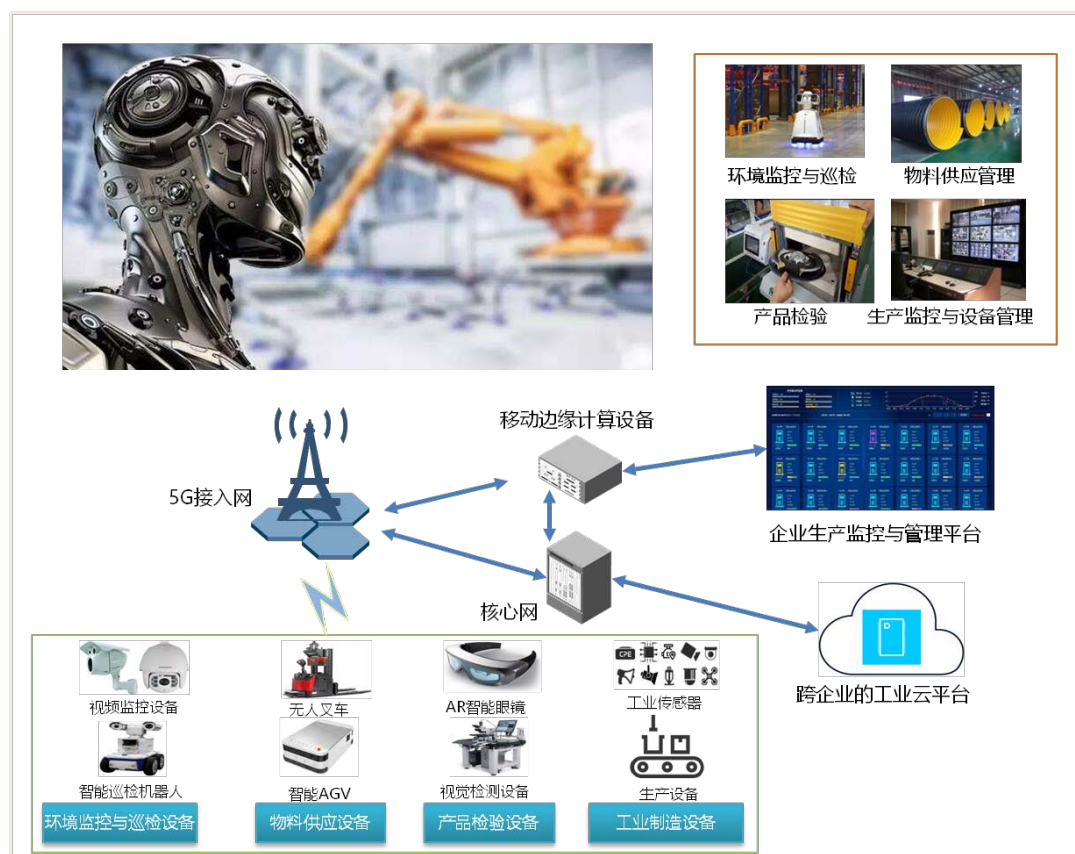


图 10：5G+智能制造解决方案及应用场景

案例 1：杭汽轮集团 5G 三维扫描建模检测系统

杭汽轮集团、浙江中控、新安化工等企业，通过基于激光的三维扫描建模检测系统，精确快速获取物体表面三维数据并生成三维模型，通过 5G 网络实时将测量得到的海量数据传输到云端，由云端服务器快速处理比对，确定实体三维模型是否和原始理论模型保持一致。对部件的检测时间从 2-3 天降低到了 3-5 分钟，在实现产品全量检测的基础上还建立了质量信息数据库，便于后期质量问题分析追溯。



案例 2：华晨宝马 5G 智能制造

华晨宝马在沈阳生产基地建设 5G 汽车生产基地，以解决在传统的机器人与机器人通信以及机器与控制器通信所采用的有线或非授权频谱无线工业通信方式中，存在的标准制式多、异构网络互联组网复杂、管理成本较高、对移动物体的控制（机器人或 AGV）时延长等问题。5G 汽车生产基地将探索 AR、亚米级定位、云端高效控制 AGV、可穿戴设备的人机交互、机器人与机器人之间通信以及机器臂上“夹具”与控制器通信等应用场景。

案例 3：新安化工 5G 智能制造

中控集团、新安化工利用 5G 网络，实现工业数据采集及控制系统。新安

化工生产流程严格，拥有液压监测、漏气监测、压力控制、闸门控制等数以千计的数据采集点。在 5G 智能制造的解决方案中，新安化工园的多个数据采集终端通过 PLC 汇聚后接入 5G 网络，实现控制平台实时监测，一旦发现数据异常，立即报警并启动反向控制系统。该项创新业务使工业数据采集终端摆脱传统有线的部署方式，依托高可靠的 5G 网络进行数据传输及控制，降低了企业成本，大幅提升了生产效率。

B.2 远程操控类

5G 远程操控可广泛应用于采煤、采矿、建筑、工业制造、园区物流等工业领域，显著提升工业生产企业的生产效率，降低人力成本，提高生产环境的安全性。

利用 5G 网络，及视频、毫米波雷达、惯性测量单元、工业环境等数据采集与传感设备，对采矿运输车、AGV、采煤设备、挖掘机、工业机器人、建筑机械等工业生产设备进行远程操控，实现远程采矿、远程施工、远程制造、物流运输调度等应用。

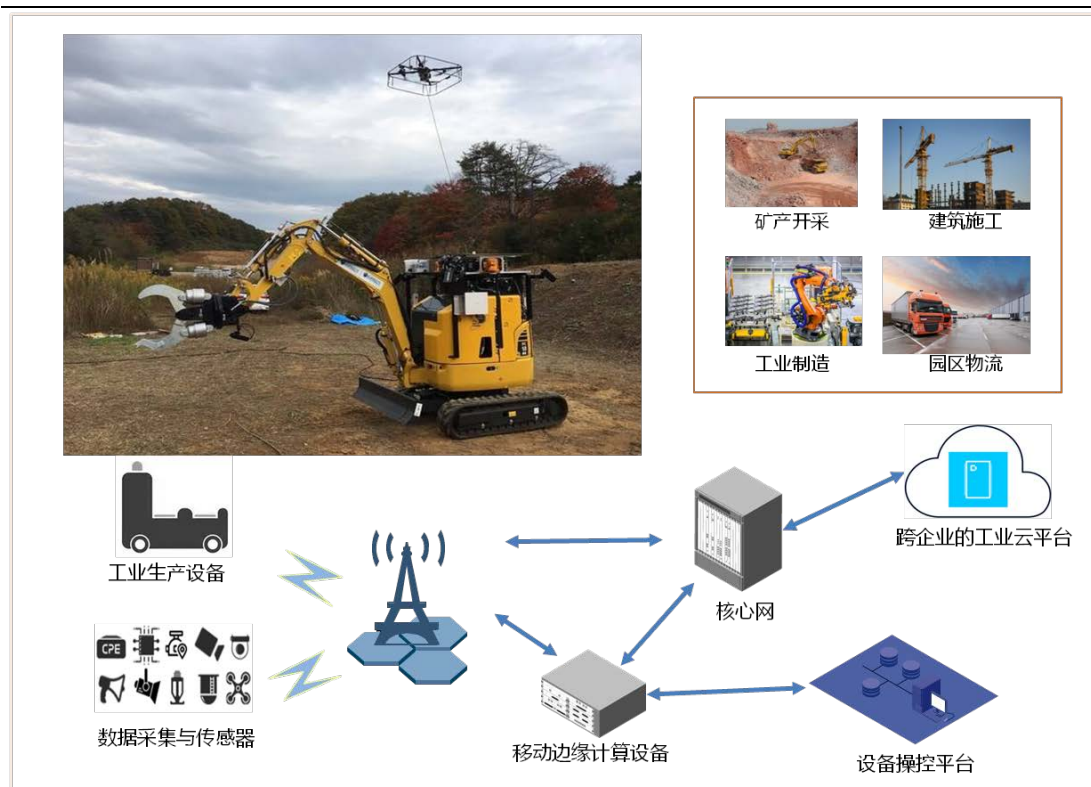


图 11：5G+远程操控解决方案及应用场景

案例 1：包头钢铁 5G 智慧矿区无人驾驶车

踏歌智行与包头钢铁合作，在白云鄂博矿区投入使用 5G 智慧矿区无人驾驶车。利用 5G 网络，将矿区无人驾驶车采集的位置、车辆环境、车辆工作状态等数据，回传到边缘计算和云计算平台，进一步通过 5G V2X 通信系统和远程智能调度监控平台，实现车辆远程操控、车路融合定位、精准停靠、自主避障等功能。



案例 2：兖矿集团 5G 智慧矿业

兖矿集团利用 5G 地下无线宽带传输网络，实现远程开采等智慧矿业应用。未来的远程采煤，可通过 5G 网络将矿井现场视频及各类其他传感器数据回传到地面集控中心，操作员通过 5G 网络操控矿井内的开采设备，实现远程集中开采。

案例 3：新松 5G 云化智能机器人

新松利用 5G 网络、边缘计算和切片技术，为机器人与后台的各类通信业务提供电信级的 QoS 保障，大幅降低端到端时延。边缘计算平台通过机器人实时上传的高清影像以及传感器信息，能够实现对所有机器人的全局定位、路径规划和自动避障。操作人员通过云端服务器还能直接介入操作，实现远程驾驶，从而使机器人可以用于灵活多变的任务。

B.3 智慧工业园区类

目前国内工业园区超过 2 万个，其中国家级开发区超过 500 家。5G 智慧工业园区解决方案可提升工业园区综合运营和管理效率；对园区的危险源提前发现、动态跟踪，减少园区安全隐患；提升园区运输效率，降低园区交通事故发生率；提升园区车间之间的协同效率和车间内的生产效率，降低生产成本。

利用 5G 网络，及视频监控、巡检机器人或无人机、工业传感器、园区路侧传感器、园区交通信号灯、园区无人车和工业生产等设备，实现园区安全管控和智能制造，及引导、停车、调度等园区智慧交通解决方案，并在此基础上实现对园区人、车、路、楼、设备资产的数据融合、综合运营和管理。

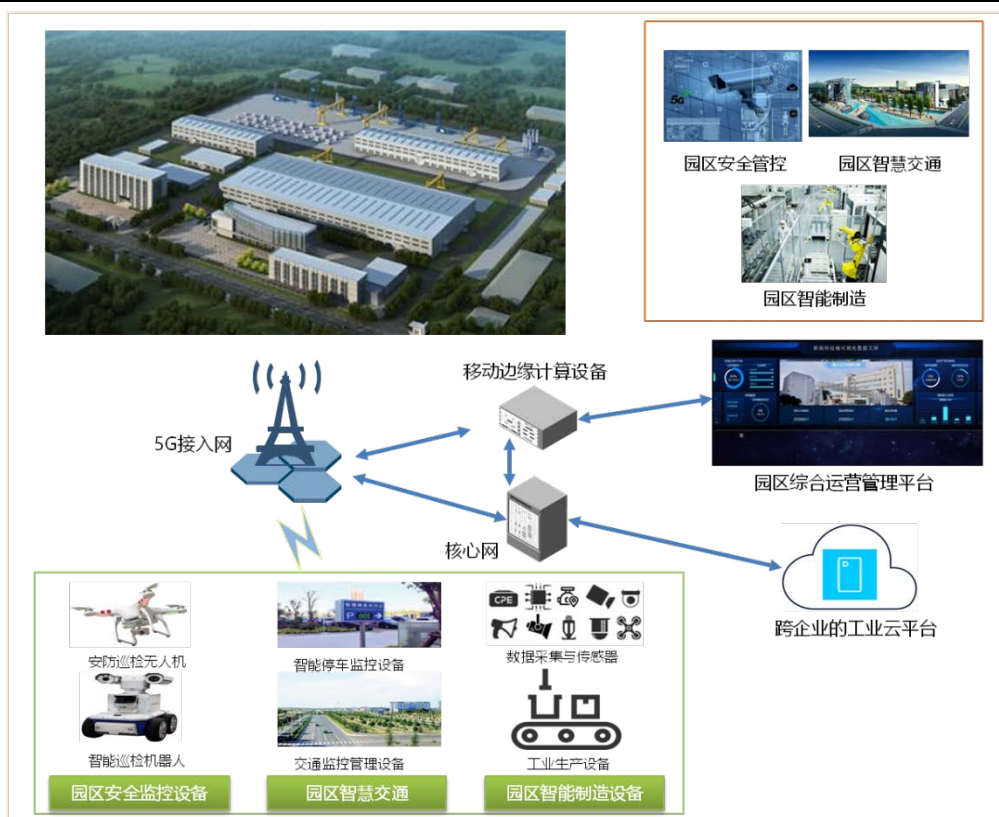


图 12：5G+智慧工业园区解决方案及应用场景

案例 1：恒明集团 5G 智慧产业园区

恒明集团利用 5G 网络等关键技术，对园区平台进行资源整合和优化，制定全方位、一体化的园区管理解决方案，搭建多场景的 5G 产业测试环境，推进园区各项应用场景落地与发展。

案例 2：威海 5G 产业园区

威海综合保税区新兴发展公司、日海智能科技股份有限公司合作，共同建设威海 5G 产业园区。在园区试点智能机器人巡检，部署智能感知系统，实现进出卡口、人流密集区域的车辆、人员的智能监控与识别跟踪、远距离目标自动发现等功能，广泛应用于园区的公共安全与治理。

附录 C：农业中的 5G 应用、场景与典型案例

5G 推动农业的机械化、信息化和智慧化的跨越式融合发展。通过 5G 网络、云计算、边缘计算、物联网、大数据和人工智能等关键技术，与传统农产品市场需求、农业生产过程和农机设备控制相结合，实现农业生产过程监测、农业生产安全监控、农产品疫情病虫害监测、农业生产自动化作业，推动农业生产的自动化、信息化和智慧化水平的提升。



图 13：5G 在农业中的应用概览

智慧农场、智慧牧场、智慧林场、智慧渔场是当前 5G 与农业结合最紧密的四个应用领域。

C.1 智慧农场类

5G 智慧农场可提高农作物生产效率，降低生产成本，防止病虫害。

利用 5G 网络，及温湿度等环境传感器、摄像头、卫星遥感、无人机等监测设备，无人植保机、旋耕机、播种机、喷灌系统等无人驾驶农机设备，实现农作物生长情况监测、农机设备自动化作业、农场安全监控、环保节能作业等应用。



图 14：5G+智慧农场解决方案及应用场景

案例 1：淄博临淄区禾丰 5G 智慧农场

山东理工大学利用 5G 网络、人工智能图像识别、卫星遥感、大数据等技术，驱动各类无人驾驶农机装备，实现自动化作业，包括航空植保无人机、无

人驾驶高地隙植保机、旋耕机、玉米播种机、无人喷灌系统等，应用于小麦和玉米耕、种、管等环节，实现安全可靠、环保节能的农场作业，打造全国首个示范性生态无人农场。



案例 2：上海领新 5G 智慧农业

上海领新农业利用 5G 网络、边缘云和物联网平台，及自动化农业监控设备和无人机，对农业生产进行实时监控，实现快速检测农作物疾病、害虫、杂草、农田水质、土壤，为农作物提供细粒度的营养、通风和供水，提高生产率。

C.2 智慧林场类

5G 智慧林业有利于森林的建设和养护，减少森林病虫害，预防森林火灾，保护野生动植物，为工作人员和游客提供向导与救援服务。

利用 5G 网络，及视频监控、无人机等监测设备，实现森林资源、森林病虫害、野生动植物、森林防火等监测，及森林巡检等应用。

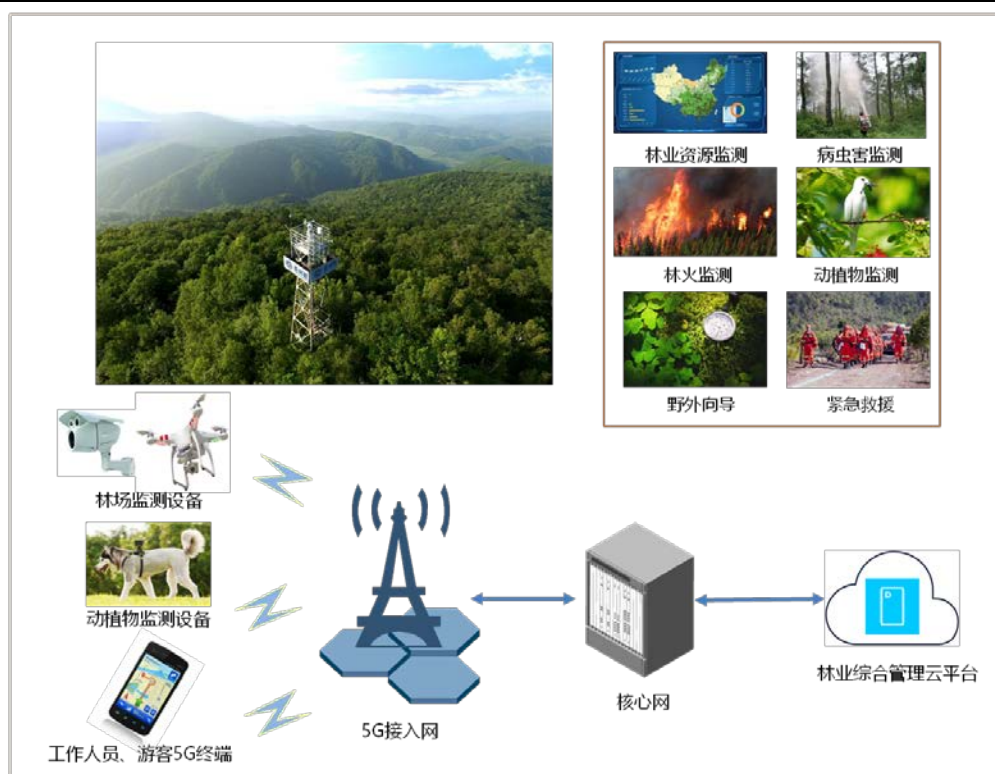


图 15：5G+智慧林场解决方案及应用场景

案例：成都大邑西岭雪山 5G 智慧林场

成都大邑县利用 5G 网络、人工智能和无人机，在西岭雪山景区寻找迷路游客。5G 无人机实时回传画面，通过人工智能分析，智能判别画面中的人与物，应急救援指挥中心根据视频画面迅速锁定迷路游客的位置坐标，指挥属地救援队将被困游客带至安全地带。

C.3 智慧畜牧类

5G 智慧畜牧可以提高畜牧养殖生产效率，降低畜牧养殖成本，防止牲畜疫情发生和牲畜丢失，保护畜牧生态等。

利用 5G 网络，及环境传感器、视频摄像头、卫星定位系统、无人机等监测设备，实现牲畜位置跟踪与管理、草场退化监测、牲畜疫情预警、牲畜生长

情况跟踪与环境监测等应用。



图 16：5G+智慧畜牧解决方案及应用场景

案例：广西扬翔 5G 智慧畜牧

广西扬翔利用 5G 网络、视频监控、图像识别和红外线测温等技术，实现 5G 智慧畜牧应用。广西扬翔是广西贵港养殖业龙头企业，拥有亚洲最大的 13 层楼房养猪场。在广西扬翔的 5G 智慧畜牧解决方案中，可记录每头生猪的身长、体温、进食次数、运动量，分析生猪的健康值；通过生猪的咳嗽、叫声等判断是否患病，提前预警疫情；提高母猪生产能力。

C.4 智慧渔场类

5G 智慧渔场可提高饲料的利用率，防止潜在的疾病扩散，防止养殖鱼类逃离，提高水下作业安全性，节约人力成本。

利用 5G 网络，及高清摄像头和水下摄像系统等监测设备，对渔场进行监控管理，实现渔场全景监测、水产品生长情况监测和精准鱼食投放等应用。



图 17：5G+智慧渔场解决方案及应用场景

案例：威海爱伦湾 5G 智慧渔场

威海爱伦湾国家级海洋牧场利用 5G 网络，通过在海洋牧场上架设的全景高清摄像装备，实现对牧场的 24 小时全景监控应用，水产养殖管理人员通过手机在办公室或者家中就可以观察水产品生长情况，根据牧场养殖水域水下实际情况观测距离最远可达 10 米。

附录 D：文体娱乐业中的 5G 应用、场景与典型案例

当前，文体娱乐业发展迅猛，激增的数据量以及人民群众对于娱乐需求的多元化，都对通信网络承载能力提出了前所未有的挑战。

5G 与超高清视频、VR/AR 等技术的结合，将拓展文娱内容的传播形态，满足高品质视频制播需求，为 2022 年冬奥会等重大赛事提供全新观赛体验，同时促进网上博物馆、云游戏等对渲染、画质和时延要求较高的应用普及。



图 18：5G 在文体娱乐业中的应用概览

视频制播、智慧文博、智慧院线、云游戏是当前 5G 和文体娱乐业结合最紧密的四个应用领域。

D.1 视频制播类

2018 年，韩国平昌冬奥会在全球首次推出 5G 视频制播服务，提供奥运

场馆内 360 度全景直播等 5G 实感体验服务。2019 年，央视春晚首次使用 5G 网络进行分会场的信号回传和实时直播。

5G 加速数字化和视频化融合的进程，体育赛事、新闻事件和演唱会等大型活动对于 5G 网络的依赖程度正在不断提升，不仅可以让传统媒体的信息传播途径更加多元化，还能为传统媒体带来更多的应用创新。

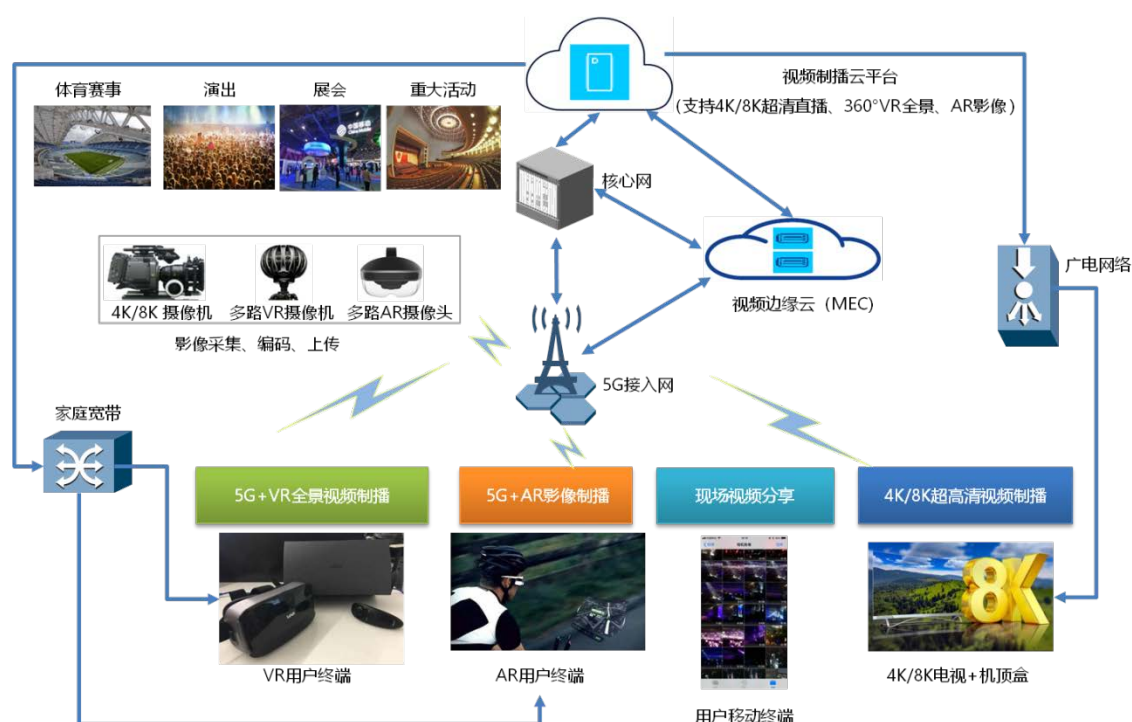


图 19：5G+视频制播解决方案及应用场景

案例 1：韩国平昌冬奥会 5G 体育直播

平昌冬奥会冰上运动场和滑雪场设置了数百台摄像机，可拍摄 360 度比赛画面与运动员动作，传输到附近的边缘服务器，并通过 5G 网络发送到云数据中心，观众可在平板电脑上从任何角度观看运动员的高清视频直播以及运动员的数据统计。

案例 2：中央广播电视总台 5G 新媒体平台

中央广播电视总台 5G 新媒体平台是我国第一个基于 5G 技术的国家级新媒体平台，将 5G 与 4K、8K、VR 等技术结合，支持超高清信号的多路直播回传，构建超高清直播节目的多屏、多视角应用场景。

案例 3：山西太原全国青运会 5G 直播

2019 年 8 月 8 日，第二届全国青年运动会在山西太原开幕，5G 技术广泛应用于本次运动会赛事直播“采、编、播、传”等环节，为观众提供“不同机位自主看”“屏幕远近伸缩看”及“360 度随意看”三大 5G 创新体验，满足观众个性化观赛需求。

案例 4：天津津云 5G 县级融媒体中心建设

津云新媒体集团开展县级融媒体中心、4K/8K 超高清视频应用、5G 移动化采编、融媒体视频互动等项目研究建设，预计未来将在天津各辖县覆盖。项目采用融媒体采编系列产品“和背包”。小巧的和背包可以代替庞大的视频直播车，操作灵活，同时还支持 5G+4K、5G+VR 传输，可将采访画面实时传输至电视台，实现了多机位、跨地点、低时延的高清直播与远程回传、交互连线等功能。

D.2 智慧文博类

目前，全国博物馆数量已超过 5000 家，在文化事业和社会发展中发挥了重要的作用。博物馆运营已进入文创时代，对技术创新需求更加迫切。

通过 5G 网络，结合云计算、VR/AR、全息、超高清视频等技术，打造新

型智慧博物馆，以更为广泛的渠道和多样化的体验方式为广大人民提供文化服务，同时实现对馆内文物和设施的智慧化管理。

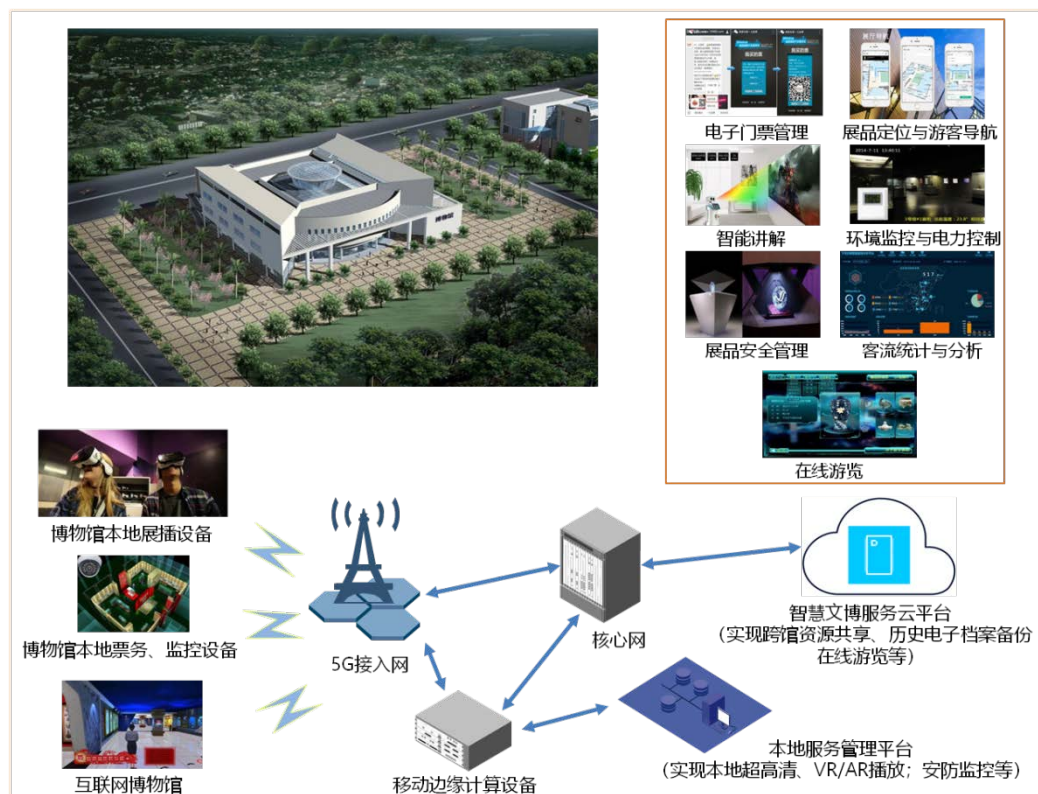


图 20：5G+智慧文博解决方案及应用场景

案例 1：湖南省打造全球首家 5G 智慧博物馆

湖南省博物馆打造全球首家 5G 智慧博物馆。游览者不仅能享受到全馆 5G 高速网络，还能体验高清 4K 直播、VR 漫游、全息汉服秀等 5G 新应用，感受虚拟场景，体验虚拟文物，近距离和文物互动。

案例 2：湖北省博物馆“5G 智慧博物馆”APP

湖北省博物馆推出“5G 智慧博物馆”APP，各地观众可通过 APP 随时随地亲密接触“国宝”文物。现场观众只需用手机轻松一拍，文物即可自动识别并呈

现相关信息；而对于不在现场的游客，可观看 360 度全景画面，仿佛身临其境。

案例 3：南昌八一起义纪念馆 “5G+VR 红色旅游直播巡展”

八一起义纪念馆推出“5G+VR 红色旅游直播巡展”，让游客可以在互联网上进行 VR 实景沉浸式直播参观。在缓解纪念馆游客压力的同时，也可将馆内各种珍贵的历史收藏向更多人展示。

D.3 智慧院线类

当前，影院竞争压力日益增高，影院生存环境十分严峻。打造创新差异化的服务体验，降低院线运营管理成本，是院线谋求发展的突破口。

通过 5G 打造智慧院线，将为院线转型升级提供新的机遇，主要体现在三个方面：一、通过 5G 与云存储技术，实现片源远程传输与在线存储，缩短发行周期，降低发行成本；二、基于 5G、VR/AR 与超高清视频播放技术，打造全新观影环境与体验，提升观众粘性；三、基于 5G、视频监控、人工智能等技术，实现人脸自动检票、智能安防等智慧管理功能，降低运营成本。

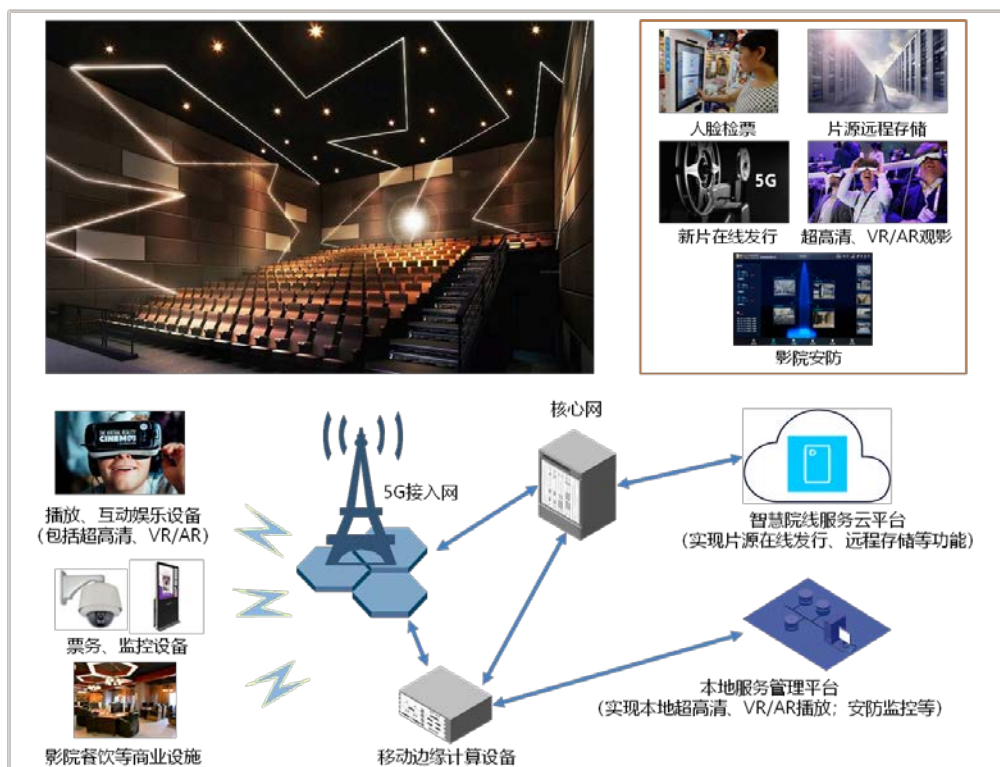


图 21：5G+智慧院线解决方案及应用场景

案例 1：挪威打造全球首个 5G 电影院

奥斯陆 Odeon 影院建设世界上第一个 5G 电影院，通过 5G 网络播放影片，同时提供音乐会、体育赛事等高清直播服务。

案例 2：深圳大地电影院 5G 院线应用

深圳大地电影院线通过 5G 网络，在影院内提供直播、数字化快闪、电竞游戏等服务。

D.4 云游戏类

2018 年，中国游戏市场规模 379 亿美元，全球市场占比 27%，亚太市场

占比 53%^[4]，主要受益于移动端游戏蓬勃发展。云游戏作为移动端游戏的重要形式，市场需求大，但发展缓慢，根本原因在于网络带宽的限制，无法满足即时游戏的需求。

随着 5G 普及，云游戏带宽瓶颈将不复存在，5G+云游戏将成为 5G 时代一项重要的个人应用场景，与 VR/AR、语言识别、视野跟踪、手势感应等技术的结合也将更加紧密。

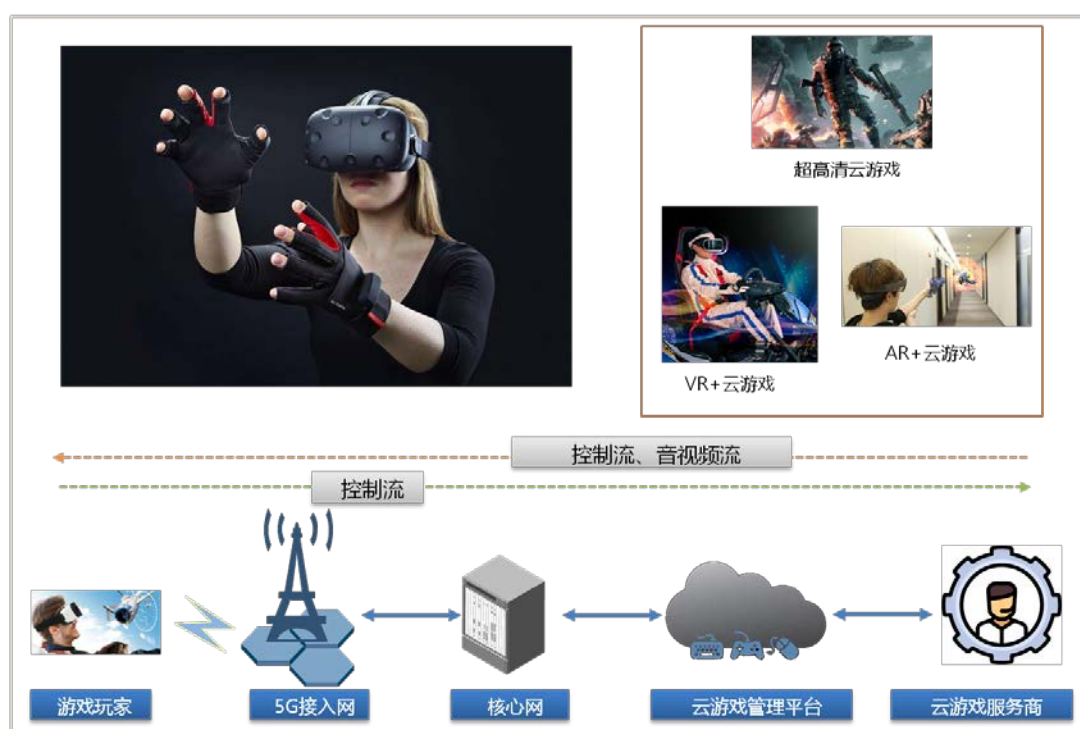


图 22：5G+云游戏解决方案及应用场景

案例：韩国电信运营商将率先推出 5G 云游戏业务

LG U+与电脑图形处理企业 NVIDIA 合作，进入云游戏市场，预计将于 2019 年 11 月前后在韩国率先推出 GeForce NOW 云游戏服务。SK 电讯也将与微软，围绕 5G 技术展开 Project xCloud 云游戏的项目合作。

⁴ 数据来源：艾媒研究院《2019 年中国小游戏产业研究与发展趋势分析报告》

附录 E：医疗行业中的 5G 应用、场景与典型案例

《全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015~2020 年）》指出，应用新一代信息技术，推动惠及全民的健康信息和智慧医疗服务。

5G 网络、云计算、边缘计算和人工智能等技术，与超声机器人、手术机器人、查房机器人和视讯通信等设备的结合，协助医院实现远程诊断、远程手术、应急救援等智慧医疗应用，解决小城市和边远地区医疗资源不足、医疗水平低的问题，使患者得到及时的救助，提升医疗工作效率。



图 23：5G 在医疗行业中的应用概览

远程诊断、远程手术、应急救援是当前 5G 与医疗结合最紧密的三个应用领域。

E.1 远程诊断类

截至 2019 年 2 月底,我国有医院 3.3 万个^[5],我国医院资源分布不均衡,80%的医疗资源集中在 20%的大城市,导致大医院看病等待时间长,小城市和边远地区看病难等问题。5G 远程诊断可支撑边远地区医院的医疗工作,提升医疗专家的工作效率。

利用 5G 网络,及视讯、医用摄像头、超声机器人、查房机器人等设备,实现远程会诊、远程机器人超声和远程查房等应用。



图 24：5G+远程诊断解决方案及应用场景

案例：郑州大学第一附属医院 5G 远程诊断

郑州大学第一附属医院利用 5G 网络实现远程诊断和 5G 远程机器人查房

⁵ 数据来源：中商产业研究院《2019 年全国各省市医疗卫生机构数排行榜》

等应用。5G 远程诊断：超声专家在医生端操控 B 超影像系统和力反馈系统，通过 5G 网络，远程控制患者端的机械臂及超声探头，实现远程超声检查，专家通过 4K 摄像头可与患者进行视频交互。5G 远程机器人查房：通过 5G 网络，远端医生采用操纵杆或者 APP 控制软件，控制机器人移动到指定病床，然后调整机器人头部的屏幕和摄像机角度，与患者进行高清视频交互。



E.2 远程手术类

5G 远程手术有利于解决小城市和边远地区病人集中到大城市进行手术的问题，提升小城市和边远地区医院的重大疾病医疗水平。

利用 5G 网络，及视讯、生命监护仪、医用摄像头、AR 智能眼镜、内窥镜镜头、手术机器人等设备，实现远程机器人手术、远程手术示教和指导等应用。

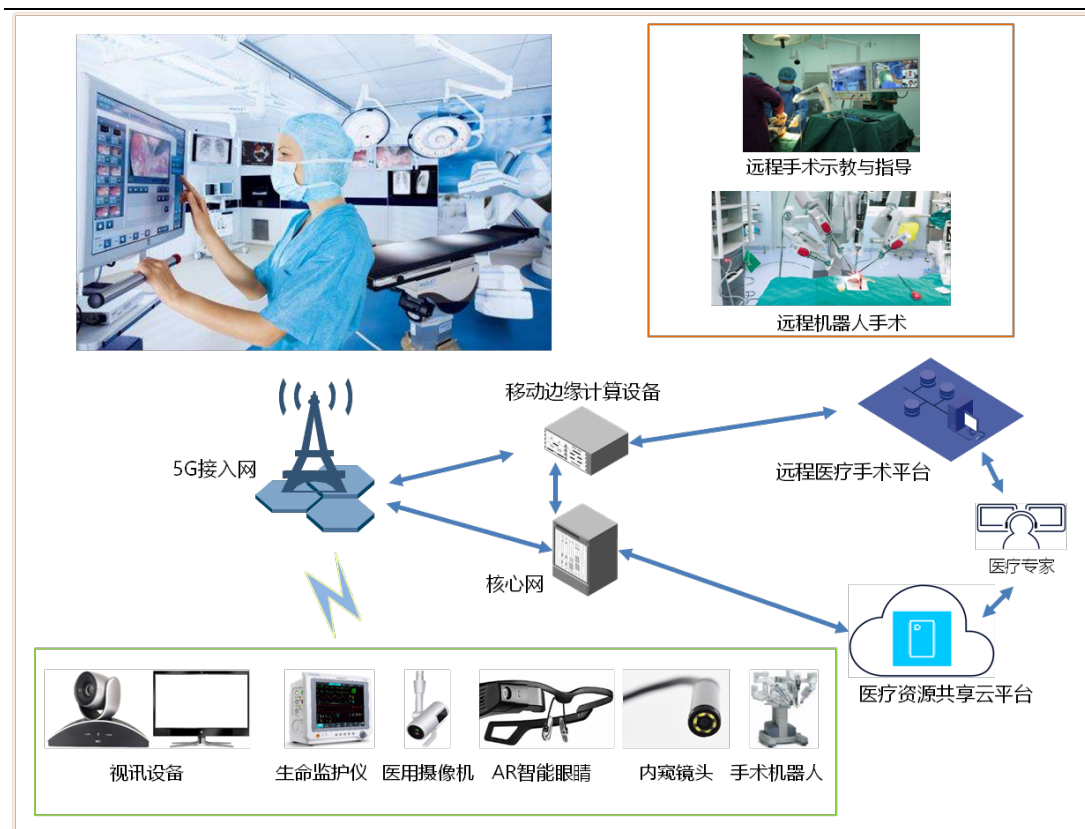
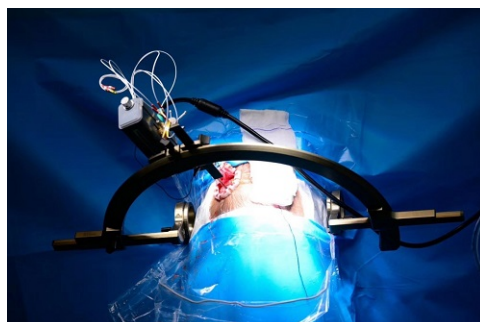


图 25：5G+远程手术解决方案及应用场景

案例 1：解放军总医院 5G 远程手术

解放军总医院利用 5G 网络和手术机器人实施远程手术。位于海南的神经外科专家，通过 5G 网络实时传送的高清视频画面，远程操控手术器械，成功为身处中国人民解放军总医院（北京）的一位患者完成了“脑起搏器”植入手术。5G 网络大带宽与低时延特性，有效地保障了远程手术的稳定性、可靠性和安全性。



案例 2：蚌埠医学院 5G 远程手术指导

蚌医二附院医生利用 5G 网络从医疗数据库中实时查看患者腔镜视像和病案资料，对固镇县人民医院主刀医生操作给予同步精确指导。会诊中心大屏幕上可以清晰地看到 50 公里以外传输回来的高清视频画面，细微的血管和操作电钩也能清楚地显示，实现了两地“零距离、面对面”交流。



E.3 应急救援类

5G 应急救援, 提升救援工作效率和服务水平, 为抢救患者生命赢得时间。

利用 5G 网络, 及医用摄像头、超声仪、心电图机、生命监护仪、除颤监护仪、AR 智能眼镜等设备, 实现救护车或现场的应急救援救治远程指导、救护车交通疏导等应用。



图 26：5G+应急救援解决方案及应用场景

案例：浙大二院 5G 救护车远程诊断

浙大二院利用 5G 网络、远程 B 超和摄像头等，帮助浙大二院滨江院区的医生获得救护车上的视觉信息，实时监测获取救护车中患者的生命体征数据，如心电图、超声图像、血压、心率、氧饱和度、体温等信息。医护人员通过 5G 进行人脸识别，迅速连接医疗数据库，确定患者身份，找出了病人档案，在患者到达前进行诊断和手术准备。



附录 F：交通运输业中的 5G 应用、场景与典型案例

根据《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》，到 2020 年，基本建成安全、便捷、高效、绿色的现代综合交通运输体系，部分地区和领域率先实现交通运输现代化。《交通强国建设纲要》提出，到 2035 年，基本建成交通强国；到本世纪中叶，全面建成人民满意、保障有力、世界前列的交通强国。

5G 网络结合云计算、边缘计算、大数据、人工智能等技术，与政府管理部门、企业车联网、交通管理、公交、铁路、机场、港口和物流园区的监控、调度、管理平台配合，将智能化和数字化发展贯穿于交通建设、运行、服务、监管等全链条各环节。



图 27：5G 在交通运输业中的应用概览

车联网与自动驾驶、智慧公交、智慧铁路、智慧机场、智慧港口、智慧物流是当前 5G 与交通运输业结合最紧密的六个应用领域。

F.1 车联网与自动驾驶类

截止到 2019 年 6 月底，全国汽车保有量达 2.5 亿辆^[6]，每年仍以新增 2000-2500 万辆的速度的发展；到 2025 年，全国汽车 L2-L3 级自动驾驶新车装配率达 25%^[7]。

5G 车联网与自动驾驶，可以提高道路交通安全、行人安全和道路运行效率，减少尾气污染和交通拥堵；政府管理部门可提高交通、运输、道路和环保的管理能力；运输企业可降低运营成本、提高运输效率；帮助汽车用户提高能源使用效率、降低汽车使用成本，提升乘车体验和出行效率等。

车联网与自动驾驶解决方案，利用 5G 网络，及车载摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等车载传感设备，路侧摄像头、毫米波雷达等路侧传感设备，交通标志、交通信号灯等交通呈现设备，实现车载信息业务、车况状态诊断服务、车辆环境感知（前车透视、高精度地图等）、V2X 网联辅助驾驶、远程驾驶、网联自动驾驶（含自动驾驶编队）和智慧交通管理等应用。

⁶ 数据来源：公安部交通管理局

⁷ 数据来源：工业和信息化部《汽车产业中长期发展规划》



图 28：5G+车联网与自动驾驶解决方案及应用场景

案例 1：上汽集团 C-V2X 智能出行

上汽集团利用 C-V2X（包含现阶段 4G 和未来 5G）网络，实现：近距/超车告警、前车透视、十字路口预警、交通灯预警、行人预警、交叉路口碰撞避免提醒、十字路口车速引导、交通灯信息下发、绿波带、“最后一公里”等智能出行应用。

案例 2：长城汽车 5G 远程驾驶

长城汽车在雄安新区利用 5G 网络远程控制二十公里以外的车辆，精准完成了起步、加速、刹车、转向等动作。测试人员通过车辆模拟控制器和 5G 网络，向长城试验车下发操作指令，网络时延能够保持在 6 毫秒以内，仅为现有

4G 网络的十分之一。

案例 3：南宁 5G 智慧交通

南宁交管部门利用 5G 网络，将南宁路况视频数据传输到就近的 5G 边缘云端服务器上，利用云端部署的视频违法事件自动化检测应用（视觉 AI 模型），完成原始交通视频流的汇聚和计算，快速输出交通违法结果，加快响应和处理速度，减少违法事件与逃逸的发生，提高道路交通智能管理能力，从源头上降低事故风险，减少拥堵。

案例 4：江苏无锡 C-V2X 车联网先导区

由工信部支持，江苏省工信厅牵头，无锡市政府组织创建的江苏（无锡）车联网先导区，利用 C-V2X 网络，推进城市级示范应用、进一步丰富车联网应用场景、推动智能网联汽车测试基地建设、积极培育车联网产业集群、完善安全保障机制等重点工作。

F.2 智慧公交类

截止到 2018 年底，我国拥有公共汽电车运营线路 60590 条，运营线路总长度 119.9 万公里，轨道交通运营线路 171 条，运营里程 5295.1 公里^[8]。5G 智慧公交解决方案，可以提升公共交通系统运行效率、运行安全、用户出行体验，推动公共汽电车、城轨列车生产厂商及零部件供应商向智能化、网联化、数字化方向转型升级和发展。

智慧公交解决方案利用 5G 网络，及视频监控等设备，实现对公交车、出

⁸ 数据来源：交通运输部《2018 年交通运输行业发展统计公报》

租车和城轨列车的调度和管理，对公交车、公交车站、城轨列车和城轨车站的安防监控。



图 29：5G+智慧公交解决方案及应用场景

案例 1：宇通 5G 无人驾驶公交线路



宇通在郑州郑东新区智慧岛的开放道路上试运行 5G 无人驾驶公交线路，

提升了自动驾驶车辆车载系统与自动驾驶平台的数据交互，将响应时间从 4G 的平均 50 毫秒减少到 10 毫秒左右。试乘路段上有一系列的行驶场景，如巡线行驶、自主避障、路口同行、车路协同、自主换道、精准进站等。

案例 2：深圳地铁 5G 城轨数据存储

深圳地铁运营公司利用 5G 网络完成城轨列车车载视频与车载监测数据回传和存储。以往城轨运营公司，大量视频录像存储于车载存储系统，存储容量高达 500GB，视频需人工上传拷贝，因接口速率低，拷贝时间至少要 2 个小时。通过 5G 网络，利用列车短暂的停站时间，只需要 150 秒便可完成车载视频与车载监测数据回传和落地存储。

F.3 智慧铁路类

截止到 2018 年底，全国铁路营业里程达到 13.1 万公里，其中高铁营业里程 2.9 万公里以上^[9]。5G 智慧铁路解决方案，可以提升铁路交通系统运行效率和运行安全、企业货物运输效率、旅客旅行体验和服务水平。

智慧铁路解决方案利用 5G 网络，及视频监控、AR 智能眼镜、铁路传感器等监测设备，实现对列车及集装箱货物的监控、调度和管理，对铁路线路、列车车站和客流的监控管理。

⁹ 数据来源：交通运输部《2018 年交通运输行业发展统计公报》



图 30：5G+智慧铁路解决方案及应用场景

案例 1：广深港高铁 5G 智慧车站

广深港高铁利用 5G 网络建设“智慧车站”平台，实现智能引导、智能安检及智慧旅途等服务，及铁路生产安全作业管控、铁路集装箱货物调度管理、智慧车站建设及综合安防监控管理等应用。

案例 2：中国铁路西安局 5G 视频监控数据上传

中国铁路西安局利用 5G 网络、云计算实现列车视频等监控数据上传与存储，30GB 的视频数据在 3 分钟左右全自动完成数据转储，较之前的转储效率提升了 13 倍。

F.4 智慧机场类

截止到 2018 年底，全国共有颁证民用航空机场 235 个^[10]。5G 智慧机场在我国有较大的市场应用空间。5G 智慧机场可以提升空中交通调度管理效率和安全性，提升地面摆渡车、运输货物和旅客通行安全和效率，优化乘客出行服务体验。

智慧机场解决方案利用 5G 网络，及视频监控、AR 智能眼镜、无人机等监测设备，实现地面摆渡车与运输货物的监控、调度与管理，空中交通的监控、调度与管理，候机大厅、客流和行李的监控与管理。

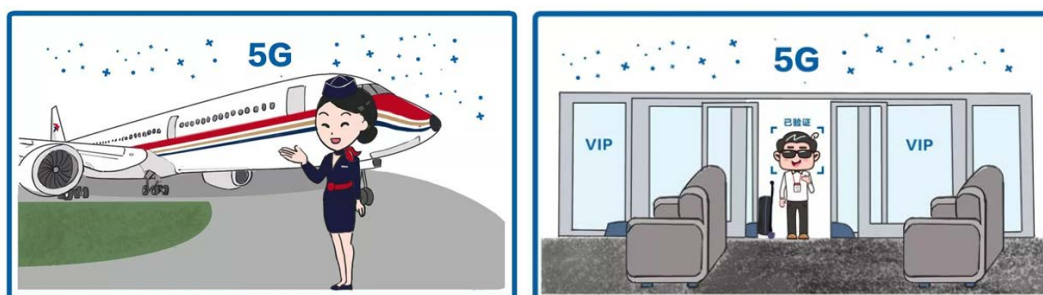


图 31：5G+智慧机场解决方案及应用场景

¹⁰ 数据来源：交通运输部《2018 年交通运输行业发展统计公报》

案例 1：北京大兴 5G 智慧机场

东方航空在大兴机场以“5G+人脸识别”为基础，结合 AR、AI 等技术，打造“一脸通行”“行李追踪”“AR 眼镜识别”等 5G 智慧出行服务。“一脸通行”助力旅客从值机、贵宾室、到登机全过程均可刷脸通行，无需出示身份证、或者登机牌等证件，为旅客带来“路路通”的体验，缩短人工查验时间和旅客登机时间。



案例 2：沈阳法库 5G 智慧机场

沈阳法库通用航空产业园基地，利用 5G 网络和无人机，将实时 4K/VR 高清图像传送回机场航管飞控大厅，通过与有人机的协同工作，实现远程超视距机群航线规划和自动化飞行管理。

F.5 智慧港口类

截止到 2018 年底，全国港口拥有万吨级及以上泊位 2444 个，其中，沿海港口万吨级及以上泊位 2007 个，内河港口万吨级及以上泊位 437 个^[11]。中国是全球排名第一的贸易大国，产生全球近四分之一贸易。5G 智慧港口在我国存在较大的市场应用空间，可以提升港口的龙门吊的工作效率、港口园区管理效率和安全性，提升港口与船舶、货物运输的协同性。

智慧港口解决方案利用 5G 网络，及视频监控、AR 智能眼镜、智能巡检

¹¹ 数据来源：交通运输部《2018 年交通运输行业发展统计公报》

机器人、无人机等监测设备，实现对龙门吊的安全监控、远程操控，将船联网数据回传至港口管理平台，完善港口园区交通管理与安全监控。

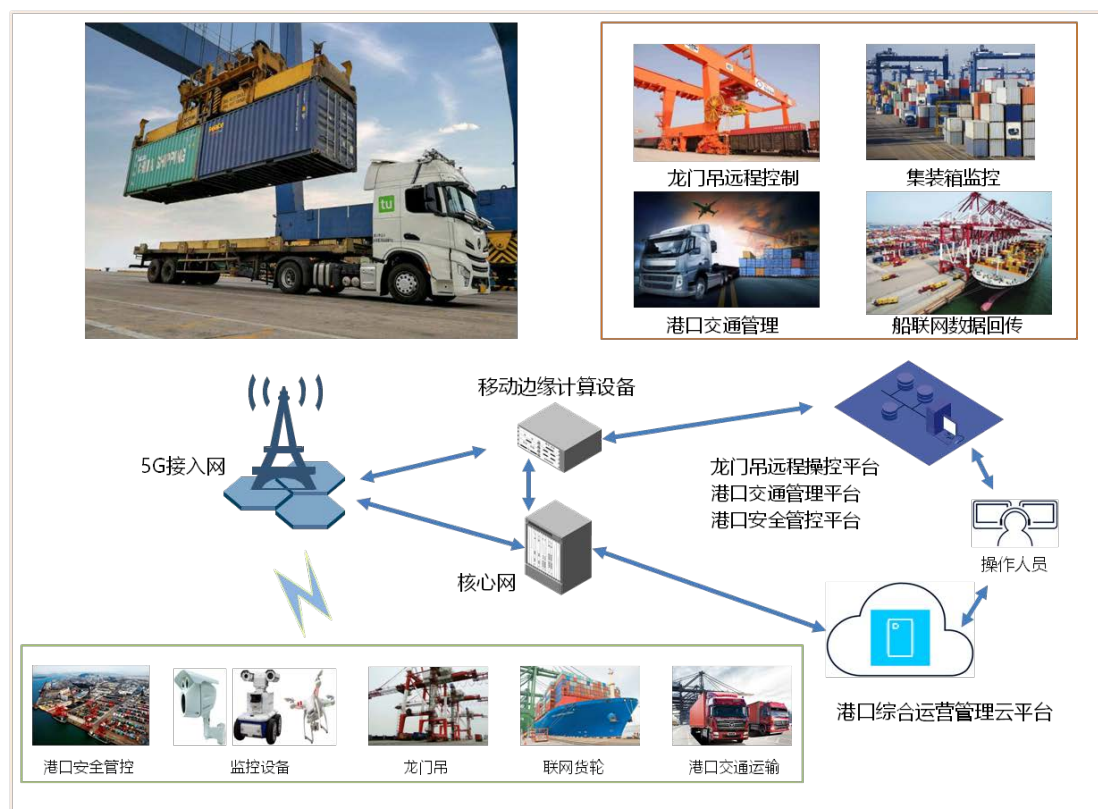


图 32：5G+智慧港口解决方案及应用场景

案例 1：舟山港 5G 智慧港口

宁波舟山港通过 5G 网络实现对龙门吊的安全监控和远程处置调度，全方位感知港口运输的每个环节，为港口向无人化智能化港口发展转型奠定基础。



案例 2：德国汉堡港务局 5G 智慧港口

德国汉堡港务局利用 5G 网络，将船舶的货物运输数据、船舶环境感知数据、船舶状态感知数据，传回港口控制中心；将港口交通灯接入 5G 网络，由港口控制中心远程操作，控制通过港口园区的交通流量，安全引导物流卡车运行；通过 5G+3D+AR 应用程序，对港口实施监控和优化规划。

F.6 智慧物流类

5G 智慧物流对物流、运输、大企业的物流部门有较大的应用空间，可以提升物流园区、仓库、物流配送的工作效率和安全性，降低人力使用成本。

智慧物流解决方案利用 5G 网络，及视频监控、AR 智能眼镜、智能巡检机器人、无人机等监测设备，园区无人叉车、云化 AGV、分拣机器人、无人驾驶汽车等智能搬运设备，实现园区与仓库的安全监控和管理、园区智能搬运设备的远程操控、物流运输及驾驶员的调度与管理。

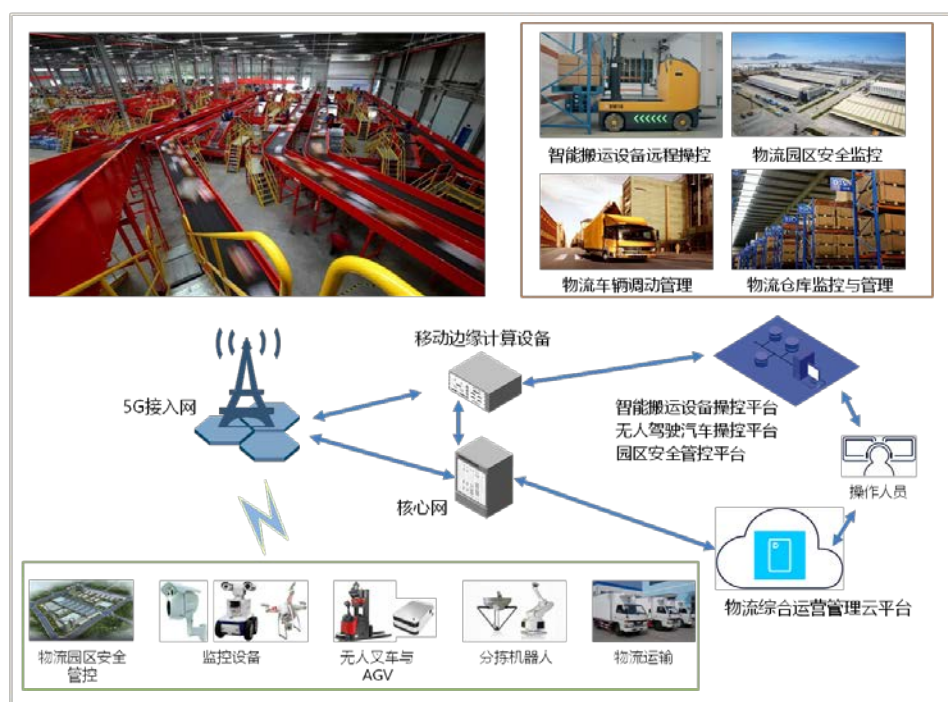


图 33：5G+智慧物流解决方案及应用场景

案例 1：苏宁物流 5G 无人配送车

苏宁物流在南京利用 5G 网络实现无人车配送。基于 5G 网络，后端管理人员可以通过车身上的 360 度环视摄像头，看到无人车的实时运行状态。遇到紧急情况如交通障碍，可对车做人工接管和远程控制。无人车还可以有效识别红绿灯，与周围车辆、交通环境产生实时交互，制定十字路口通行策略。



案例 2：林安物流 5G 智慧物流

林安物流利用 5G 网络、无人驾驶和实时监控等技术，实现人、车、货高效匹配、调度、监控和预警；借助 AR 智能眼镜、高清摄像头、无人机、无人驾驶等智能设备，使物流园区更加智能化和便利化。

附录 G：金融业中的 5G 应用、场景与典型案例

5G 促进物联网、虚拟现实、人工智能、大数据等技术和金融的深度融合，银行、证券、保险、租赁、投资等众多金融领域原有业务痛点将得以解决。

5G 时代，金融机构可以通过用户喜欢的渠道提供金融服务业务，金融将延伸到新渠道、新形式，包括智能手机、可穿戴设备、物联网设备和虚拟现实装备等。



图 34：5G 在金融业中的应用概览

智慧网点、虚拟银行是当前 5G 和金融业结合最紧密的两个应用领域。

G.1 智慧网点类

银行智慧网点，以 5G 网络为基础，深度融合大数据、人工智能、生物识别等金融科技手段，建立客户与金融服务场景的紧密纽带，有机联结服务引导、产品营销、业务办理、运营管理、安全防护等各环节。

目前，国内各大银行均在做 5G 与银行网点的融合试点。5G+智慧银行网点在提升客户体验与业务办理效率的同时，大幅降低银行的人力与运营成本，为银行降本增效提供新的途径。

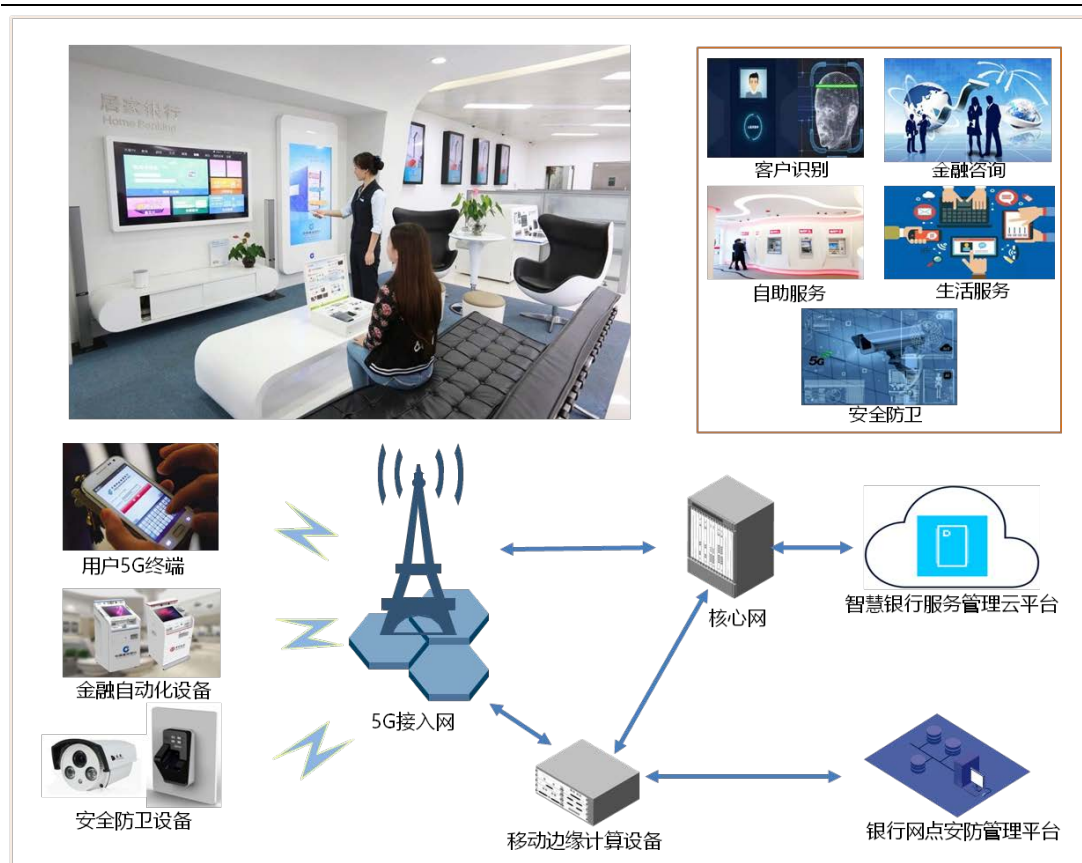


图 35：5G+智慧银行网点解决方案及应用场景

案例 1：浦发银行 5G 智慧网点

浦发银行 i-Counter 智能柜台通过 5G 网络为用户提供金融服务。用户可以通过 4K 高清视频连接远程服务，既可以与理财顾问沟通，获得更全面的服务信息与更直观的交互体验，也能享受电子银行签约、用户信息修改、卡激活、解挂失等多样化银行服务；网点还配备由虚拟成像技术和 AR 眼镜组成的沉浸式体验空间，同时提供一系列基于“刷脸”即可实现的交易，比如刷脸登录、打印、转账、取款等。



案例 2：工商银行 5G 智慧网点

工行智能网点设置了休闲互动体验区、科技创新体验区、轻奢商务金融营销区与沉浸式体验区。通过 5G 网络，客户在等候办理业务的间隙，可享受“漂流图书馆”、“健康一体机”、“刷脸咖啡”等金融增值服务。

案例 3：建设银行 5G 智慧网点

中国建设银行“5G+智能银行”，通过 5G 网络，实现智慧柜员机、金融太空舱、智能家居、共享空间、客户成长互动、智慧安防监控等应用场景。

G.2 虚拟银行类

当前，许多银行出于金融安全考虑，对于某些业务仍需要客户亲自到网点办理，例如开户。现实生活中，银行网点的覆盖有盲区，排队等待的时间长，给顾客带来了诸多不便。

未来，银行可以通过 5G 网络，结合 VR/AR、超高清视频等技术，建立网上虚拟银行，提供虚拟网点沉浸式体验，公众与银行职员进行远程互动，实现自助服务辅导。用户可以突破时空限制，无需到银行网点，通过各类授权物（手机、汽车、智能家居等）均可办理所需金融业务。

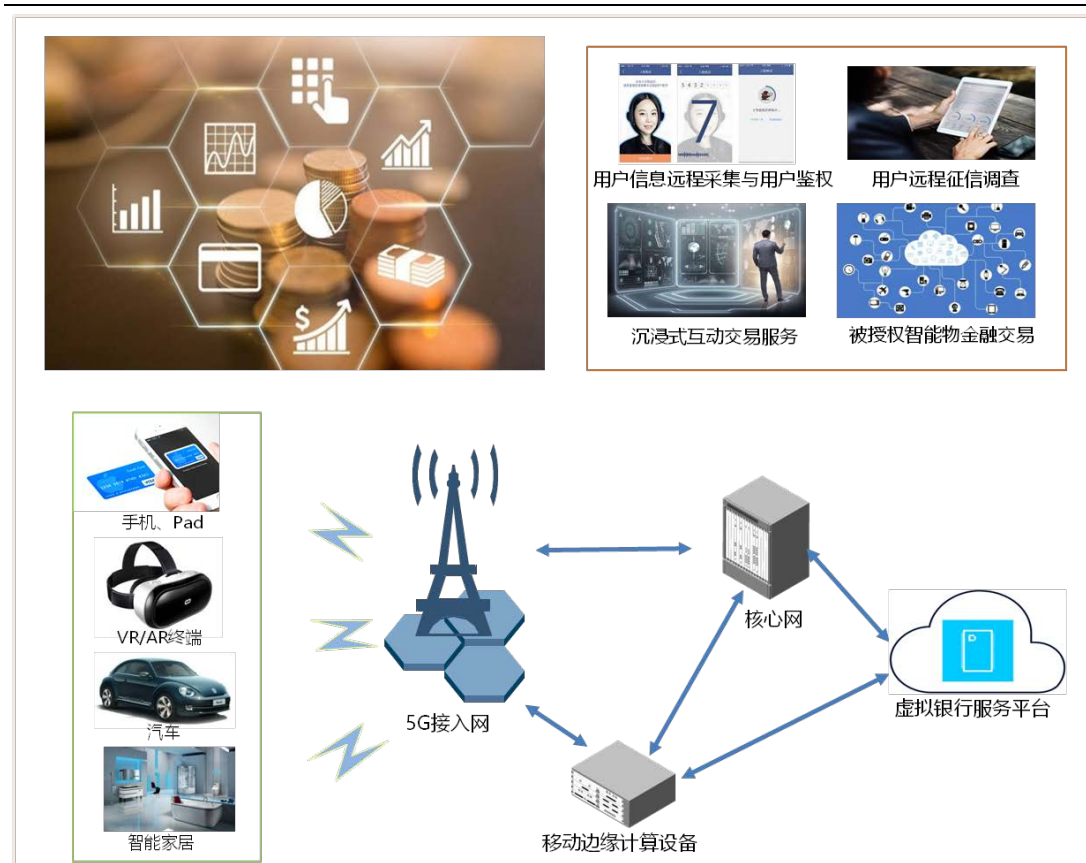


图 36：5G+ 虚拟银行解决方案及应用场景

案例：鸟瞰智能 5G 虚拟银行

鸟瞰智能研发推出 Wealth A.I.系统。Wealth A.I.是一个面向金融人工智能的操作系统，基于 Wealth A.I.的虚拟银行服务产品，可用于用户的各类智能终端，如：手机银行助理，采用 5G、VR/AR 的智慧交互模式，消除银行与用户的物理距离，缩短服务进程。



附录 H：旅游业中的 5G 应用、场景与典型案例

2018 年 3 月，国务院办公厅发布《关于促进全域旅游发展的指导意见》，标志着全域旅游上升为国家战略。文化和旅游部公布：2018 年我国国内旅游人数达到 55.39 亿人次，实现旅游总收入 5.97 万亿元。

借助 5G 技术，将有效改善旅游行业管理水平，提升游客感知体验。通过 5G 网络，结合人工智能、VR/AR、超高清视频、无人机等技术，提供智慧监控、沉浸式导游、全景直播、智慧酒店等多种服务。



图 37：5G 在旅游业中的应用概览

智慧景区、智慧酒店是当前 5G 和旅游业结合最紧密的两个应用领域。

H.1 智慧景区类

截止目前，我国 A 级旅游景区数量已达 10300 余个，其中 5A 级旅游景区

区数量已达 259 家。5G 与景区的深度融合，以游客互动体验为中心，使景区资源和旅游信息得到系统化整合和深度开发利用，让景区成为真正的 5G 智慧景区。

从游客入园前直至离开，景点可提供全方位的陪同式导游服务，以全新的游览、消费体验，提升导览效率；重要景点以 VR/AR 技术为核心，整合边缘计算、大数据和定位等技术，让人们快速体验景区的人文沉淀，给游客带来沉浸式的游览感受与安全保障。

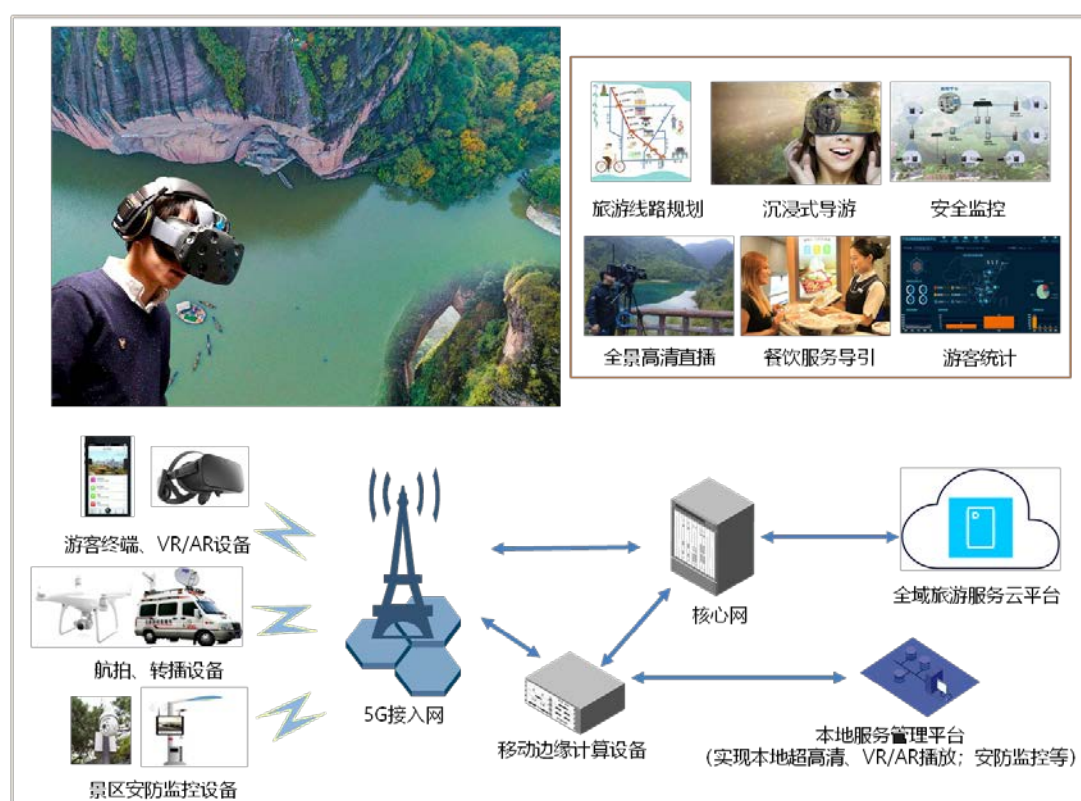


图 38：5G+智慧景区解决方案及应用场景

案例 1：嵩山少林 5G 智慧景区

嵩山少林景区以 5G+云作为架构，开发 VR+4K 景点高清直播、景区门票人脸识别、景点高清安防、智能机器人景点介绍等 5G 智慧景区应用。

案例 2：重庆长江索道 5G+VR 超感景区体验

重庆长江索道通过 5G 网络，以 360°全景高清 VR 作为呈现方式，为游客带来全新的“索道过江体验”，创造出一种更快捷、更易获得、更酷炫的实时沉浸式旅游体验项目。

案例 3：乐山景区 5G+无人机编队表演

在 2019 年中秋节之际，乐山举办大型无人机编队表演秀。共计 300 架无人机在乐山大佛景区芭蕉林码头统一起飞，在夜空中依次展现出漩涡星云、佛光普照、月满中秋、祖国万岁、数动乐山、5G 元年等精彩图案。本次无人机编队表演秀依靠 5G 技术，为无人机提供了编队控制和同步调度。

案例 4：湖州“5G+智慧文旅”大数据平台

湖州“智慧文旅大数据平台”汇聚 5G 基站信令、文旅产业资源、从业人员、视频监控、互联网舆情等湖州全域数据，实现文旅数据集中采集、存储、处理与应用，提供湖州全域、三带十区、旅游产品力、旅游经济指标等多维度的分析展示，为湖州政府提供旅游行业发展的全景图谱。



H.2 智慧酒店类

酒店是旅游业重要的配套服务设施，5G 技术加速了传统酒店向智慧酒店

转型升级，主要体现在三个方面：一是打造以 5G 为中心的智能基础设施，推动 5G 网络在酒店领域覆盖建设；二是升级智慧酒店服务方案，通过 5G 实现智能监控、人证识别与智能门禁等多项信息化服务；三是通过 5G 全面提升旅客体验，提供超高清影视、高清视频会议、云游戏、VR/AR 互动娱乐等酒店增值服务。

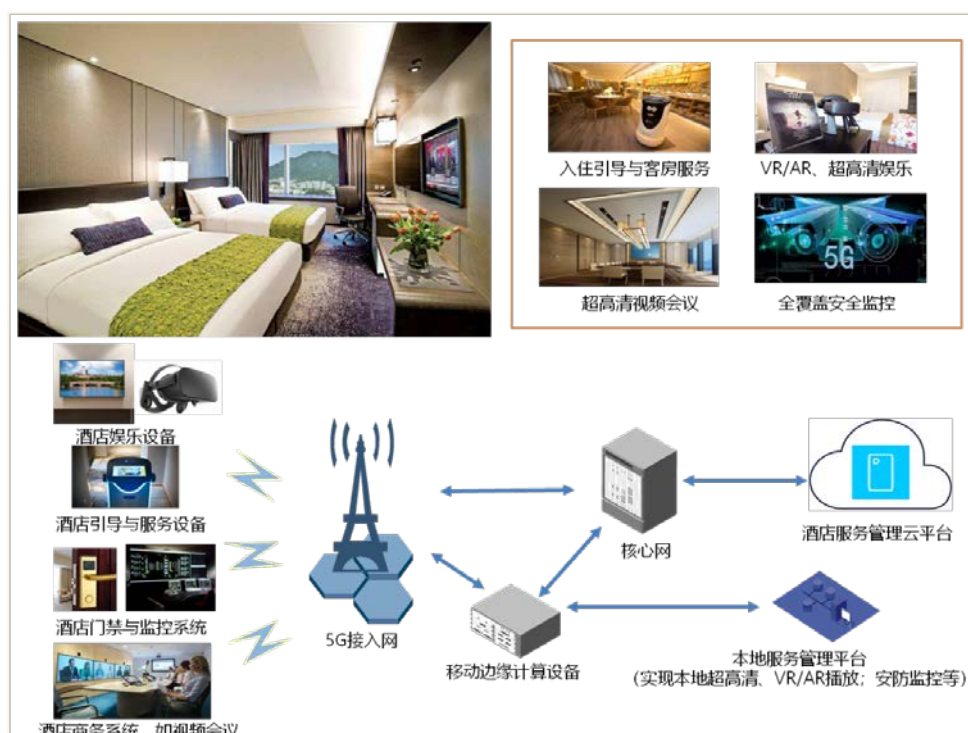


图 39：5G+智慧酒店解决方案及应用场景

案例：深圳华侨城洲际大酒店 5G 智慧酒店

深圳华侨城洲际大酒店启动 5G 智慧酒店建设。未来住户可以直接使用自己的手机通过 CPE 接入 5G 网络，体验 5G 下载、上传的高速率；通过 5G 智能机器人享受信息查询、目的地指引、机器人送餐送行李等服务；在会议室使用 5G 视频会议等商务服务；在房间内获得 5G 云 VR 划船机、云游戏、云电脑、4K 电影等 5G 增值娱乐服务。

附录 I：教育行业中的 5G 应用、场景与典型案例

2018 年 4 月教育部发布了《教育信息化 2.0 行动计划》、2019 年 2 月国务院印发了《中国教育现代化 2035》，相继强调教育信息化在推动教育现代化过程中的地位和作用。

新型教育信息化将不仅涵盖信息环境建设、软硬件支持，更应建设多实践领域、多应用场景、全环节覆盖、全民全域普及的实施路径。5G 与人工智能、VR/AR、超高清视频、云计算、大数据等技术的融合，将为教育变革提供强大动力。

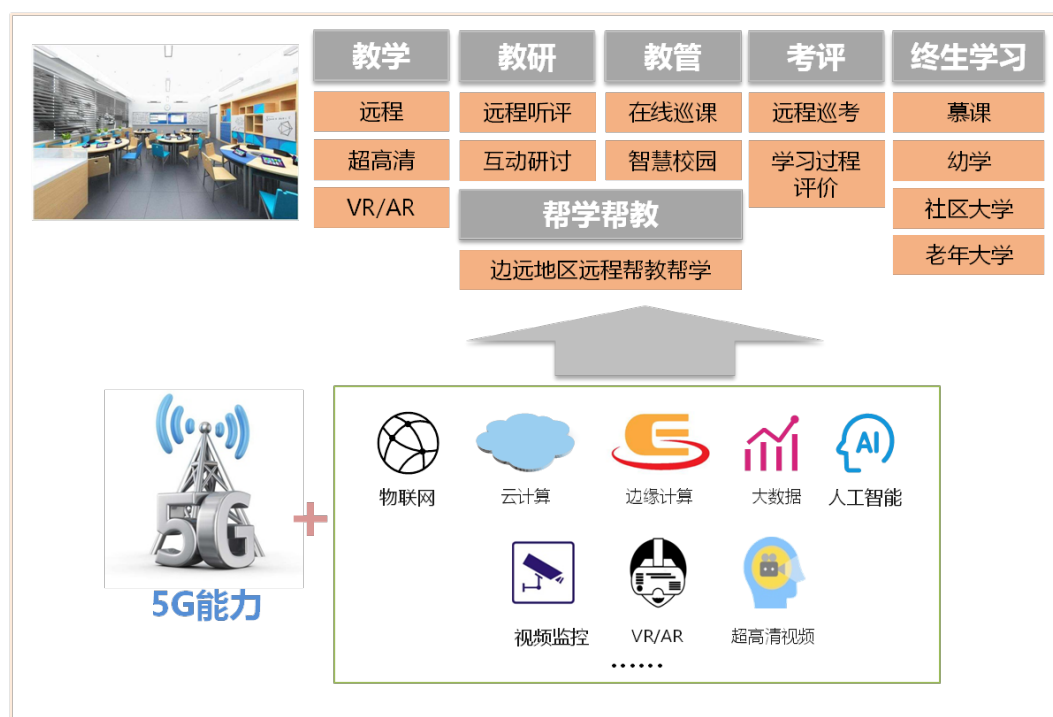


图 40：5G 在教育业中的应用概览

智慧教育涵盖教、研、测、评、管等各个环节，其中教学与校园管理对 5G 需求最为迫切，应用场景也最为丰富。

I.1 智慧教学类

教学是教育行业的核心业务，其目标是完成对学习内容的传授，并基于学习者的反馈提供交互性的支持。在此过程中 5G 可以发挥重要作用，如：在远程教学中通过高清视频技术改善学习体验；在互动教学中通过 VR/AR、全息等技术促进教学效果提升；在实验课堂中通过 MR 等技术模拟实验环境和实验过程打造沉浸式的体验。



图 41：5G+智慧教学解决方案及应用场景

案例 1：广东实验中学 5G 智慧教育

广东实验中学打造“5G•我即校园”5G 智慧教育应用。通过 5G 网络，为师生们提供直播互动课堂（远程教学）和 VR/AR 课堂等 5G 智慧教育应用。

案例 2：苏州星洲学校 5G MR 智慧教学

苏州工业园区星洲学校通过 5G 网络环境下课堂交互式体验教学项目，为中小学课堂教学带来新活力。主要采用 5G+MR 智能沙箱，学生可以佩戴头显，将沙箱中的沙子塑造成各种地理形状，自由创作交互内容，在虚拟的地理地貌中漫步，获得沉浸式体验。



案例 3：北京邮电大学 5G+4K 全息投影远程直播授课

北京邮电大学采用 5G 网络与全息直播技术，实现两校区同上一门课。在远端教室，授课教师的三维全息投影人像清晰呈现，如同站在本教室讲台上为大家实时授课。教室里还配备了 AI 助学机器人，在现场针对课程内容进行提问互动。



1.2 智慧校园类

校园智慧化可使学校各方面的管理工作更加的精细化、人性化。通过 5G 网络，将 4K 摄像头、传感器等设备采集的校园环境、人群、教学设备等信息传至智慧校园管理平台，利用人工智能、大数据等技术对采集到的信息进行全

方位分析，并最终将分析结果投射到具体的学校管理服务工作中，进一步实现校园智慧化运营管理。

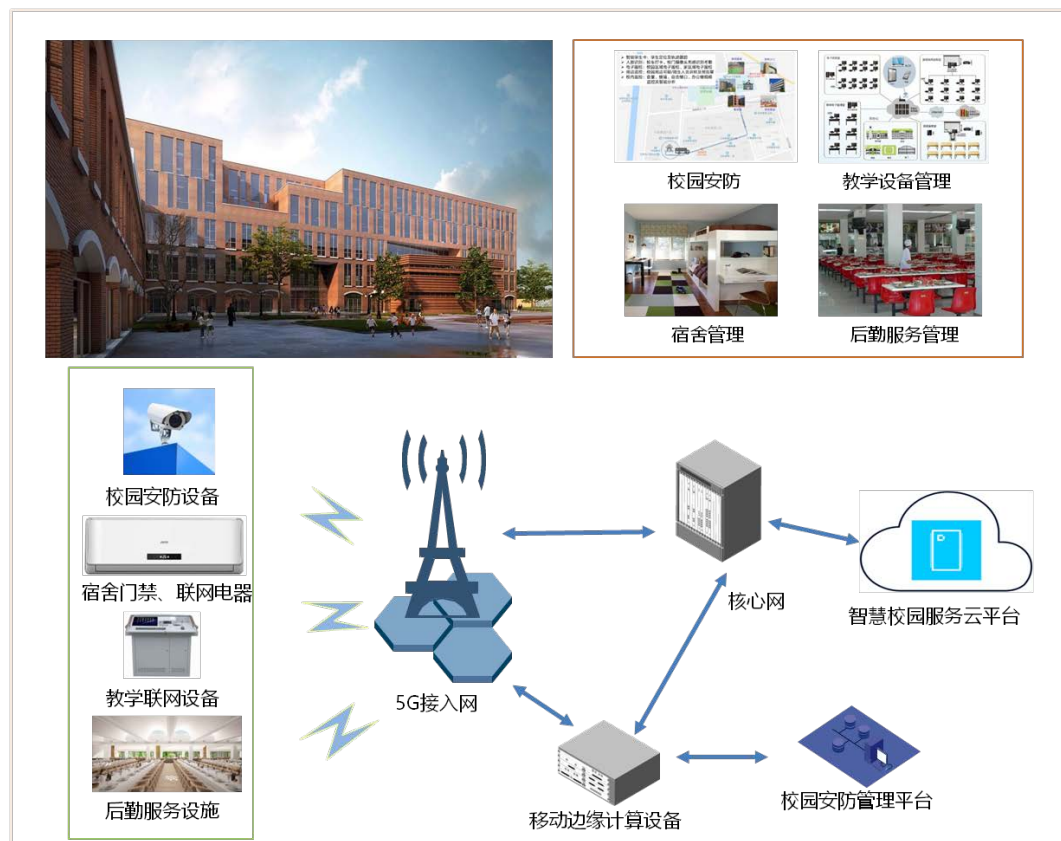


图 42：5G+智慧校园解决方案及应用场景

案例：北京师范大学 5G 智慧校园安防

北京师范大学在昌平校区采用 5G 智慧校园安防相关应用。360 度摄像机在巡逻过程中实时采集图片及视频数据，通过 5G 网络传送至监控平台，利用人脸识别分析，与授权获取的校园数据库中的师生身份信息进行比对，精确区分人员身份，辨别陌生人及访客。

附录 J：电力行业中的 5G 应用、场景与典型案例

2016 年《十三五”国家科技创新规划》中，智能电网入选 2030 重大工程。

智能电网作为典型的垂直行业代表，呈现业务多样性的特点，对网络的要求也不尽相同，如对各负荷的精准控制、配电自动化和信息采集类等典型业务，对通信网络提出了新的需求。

5G 网络大带宽、大连接、低时延、网络切片等整体组合能力，满足智能电网的多样化需求，有效保障高可靠、高带宽及智能网络的健壮性。根据我国电网企业在通信网络和智能电网方面的投资规模，预计 5G 在电力行业直接市场空间达百亿级，基于 5G 的应用和服务市场空间达千亿级。

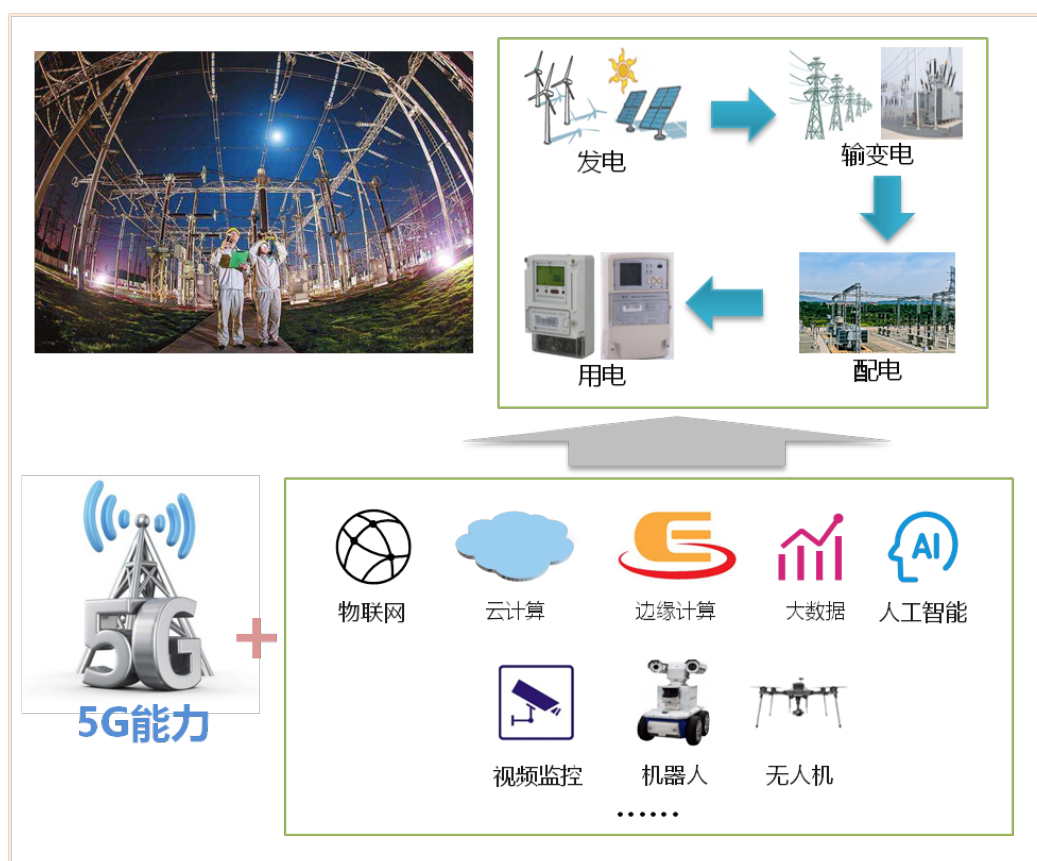


图 43：5G 在电力行业中的应用概览

智慧新能源发电、智慧输变电、智慧配电、智慧用电是当前 5G 与智能电网结合最紧密的四个应用领域，覆盖智能电网运营全流程。

J.1 智慧新能源发电类

截止到 2017 年底，我国发电装机容量达 17.8 亿千瓦，其中风电装机 1.6 亿千瓦，并网太阳能发电装机 1.3 亿千瓦，新能源发电占总发电容量的 16.3%，且占比逐年增加^[12]。5G 分布式电源解决方案，有利于提升风力、太阳能的发电量和发电效率，提升运维效率，降低运维成本。

风力、太阳能等新能源发电是一种新型的分布式能源，在其并入电网后，电网将从原来的单电源辐射状网络变为双电源甚至多电源网络。智慧新能源发电解决方案利用 5G 网络及巡检无人机和机器人，实现对风力、太阳能电源等新能源并网后的智能监控、发电场站的智能巡检与高危环境作业、对风机叶片的智能变桨控制等应用。

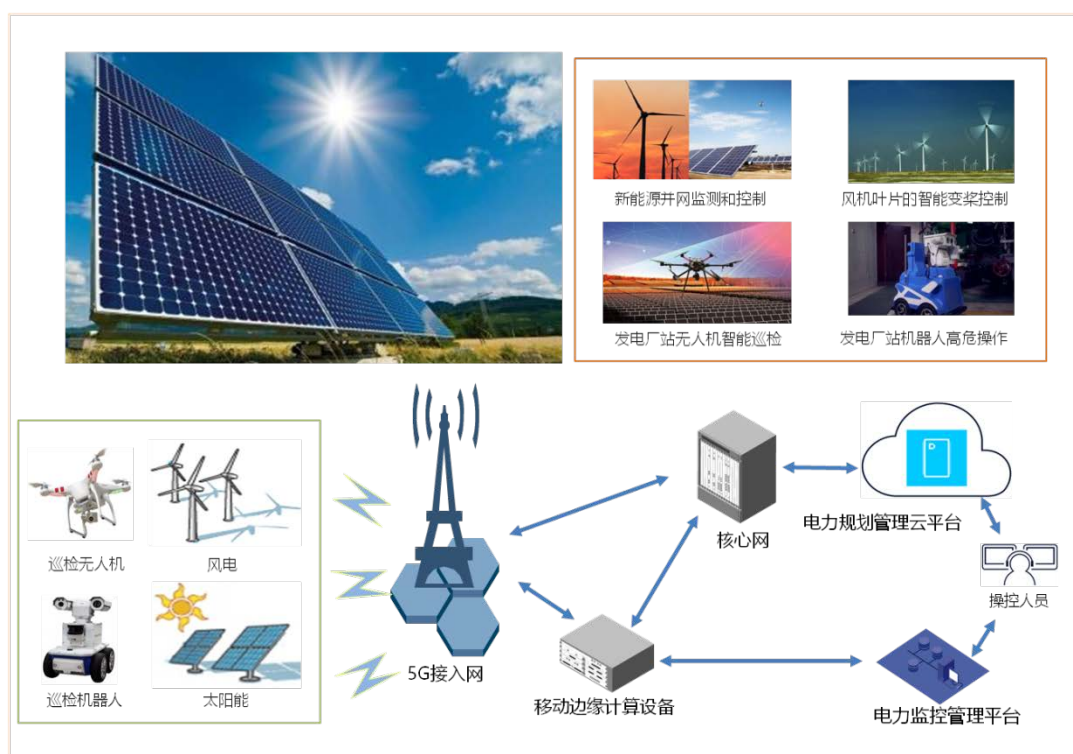


图 44：5G+智慧新能源发电解决方案及应用场景

¹² 数据来源：国家能源局《2017 年全国电力可靠性年度报告》

案例：国家电力投资集团 5G 智慧光伏电厂

国家电力投资集团，利用 5G 网络在江西光伏电站，实现无人机巡检、机器人巡检、智能安防、单兵作业四个智慧能源应用场景。无人机巡检、机器人巡检场景中，电站现场无人机、机器人巡检视频图像实时高清回传至南昌集控中心，实现数据传输从有线到无线，设备操控从现场到远程。

J.2 智慧输变电类

截止到 2017 年底,我国 220 千伏及以上输电线路回路长度达 69 万公里, 220 千伏及以上变压器约 145 百台^[13]。5G 智慧输变电解决方案有较大的应用空间,可提高输电线路和变电站的安全性与可用性,降低断电故障率和运维成本。

智慧输变电利用 5G 网络及巡检无人机和机器人,实现对输电线路和变电站的监控、高危环境作业等应用。

¹³ 数据来源：国家能源局《2017 年全国电力可靠性年度报告》

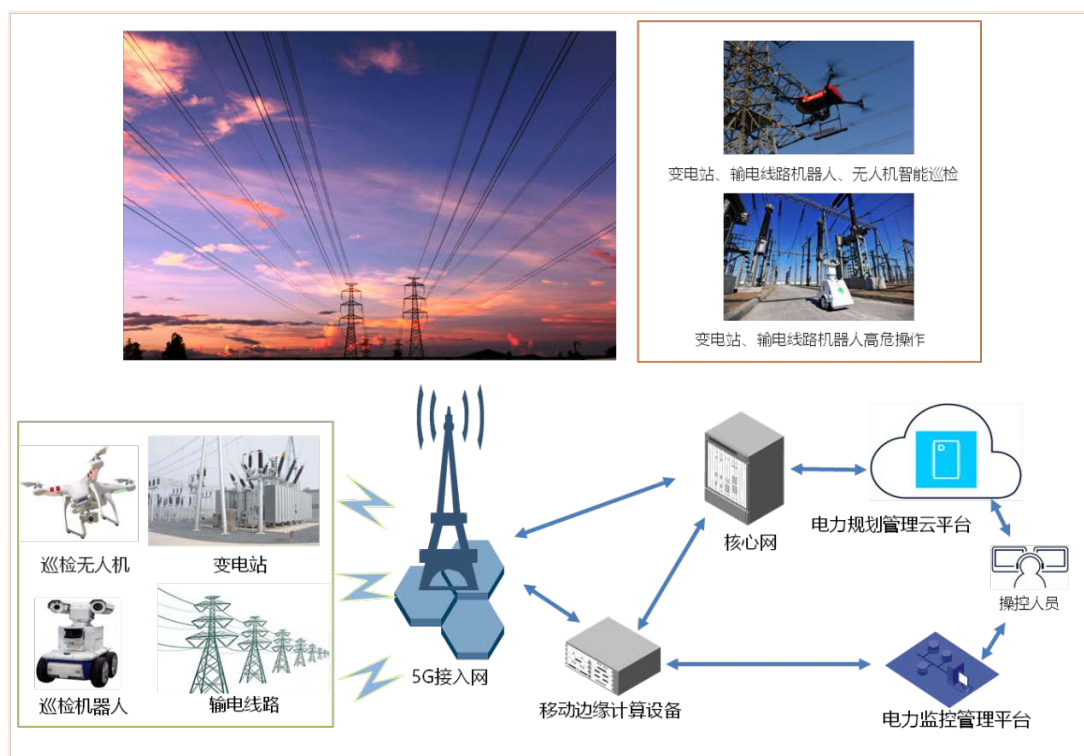


图 45：5G+智慧输变电解决方案及应用场景

案例：福建莆田供电公司 5G 输电线路巡检

福建莆田供电公司利用 5G 网联无人机赋能输电线路巡检。实现了电力线路巡查中高清视频的即拍即传，丰富了输电线路智能巡检技术的应用范围。

J.3 智慧配电类

截止到 2017 年底，我国 10 千伏配电线路总长度达 443 万公里，其中城市与城镇 86 万公里（电缆线路，及少量架空线路），农村 357 万公里（架空线路）^[14]。5G 智慧配电解决方案有较大的应用空间，可为电力客户提供不间断持续供电能力，将事故隔离时间缩短至毫秒级，将经济损失、社会影响降至最低。

¹⁴ 数据来源：国家能源局《2017 年全国电力可靠性年度报告》

智慧配电利用 5G 网络及摄像头和巡检无人机等设备，实现对配电主站、配电子站和配电线路的视频监控与数据监测、故障定位和恢复，分布式配电自动化和毫秒级精准负荷控制等应用。

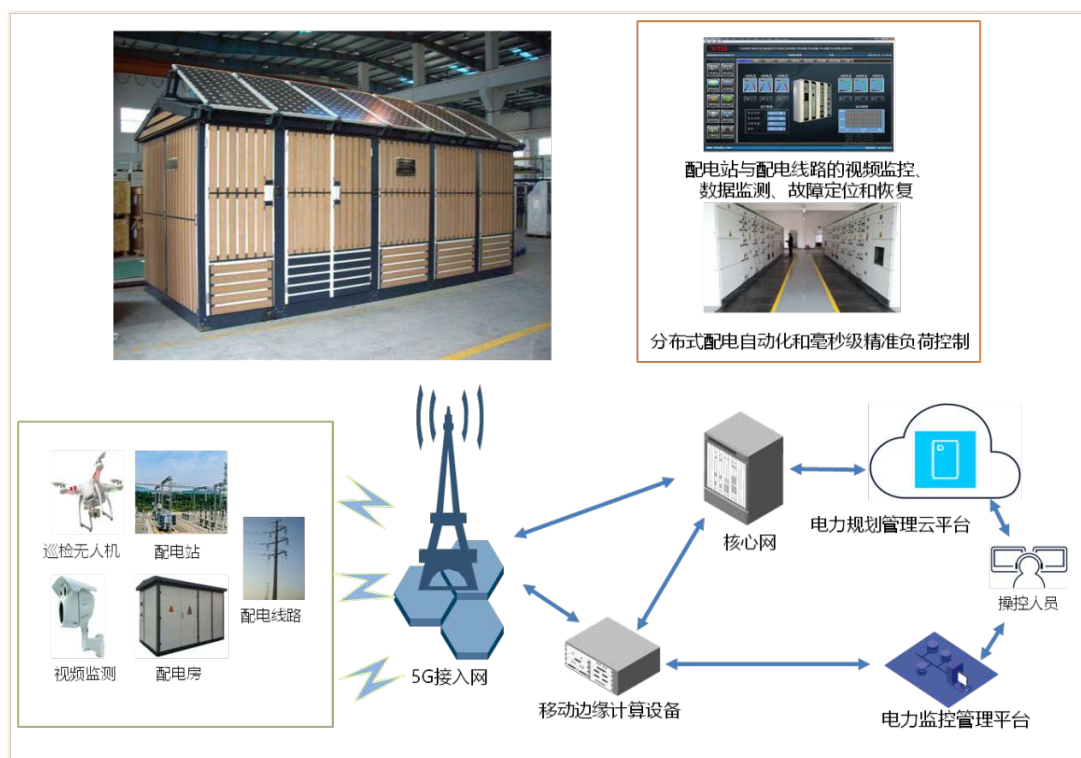


图 46：5G+智慧配电解决方案及应用场景

案例：南方电网 5G 配电网自动化

中国南方电网完成 5G 智能电网的外场测试。5G 网络切片使端到端时延平均达到 10ms 以内，可满足电网的差动保护和配电网自动化、物理和逻辑隔离等需求，支持传输电力的配网自动化、视频监控与公众业务。

J.4 智慧用电类

截止到 2018 年底，我国全社会用电量 6.84 万亿度，同比增长 8.49%，

增速较 2017 年上升 1.9 个百分点^[15]。5G 智慧用电解决方案有较大的应用空间, 帮助电力企业规划优化电网, 降低线路损耗, 为用户提供差异化用电服务, 引导错峰用电, 降低用电管理与运维成本, 提升营收。

智慧用电利用 5G 的大连接能力, 及电表和用电数据集中单元 (DCU) 等设备, 实现用电信息的自动采集、计量异常监测、大用户负载管控、线路损耗管理、电能质量监测、用户用电分析、计费与收费管理等应用。

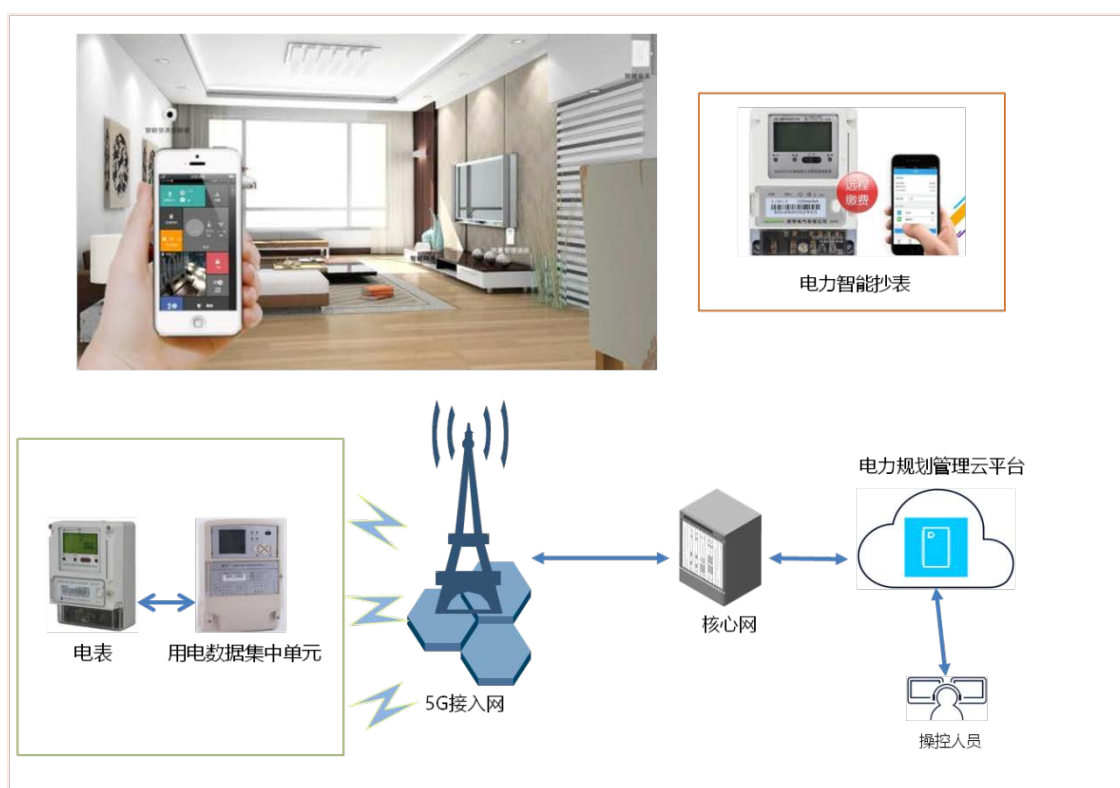


图 47: 5G+智慧用电解决方案及应用场景

¹⁵ 数据来源: 中国电力企业联合会《2018-2019 年度全国电力供需形势分析预测报告》