



2024

中国5G产业全景图谱报告



物联网智库



智次方



数字原生组织



扫码下载图谱报告

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

2024年5G产业全景图谱

智次方研究院
Zillion Intelligence Institute

接入网

基站主设备

NR宏基站

华为 中兴通讯
诺基亚 爱立信

NR小基站

Qcell 京信通信
三维通信 新华三
超讯通信

RedCap

华为 鼎桥通信
中兴通讯

NB-IoT宏基站

华为 中兴通讯

NB-IoT小基站

超讯通信 京信通信

铁塔

中国铁塔

基站核心部件

基站芯片

海思 中兴微电子

基站天线

京信通信 摩比发展
盛路通信 通宇通信

射频

唯捷创芯 大富科技
卓胜微 飞骧科技

滤波器

武汉凡谷 麦捷科技
好达电子

PA

能讯通信 邦讯技术
卓胜微 华星创业

PCB

东山精密 华正新材
深南电路

基站配套

动力源 依米康

传输网

光纤光缆设备

烽火通信
华为

光纤光模块

长飞光纤
亨通光电
中天科技

核心网

SDN

联想通信 烽火通信
新华三 华为 中兴通讯
中兴通讯 爱立信 上海贝尔 诺基亚

NFV

烽火通信 中兴通讯
新华三 华为 中兴通讯
中兴通讯 爱立信 上海贝尔 诺基亚

光器件

光迅科技
华为 京信通信
华工科技

网络切片

华为 京信通信
剑桥科技 苏州旭创
太辰光

专网解决方案

连接服务

基础电信服务

中国电信 中国移动
中国联通 中国广电

配套服务

网络规划设计

中国信通院 吉大通信 中国移动设计院

网络工程优化

三维通信 三元达 宜通世纪

网络运营支持

亚信科技 东方国信 东软集团

连接管理平台

电信CTWing 联通智联
中移物联OneLink

终端及部件

手机

华为 OPPO
苹果 三星

AR/VR

PICO 大朋VR
vivo 小米 3Glasses

无人机

航天彩虹
DJI 零度智控

端侧通讯设备

飞猫 有人物联
深圳宏电 映翰通

天线

立讯精密 昂瑞微电子
信维通信 海思

射频前端

昂瑞微电子
海思

5G芯片

高通 海思
联发科 紫光展锐

5G模组

移远通信 广和通
美格智能 日海智能

RedCap芯片

高通公司 紫光展锐
中移物联OneMO 广和通

RedCap模组

美格智能 利尔达
鼎捷科技 智联安

应用

车联网

智能车载终端

博世 高新兴 德赛西威
经纬恒润 科达科技 微思格

车载智能计算平台

地平线 黑芝麻 百度
联想懂的通信 四维图新

路网基础设施

金溢科技 千方科技 千寻位置

智慧工业

智慧工厂

东方国信 亨通光电
航天云网 智能云科

智慧供应链

瑞仕格 海柔创新
海澜集团 灵动科技

智慧矿山

梅安森 工大高科 华宁电子 踏歌智行

智慧建筑

智慧园区

中移物联OnePark 软通动力
中国普天 深圳智慧园区公司

智慧商超

微盟 新华三

智慧社区

碧桂园服务 融创服务 万物云 中国通服

智慧物流

AGV

灵动科技 蓝芯科技
海柔创新

交叉带分拣

京东物流 顺丰

车辆监控

中星卫星 德宝科技

智慧城市

智慧环保

艾方立 汉威科技

智慧应急

海纳云 大华股份

市民互动数字人

百度 小冰

AR/VR

云游戏

三七互娱 完美世界
新娱时代 阿里巴巴

文旅体验

云知声 方天至华

超高清/立体视频

远程安防监控

大华股份 海康威视

8K直播

中联超清 博冠光电

裸眼3D

TCL 京东方



扫码下载
图谱报告

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

Copyright©2024

版权与免责声明

智次方研究院拥有对本报告的版权。任何单位和个人，不得在未经授权和允许的情况下，拷贝或转载本报告以及本报告中的任何内容和数据。

智次方研究院拥有对本报告的解释权。本报告所包含的信息仅供相关单位和公司参考，所有根据本报告做出的具体行为与决策，以及其产生的后果，智次方研究院概不负责。

数据更新声明

智次方研究院会尽最大努力为相关单位和公司提供准确和及时的数据。但是由于目前市场情况可能发生变化，以及其他不确定因素，智次方研究院强烈建议用户和读者及时查看最新出版的报告。智次方研究院也会根据用户需求，为用户完成定制化报告以及数据更新。

编写单位：智次方研究院

- ◆ 智次方研究院是中国 AIoT 产业研究的引领者，为产业输出深度洞察观点，为企业提供高价值研究服务。
- ◆ 智次方研究院近十年来专注于智能制造、工业互联网、AI、车联网、5G、物联网等 AIoT 相关领域，为企业和政府提供 AIoT 产业相关的市场调研、数据洞察、业务/战略规划、投研尽调、行业分析、产业规划、园区规划、政策研究等咨询服务，助力客户洞察行业趋势、科学布局发展、实现价值增长。



研究团队：梁张华、彭昭、朱维芳

前 言

2023 年，全球 5G 产业保持蓬勃发展势头，中国市场更是“遥遥领先”。截至 2023 年 9 月，我国 5G 行业应用已融入国民经济 97 个大类中的 67 个，5G 应用案例累计超 9.4 万个，较 2022 年大幅增加约 7.4 万个，全国“5G+工业互联网”项目超 7000 个，应用项目覆盖 32 个省市自治区，首次实现全国所有地市覆盖，在全国 2149 家医疗机构、6948 家工厂企业、691 家采矿企业、547 家电力企业中得到应用。

与此同时，我们距离 R-18 标准冻结已近在眼前，5G-A 商用在即。从 5G 到 5G-A，不仅将带来更大的带宽，实现 10 倍的网络性能提升，还将引入 RedCap、无源物联、通感一体等新技术，支撑起更大的千亿级规模的连接和更广泛适用、更智能的应用，从而将在多个方面助力业界开辟更广阔的机遇。

智次方研究院持续跟踪 5G 产业发展多年，我们今年已是连续第四年推出 5G 产业全景图谱及报告。我们力求在此前深厚积累的基础上，把 5G 产业的最新发展态势，以及我们对 5G 产业的洞察和研判，作更好的呈现。期望新一版的图谱和报告能为业界提供有益参考，共同助力产业不断健康成长。



目 录

I 中国 5G 产业年度洞察 1

II 接入网 6

 2.1 概述 6

 2.2 基站主设备 6

 2.2.1 NR 宏基站 9

 2.2.2 NR 小基站 13

 2.2.3 5G RedCap 14

 2.2.4 5G NB-IoT 宏基站 16

 2.2.5 5G NB-IoT 小基站 18

 2.2.6 铁塔 18

 2.2.7 基站配套 20

 2.3 基站核心部件 21

 2.3.1 基站芯片 21

 2.3.2 基站天线 21

 2.3.3 射频 23

 2.3.4 滤波器 23

 2.3.5 网优设备 24

 2.3.6 PA 24

 2.3.7 PCB 25

 2.4 企业介绍 26

 2.4.1 5G NR 及 NB-IoT 宏基站 26

 2.4.2 5G NR 及 NB-IoT 小基站 26

 2.4.3 RedCap 27

 2.4.4 铁塔 28

 2.4.5 基站配套 29

 2.4.6 基站芯片 29

 2.4.7 基站天线 30

 2.4.8 射频 31

 2.4.9 滤波器 31

 2.4.10 网优设备 32

 2.4.11 PA 33

 2.4.12 PCB 33

III 传输网 35

3.1 概述	35
3.2 光传输设备	36
3.3 光器件	37
3.4 光纤光缆	37
3.5 企业介绍	40
3.5.1 光传输设备	40
3.5.2 光器件	40
3.5.3 光纤/光缆	42
IV 核心网	43
4.1 概述	43
4.2 SDN	45
4.3 NFV	48
4.4 网络切片	51
4.5 企业介绍	53
4.5.1 SDN	53
4.5.2 NFV	55
4.5.3 网络切片	56
V 5G 专网解决方案	58
5.1 产业发展态势	58
5.2 企业介绍	65
VI 连接服务	69
6.1 基础电信服务	69
6.2 配套服务	70
6.2.1 网络规划设计	70
6.2.2 网络工程优化	71
6.2.3 网络运营支持	71
6.3 连接管理平台	72
6.4 终端及部件	73
6.4.1 手机	73
6.4.2 AR/VR	74
6.4.3 无人机	75
6.4.4 其它端侧通信设备	77
6.4.5 5G 芯片	80
6.4.6 RedCap 芯片	82

6.4.7 5G 模组	83
6.4.8 RedCap 模组	85
6.4.9 天线	87
6.4.10 射频前端	88
6.5 企业介绍	90
6.5.1 基础电信服务	90
6.5.2 网络规划设计	91
6.5.3 网络工程优化	91
6.5.4 网络运营支持	92
6.5.5 连接管理平台	92
6.5.6 终端及部件	93
VII 5G 应用	104
7.1 概述	104
7.2 智慧建筑	105
7.3.1 智慧园区	106
7.3.2 智慧社区	107
7.3.3 智慧商超	111
7.3 车联网	113
7.3.1 智能车载终端	114
7.3.2 车载智能计算平台	115
7.3.3 公路智能	117
7.4 智慧工业	118
7.4.1 智慧工厂	120
7.4.2 智慧供应链	122
7.4.3 智慧矿山	124
7.5 智慧医疗	127
7.5.1 远程会诊	130
7.5.2 远程手术	131
7.5.3 5G 救护车	132
7.6 智慧物流	133
7.6.1 AGV	134
7.6.2 交叉带分拣	139
7.6.3 车载监控	140
7.7 智慧城市	141

7.7.1 智慧环保.....	142
7.7.2 智慧应急.....	144
7.7.3 市民互动数字人	146
7.8 AR/VR.....	146
7.8.1 云游戏.....	147
7.8.2 文旅体验.....	148
7.9 超高清/立体视频.....	150
7.9.1 远程安防监控	150
7.9.2 8K 直播.....	152
7.9.3 裸眼 3D.....	153
7.10 企业介绍.....	154
7.10.1 智慧建筑.....	154
7.10.2 车联网.....	156
7.10.3 智慧工业.....	160
7.10.4 智慧医疗	163
7.10.5 智慧物流.....	164
7.10.6 智慧城市	166
7.10.7 VR/AR.....	168
7.10.8 超高清/立体视频	169

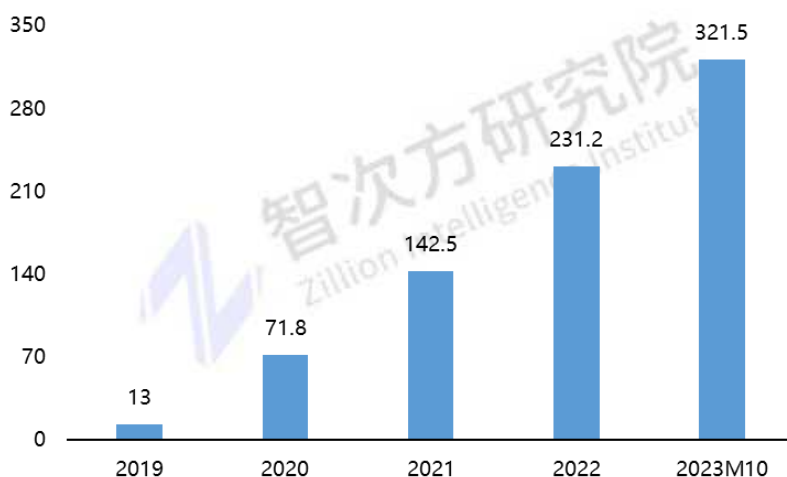
I 中国 5G 产业年度洞察

洞察 1：核心环节“网端用”全球蓬勃发展，中国市场更是“遥遥领先”

网络方面，全球 5G 网络建设保持强劲发展势头。截至 2023 年 11 月，全球建成 300 张 5G 网络，其中 SA 网络达到 47 张，分别较 2022 增加 57 张和 5 张。预计至年底，全球 5G 网络人口覆盖率将达到 45%，5G 网络用户数超 16 亿户；5G DOU 同比增长 130%，达 32EB/月；5G 分流比达 25%。

在国内，据工信部数据，截至 2023 年 10 月，中国已建成 5G 基站 321.5 万座，较 2022 年底增幅高达 39.1%。5G 网络已覆盖所有地级市城区、县城城区，每万人拥有 5G 基站数超 22.6 个。超 90% 的 5G 基站实现共建共享，5G 网络正加快向集约高效、绿色低碳发展。5G 行业虚拟专网已超 2.6 万个，为行业提供稳定、可靠、安全的网络设施。

图表 1 2019 年-2023 年 10 月中国 5G 基站累计开通数量（万座）

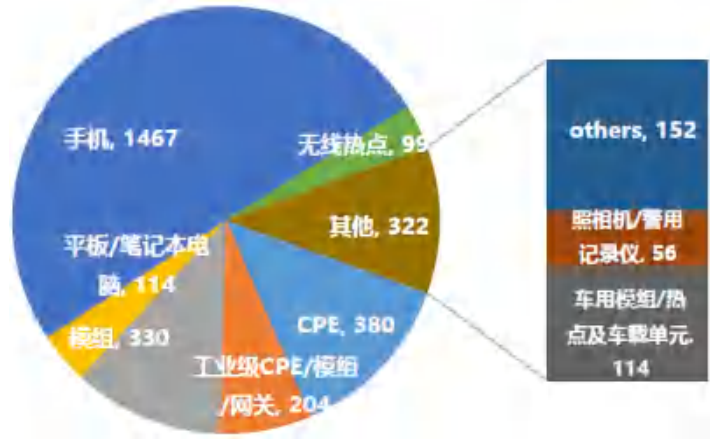


来源：工信部

终端方面，全球各类端侧通信设备中，款型占比最大的仍是手机，但近年来，其它终端设备发展迅速，终端类型和款型持续丰富，终端生态繁荣发展，行业终端厂商增长迅速。

据 TDIA 统计，截至 2023 年 9 月，全球 5G 终端达到 2916 款，非手机终端 1449 款，占比超过 49.6%，5G 终端呈现款型多样化发展趋势。

图表 2 截至 2023 年 9 月全球 5G 终端款型分布

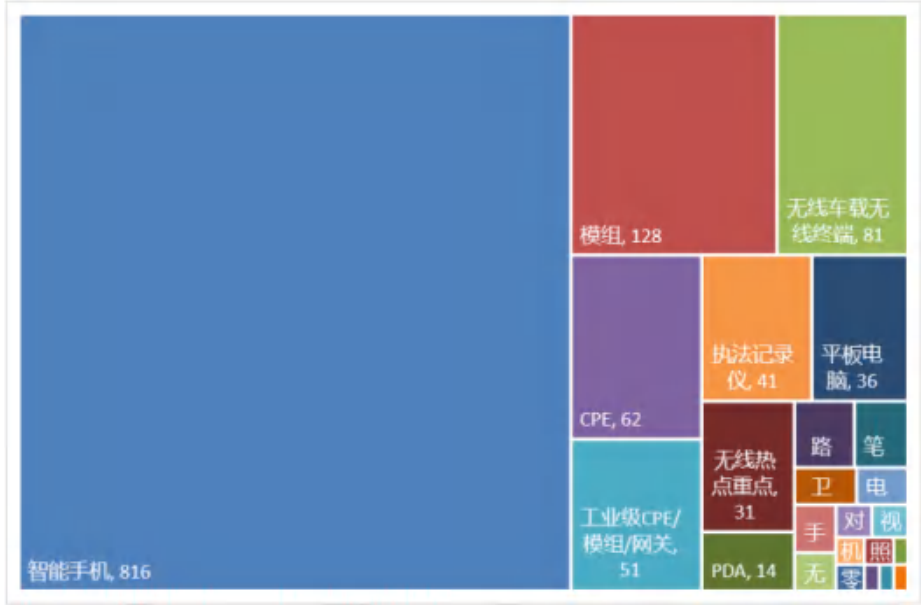


来源: TDIA

随着 5G 网络的快速发展以及工业互联网、车联网等 5G 行业应用的快速推进，越来越多厂商加大行业终端产品投入，CPE、模组、网关、车载单元等终端款型数量持续增加，AR/VR 眼镜、无人机、机器人、游戏 PC 等更多新型 5G 终端出现。5G 终端尤其是行业终端的成熟发展既是 5G 行业应用发展的重要基础，更是 5G 行业应用多样化发展的重要呈现。

在国内，截至 2023 年 9 月，共有 296 家终端厂商（新增 18 家）的 1315 款 5G 终端获得工信部核发的进网许可证（含试用批文）。支持 5G 的入网终端共分为四大类，智能手机仍是 5G 终端款型主力军，共有 816 款。另外三类分别是无线数据终端（422 款）、车载无线终端（81 款）以及卫星移动终端（6 款）。中国的 5G 终端款型全球占比近半，非手机终端占比超 1/3，中国的终端生态繁荣程度全球瞩目。

图表 3 截至 2023 年 9 月国内 5G 终端款型分布



来源: TDIA

此外，随着全球 5G 商用的规模推进以及行业应用的快速发展，全球 5G 终端生态参与企业不仅包括终端企业、设备企业、运营商等移动通信企业，还包括行业应用企业。据

TDIA 统计，截至 2023 年 9 月，全球发布 5G 终端的厂商达到 490 家，较前一季度新增 43 家。其中，发布智能手机 5G 的终端厂商有 129 家（新增 7 家），发布非智能手机 5G 终端的厂商有 395 家（新增 36 家）；在国内市场获得进网许可的 5G 终端厂商有 296 家（新增 18 家），获得智能手机 5G 终端入网许可厂商有 92 家，获得非智能手机 5G 终端入网许可厂商有 223 家。

应用方面，全球 5G 行业应用丰富，在部分领域已实现规模化应用。根据 GSMA 数据，截至 2023 年 10 月，全球 5G 行业应用已经达到 5 万多个，行业联接数已超千万。5G 网络已经在矿山、港口、制造等领域得到了规模化的应用，远程控制、视频回传、机器视觉、设备定位等成为热点。

在国内，5G 行业应用持续普及推广，深度融入和赋能经济社会成绩突出，呈现出门类、数量、主体、价值、影响力“五提升”格局。截至 2023 年 9 月，5G 行业应用已融入国民经济 97 个大类中的 67 个，较 2022 年增加 27 个；5G 应用案例累计超 9.4 万个，较 2022 年大幅增加约 7.4 万个；全国“5G+工业互联网”项目超 7000 个；5G 应用项目覆盖 32 个省市自治区，首次实现全国所有地市覆盖，在全国 2149 家医疗机构、6948 家工厂企业、691 家采矿企业、547 家电力企业中得到应用。

更可贵的是，目前，我国 5G 应用呈现“**从外围向核心、从单环节向全流程、从点状部署到片状应用**”发展态势。5G 应用正逐步从质检、运维等管理环节，向研发设计、生产制造、运维管理、产品服务全环节覆盖；从机器视觉质量检测、现场辅助装配、无人智能巡检等辅助环节可复制场景，逐步向 5G 云化 PLC、5G 无人驾驶、5G 协同控制等核心控制环节渗透；从企业的单条产线、单个车间，逐步向全工厂、全集团、全产业链方向发展。

洞察 2：5G 生态持续演进，各方通过借鉴和创新，探索出一批新型商业模式

伴随着网端用的蓬勃发展，产业链各方高度关注如何构建可持续发展的商业模式，以更有效地释放 5G 技术的商业价值。

商业模式的创新对于 5G 的发展非常重要。过去几十年，信息通信技术的加速创新使得经济的运行方式和人们的生活方式发生了颠覆性的改变。在变革的过程中，人们发现，要有效抓住新技术带来的历史性机会，除了需要根据市场反馈不断对技术和产品进行革新外，还需要思考如何重构和创新商业模式，才能充分释放新技术的商业潜能，以实现最有效的价值创造。

目前，各方正通过挖掘新型应用场景、提升技术和行业服务能力、改善产品和服务体系、探索新型盈利模式等方式，推动商业模式的演进革新。

在行业应用市场，5G 商业模式创新探索不仅有电信运营商的参与，也有其他企业的参

与。

一是电信运营商自身积极探索 5G 专网、数字化集成服务和行业数字化产品等商业模式创新。包括推动政企产品从 5G 流量卡向园区、教育、政务等匹配行业属性的专网产品演进，实现 5G 产品延展，形成 5G 虚拟专网超 2.6 万个；通过发展自身的数字化规划咨询设计、终端设备集成改造等，开始为行业客户提供定制化集成服务；聚焦行业细分市场，总结行业共性需求形成标准化程度高的产品服务，向更大范围的行业或场景拓展等。

二是电信运营商联合行业企业挖掘 5G 应用需求。2018-2023 年，运营商与行业企业共配合形成 5G 应用案例 9.4 万个，在矿山、医疗、能源等垂直行业已实现规模化复制。

三是行业企业基于 5G 改造自身业务系统，实现行业商业模式创新再造。例如，广州供电局基于 5G 开展虚拟电厂业务；大唐西市依托 5G 云 XR 算力引擎打造文化艺术品元宇宙等。

在大众消费市场，电信运营商基于网络新能力、应用新场景等，创新商业模式，进行了基于速率计费、基于上行能力、基于低时延能力、基于用户画像的新型商业模式探索。

- 基于速率计费：如德国、芬兰、瑞士、奥地利、阿联酋等国出现该模式。
- 基于上行能力/低时延能力计费：如广东联通、香港 3HK。
- 基于用户画像计费：如移动分别为老年人和快递员等群体提供 5G 专属资费和权益。

5G 商业模式的创新发展，有赖于更成熟的技术产品体系和更繁荣的商业生态系统。未来还需进一步提升技术供给，加强移动通信产业与垂直行业的深度合作，构筑跨行业跨领域协同创新生态。

洞察 3：5G-A 商用在即，RedCap、无源物联、通感一体将带来新机遇

随着 R-18 预计将在 2023 年底或 2024 年初冻结，5G-A 将在 2024 年中开始商用，并带来如下新的变化：

一是实现 10 倍网络性能提升：

- 10 倍体验：峰值体验从 1Gbps 提升到 10Gbps，更好地支持沉浸+交互业务。
- 10 倍确定性：时延、定位、高可靠性能力 10 倍提升。
- 10 倍能效：移动网络每 Tera Byte 数据传输排放的 CO₂ 量可减少 10 倍。
- 10 倍智能：ADN 自动驾驶网络从 L3 提升到 L4 级别，网络运维效率提升 10 倍。

二是将拓展除网络性能外，更加丰富的能力层次：

- RedCap 通过对性能作裁减，成本将更为合理，功耗将更低。
- 无源物联基于蜂窝通信基站内生出物联能力，具有低成本、免维护、广适用、绿色低碳等优势。
- 通感一体将传统的无线通信和感知传感融于一体，实现对环境、物体、事件等的实时感知、数据采集和信息传输，从而满足智能感知和智能通信等需求。

因此，5G-A 有望助力业界开辟 5 大商业新前沿，撬动百倍商业新机会。

一是 RedCap 拓展了 5G 能力边界，补齐了 5G 中高速大连接能力。RedCap 通过减少终端带宽、收发天线、降低调制阶数，有效降低了终端成本和功耗，能更好地满足工业无线传感、视频监控和可穿戴设备等中高速规模应用需求。

二是无源物联开启千亿连接时代，蜂窝网络将覆盖全场景。以工业为例，基于 5G-A 基站来连接价格低至几毛钱的无源物联标签，不仅能传输数据，还能支持仓储物品的自动化盘点、农业养殖数据采集、物品定位等，一方面可以提高生产效率；另一方面可以实现资产的实时跟踪、巡检、防丢防盗等，更为符合经济和社会效益。目前无源标签每年消耗超 300 亿个，未来有望达千亿个。

三是从通信到通信感知一体，开辟融合一体化的新应用服务。2024 年，通感一体有望率先在道路/桥梁监测、通行引导、路况分析、低空管制、海域船只监测等交通相关领域迎来推广普及。此外，还能在自然资源、交通住建、农林牧渔、应急救援及水利等多个行业胜任信息收集、要素精细分类、实景三维重建、地物广域搜索等多类任务。

四是推动沉浸交互体验业务爆发。受益于更大带宽、低时延和高可靠通信，裸眼 3D 等应用有望从游戏、购物、广告扩展到医疗、教育、旅游等领域。华为预计，5G-A 时代沉浸交互业务在线用户将超过 10 亿，较目前增长 100 倍。

五是深入使能行业数字化。随着 5G-A 性能的提升和扩展，5G 专网将扩大 10 倍应用场景，全球 2030 年专网数量有望达百万张。

洞察 4：5G 应用规模化发展的广度深度有待加强，成本高、融合难度大等不足需要正视

5G 应用规模化发展是推动 5G 在实体经济中更广范围、更深层次、更高水平的深度融合应用，必须依靠需求侧和供给侧相互协调、协同发力和统筹推进。

在需求侧，目前 5G 应用集中于大型企业和有实力的龙头企业，受投入资金、数字化水平等影响，难以满足中小企业需求，其参与度普遍不高。而且，部分行业企业对于规模化应用 5G 所带来的企业数据安全、运维掌控权、网络稳定可靠性、全生命周期成本等问题仍存在顾虑。

在供给侧，由于行业碎片化，难于形成规模，造成芯片、模组、终端、行业网络设备定制化等仍面临高成本的困扰；5G 技术产业与行业信息化设施融合存在障碍，例如 5G 与现场工业网络的融合互通、IT/OT/CT 融合进程慢，缺乏有实力的解决方案商实现整合；5G 融合创新机制、标准与政策有待完善，目前，缺乏融合性的标准体系，共性技术仍待加强，适应新模式和新业态的政策环境需完善。

II 接入网

2.1 概述

5G 产业从整体上大致可划分为无线接入网、传输网、核心网、专网、连接服务以及 5G 应用 6 大板块，其中，无线接入网是指骨干网络到用户终端之间的所有设备。无线接入网板块的建设投资规模将是 5G 基础设施投资中最高的。4G 周期，无线接入网的投资规模大致占 4G 基础设施总投资的 60%。5G 基站的成本更高，建设密度也将远超 4G，因此，5G 无线接入网的投资占比大概率将高于 5G 基础设施总投资的 60%。

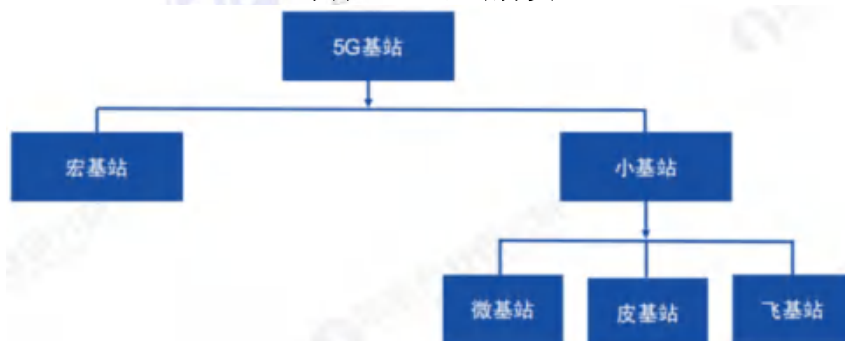
无线接入网领域的主要厂商大致可划分为基站主设备和基站核心部件等供应商。

2.2 基站主设备

5G 基站主设备包括 NR 宏基站、NR 小基站、NB-IoT 宏基站、NB-IoT 小基站、基站配套以及铁塔等。

从基站分类来看，5G 基站可划分为宏基站和小基站。宏基站通常架设在铁塔上，体型大、承载用户数量多、覆盖面积广。但由于 5G 高频段工作的原因，宏基站所能覆盖的信号范围有限，还需要大量的小基站协同宏基站进行连续覆盖和室内浅层覆盖。小基站根据覆盖范围大小分为微基站、皮基站和飞基站。

图表 4 5G 基站分类



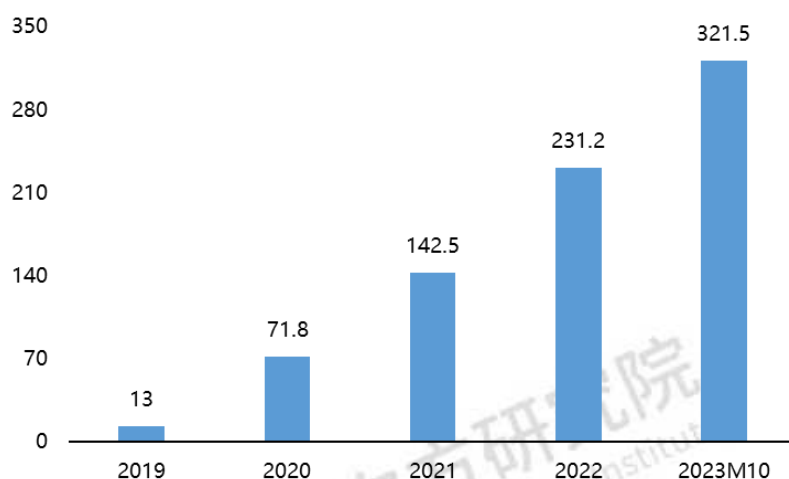
来源：前瞻产业研究院

随着 R-18 预计将在 2023 年底或 2024 年初冻结，5G-A 将在 2024 年中开始商用。5G-A 引入了轻量化（RedCap）技术，预计 RedCap 有望迎来爆发式增长，将助力 5G 能力边界拓展，进一步深化数智社会转型，促进数字经济提质增效。RedCap 的部署主要是对在建基站和存量基站进行软件升级，不涉及改造或引入新的网络架构。但 RedCap 技术的引入，还是对接入管理、资源管理、信令开销、网络覆盖等方面产生了影响，包括 RedCap 终端早期识别及接入控制、RedCap 终端与非 RedCap 终端在网络内共存时的接入拥塞、最大工作带宽差异造成的资源碎片化、业务保障策略的变化以及如何降低网络信令开销等问题。确保网

络采用匹配的管理策略，同时避免对非 RedCap 终端造成负面影响，将成为下一步运营商网络运维及优化的重点。因此，本报告今年将在接入网部分新增 RedCap 相关内容。

据工信部数据，截至 2022 年底，中国累计建成并开通 5G 基站 231.2 万座，总量占全球超过 60%，其中 2022 年新增 88.7 万座。2023 年 10 月，中国 5G 基站进一步大幅增至 321.5 万座，较 2022 年底增幅高达 39.1%。5G 网络已覆盖所有地级市城区、县城城区，每万人拥有 5G 基站数超 22.6 个。超 90% 的 5G 基站实现共建共享，5G 网络正加快向集约高效、绿色低碳发展。5G 行业虚拟专网已超 2.6 万个，为行业提供稳定、可靠、安全的网络设施。

图表 5 2019 年-2023 年 10 月中国 5G 基站累计开通数量（万座）



来源：工信部

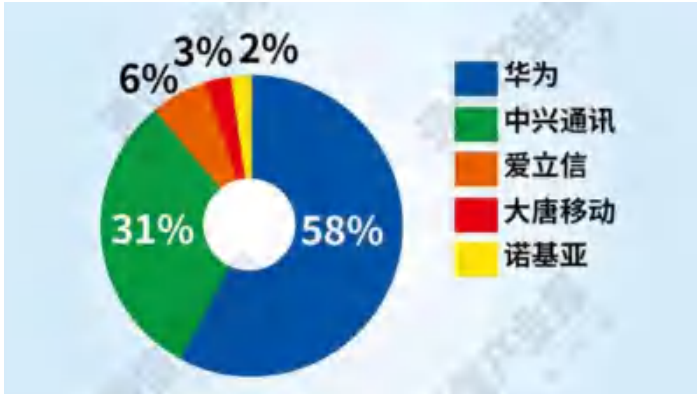
根据通信产业网统计，2020 年 3 月-2023 年 6 月，中国电信、中国联通、中国移动、中国广电一共进行了六次 5G 无线主设备的公开集中采购招标，以及若干次单一来源采购。由于在单一来源采购中，运营商未公布各中标厂商的具体中标份额，因此仅针对六次公开招标计算，华为中标份额最多，其次是中兴通讯，爱立信、大唐移动和诺基亚分列三到五位：在六次集采中，四大运营商集采总计 1291521 座 5G 基站，其中华为中标 748955 座，中标份额约 58%；中兴通讯总计中标 400012 座基站，中标份额约 31%；爱立信总计中标 73488 座基站，中标份额约 6%；大唐移动总计中标 44987 座基站，中标份额约 3%；诺基亚总计中标 24077 座基站，中标份额约 2%。

图表 6 2020-2023 年中国运营商 5G 无线主设备集采中标情况

集采批次			1	2	3	4	5	6	
集采项目			中国移动 2020年 5G无线 网主设备 集中采购	2020年 5G SA新 建工程无 线主设备 电信联通 联合集中 采购	移动广电 5G 700M 无线网主 设备集中 采购	2021年 电信联 通无线网 主设备 (2.1G)集 中采购	中国移动 2023年— 2024年 5G无线 主设备 (2.6GHz/ 4.9GHz) 集中采购 (公开招标 部分)	2023 年— 2024年 5G 700M 无线网主 设备集中 采购(公开 招标)	合计
开标时间			2020.3.27	2020.4.24	2021.7.16	2021.7.30	2023.6.9	2023.6.9	
中标企业名称	华为	基站数 (个)	132787	145000	288237	137504	31943	13484	748955
		中标 份额	57.20%	58%	60%	56.82%	50.04%	58.27%	57.99%
	中兴	基站数 (个)	66653	75000	148932	86200	15616	7611	400012
		中标 份额	28.71%	30%	31%	35.62%	24.46%	32.89%	30.97%
	大唐	基站数 (个)	6099	7500	14407	10358	5876	747	44987
		中标 份额	2.63%	3%	3%	4.28%	9.20%	3.23%	3.48%
	爱立信	基站数 (个)	26604	22500	9606	7938	6385	455	73488
		中标 份额	11.46%	9%	2%	3.28%	10.00%	1.97%	5.69%
	诺基亚	基站数 (个)	0	0	19215	0	4019	843	24077
		中标 份额	0	0	4%	0%	6.30%	3.64%	1.86%
	基站总数(个)		232144	250000	480397	242000	63839	23141	1291521

来源：通信产业网

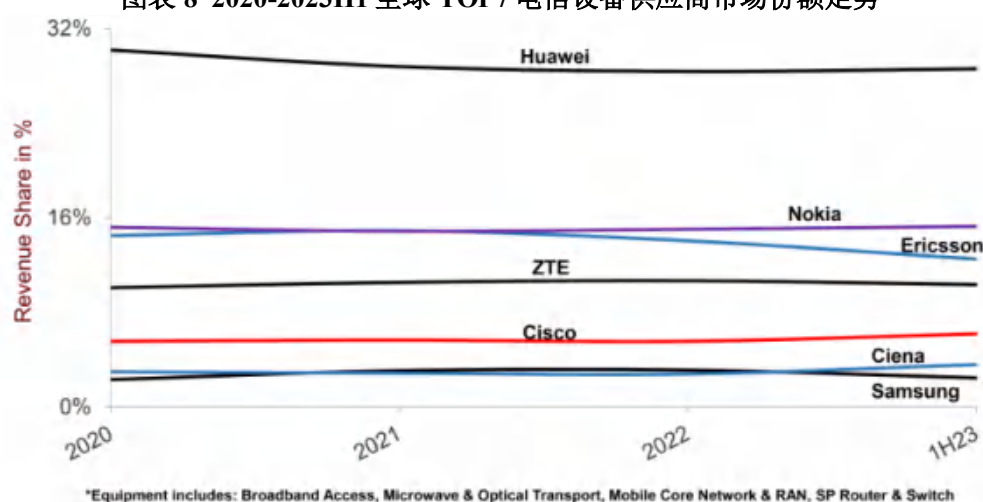
图表 7 截至 2023 年 6 月中国 5G 基站市场结构



来源：通信产业网

全球基站设备市场则主要由华为、爱立信、诺基亚、中兴、三星等传统设备厂商占据。根据 Dell'Oro Group 发布的 2023 年上半年全球电信设备市场数据（研究包括 6 个细分市场：宽带接入、微波传输、光传输、移动核心网、无线接入网、SP 路由器和交换机），2022-2023 年上半年，供应商动态基本保持稳定，华为仍然在全球电信设备市场处于领先地位；但也有少数例外：Ciena 超越了三星，诺基亚和爱立信之间的差距拉大。其中，在无线接入网市场，2023 年上半年全球 TOP 5 供应商分别为华为、爱立信、诺基亚、中兴通讯和三星；华为季度市场份额达到三年来的最高水平；2023 年第二季度，华为在北美以外地区的无线接入网市场份额已相当于爱立信和诺基亚的总和；2022-2023 年上半年期间，诺基亚的无线接入网收入份额增幅最大，同时，爱立信和三星的收入份额有所下降。

图表 8 2020-2023H1 全球 TOP7 电信设备供应商市场份额走势



来源: Dell'Oro Group

2.2.1 NR 宏基站

在 3GPP 的 R15 规范中，首次出现 NR 这个缩写，其全称为 New Radio，因此也被称为新空口。5G NR 是基于 OFDM 的，全新空口设计的全球性 5G 标准。5G NR 新空口标准与前几代无线标准有很大不同，这一接口将能够支持 5G 预期实施的各种用例和服务。NR 是新一代非常重要的蜂窝移动技术基础，它采用了新的端到端网络体系结构，可以提供极高的数据吞吐量和非常可靠的低时延连接，为创造新业务模式打开了大门，5G 技术将基于其实现超低时延、高可靠性。

通信基站是移动通信网络的核心设备，是提供无线覆盖和信号收发核心环节，能够实现有线通信网络与无线终端之间的无线信号传输。

图表 9 传统基站构成示意图



来源：前瞻产业研究院

在 4G 时代，基站通常由基带处理单元、射频单元和天馈单元组成。基带处理单元包括主控板和基带板，主控板负责处理核心网和用户信令数据，基带板负责数据编码调制；射频单元主要负责射频信号的生成和提取，为了减少传输损耗，将射频单元与天线部署在一起的叫做射频拉远单元（RRU），一个基带处理单元可以管理多个射频拉远单元；天馈单元负责信号的发送和接收，包含天线和馈线，天线主要负责向特定方向发送或接收电磁波，馈线负责连接射频单元与天线。

5G 时代，为了满足 5G 网络高功率、高频段和高速率的关键性能需要，5G 基站和接入网较 4G 有了有大的变化：采用大规模阵列天线（Massive MIMO）技术，结合波束赋形，通过大量阵列天线同时收发数据，可以大幅度提升网络容量和用户体验。

图表 10 传统基站与 5G 基站构成差异



来源：前瞻产业研究院

5G 基站采用有源天线（AAU），其通过将传统基站的天线与射频单元一体化集成为 AAU，可以简化站点部署，降低馈线复杂度，减少传输损耗，提升网络整体性能。5G 无线接入网采用 CU/DU 架构，将传统基站 BBU 拆解为 CU（Centralized Unit）和 DU（Distributed Unit），CU 用来集中处理非实时数据，DU 负责分布处理实时数据，每个 CU 可以管理多个 DU，CU 和 DU 之间通过不同的组网方案可以适配不同的基站接入场景。

5G NR 宏基站正是基于 5G RAN 新的 3 层架构，结合从 4G 到 5G RAN 架构的演进、CU/DU/RRU 多种部署组合方式、NR 基站多种部署方式资源需求、场景应用等多方面分析，来进行部署规划的。

5G NR 宏基站通常架设在铁塔上，体型大、承载用户数量多、覆盖面积广。根据 3GPP 的定义，宏基站应用于室外的广阔区域，覆盖范围超 200 米，功率在 10W 以上，可同时接入的用户数视基站规模而定，一般在 1000 个以上。

基于 5G NR 灵活的 3 层架构和高效的 eCPRI 接口，5G NR 宏基站可以通过 CU/DU/AAU 的灵活组合达到部署的多样化。

一是与传统的 3G/4G 宏基站类似，RRU 与天线合设为 AAU，DU/CU 同址安装于本站机房，RRU 与 DU 通过光纤直连。

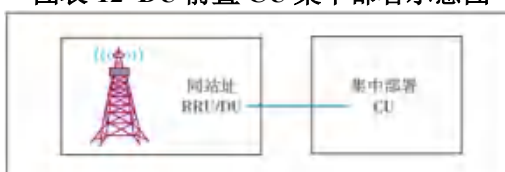
图表 11 传统基站部署示意图



来源：《邮电设计技术》

二是 RRU 与天线合设为 AAU，DU 同址安装于本站机房，RRU 与 DU 通过光纤直连，CU 集中安装于中心机房，CU 与 DU 通过传输网络连接。

图表 12 DU 前置 CU 集中部署示意图



来源：《邮电设计技术》

三是 RRU 与天线合设为 AAU，DU/CU 集中安装于中心机房，RRU 与 DU 通过传输网络连接。

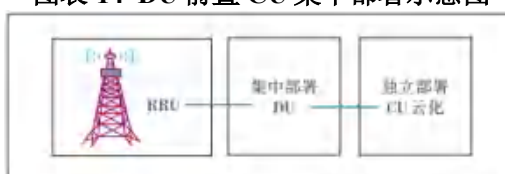
图表 13 DU 前置 CU 集中部署示意图



来源：《邮电设计技术》

四是 RRU 与天线合设为 AAU，DU 集中安装于中心机房，RRU 与 DU 通过传输网络连接，CU 云化，并通过传输网络与 DU 连接。

图表 14 DU 前置 CU 集中部署示意图



来源：《邮电设计技术》

早在 2015 年，3GPP 即正式定义了 5G 的 3 类典型应用场景：增强移动带宽（eMBB）、大连接物联网（mMTC）、超高可靠低时延通信（uRLLC）。

eMBB：指在现有移动宽带业务场景的基础上，对于用户体验等性能的进一步提升，主要还是追求人与人之间极致的通信体验。其特征为吞吐量大，主要用户为手机、平板电脑等设备。

mMTC：其特征为大连接，主要用户为智能抄表、智能灌溉等。

uRLLC：其特征为低时延、高可靠，主要用户为 AR/VR，自动驾驶等。

在部署 5G NR 宏基站时，需要从资源需求、维护、适用场景等方面进行考虑。而不同的 CU/DU 部署方式，对机房资源的需求是不同的。

图表 15 不同的 CU/DU 部署方式对机房资源的差异化需求

部署方式	站点机房/室外机柜需求	中心机房空间需求
传统基站部署	有	-
DU 前置 CU 集中部署	有	小
DU/CU 集中部署	-	大
DU 集中部署，CU 云化	有	大

来源：《邮电设计技术》

对于传统基站部署方式，CU/DU 均部署在站点机房或室外机柜，但 CU 可扩展性小、不便于统一管理，故传统部署方式更适合部分对时延要求及其敏感的业务。

对于 DU 前置 CU 集中部署方式，DU 部署在站点机房或室外机柜，CU 部署中心机房，传输资源需求小，CU 统一部署，便于管理维护，适合于小规模集中部署。

对于 DU/CU 集中部署方式，DU 可集中部署于站点机房或中心机房，CU 部署于中心机房，单一 DU 可管理多站点 RRU，由于采用了前传，传输资源需求较大，但 DU/CU 集中部署，管理和维护较为便利，适合于中、大规模集中部署。当选择站点机房作为 DU 集中部署点时，需关注机房传输资源是否丰富，是否具备可扩容能力，站点可靠性是否高等问题，当选择在中心机房部署 CU/DU 时，需关注中心机房空间是否满足，并做好容灾备份。

对于 DU 集中部署、CU 云化方式，DU 可集中部署于站点机房或中心机房，CU 云化后，MEC 等应用下沉到中心机房，与 CU 共享硬件，逻辑独立，有利于提升用户体验。CU 云化可实现统一的多连接锚点，位置较高，减少传输反传，减少不必要的切换，集中的控制面可以实现资源的合理调度，享受统计复用增益，但同时也存在着一定的弊端，首先是管理复杂度提高，安全性和可靠性要求提高，由于 CU 层级提高，信令时延也相应增加，在考虑 CU 云化部署的时候，需要综合考虑以上因素。

因此，在考虑 5G NR 宏基站的部署时，不仅需要考虑机房、传输等资源需求，也需要考虑各种部署方式对整网的安全影响以及后期运维的便利性。CU/DU 集中度越高，集中站点的安全性就显得更加重要，在规划集中部署站点时，需要综合考察集中机房的交通便利度、机房防火防灾响应能力、传输网络情况、电源配套容量等问题。

图表 16 不同的 CU/DU 部署方式对机房资源的差异化需求

部署方式	安全性	维护便利性
传统基站部署	独立部署，不影响其他站点安全	CU/DU 分散，维护不便
DU 前置 CU 集中部署	小规模集中，整体风险可控	CU 集中，维护便利
DU/CU 集中部署	中大规模集中，存在较大风险，需关注集中机房的安全性和容灾性能	CU/DU 集中，维护便利
DU 集中部署、CU 云化	大规模集中，存在较大风险，需关注集中机房的安全性和容灾性能	CU/DU 集中，维护便利

来源：《邮电设计技术》

综上，根据 3GPP 定义，eMBB、mMTC 和 uRLLC 三大场景由于关注业务不同，对网络和时延的要求也不尽相同。

针对时延敏感的业务：如 AR/VR、自动驾驶等 uRLLC 业务，可采用传统基站部署方式或 DU 前置 CU 集中的小集中部署方式，将 CU、DU 尽量靠近 RRU，同时将应用网关下移，降低传输时延。

针对时延不敏感的业务：如智能抄表、智能灌溉等 mMTC 业务，可采用 DU/CU 集中部署方式或 DU 集中、CU 云化等大集中部署方式，从优化网络运维角度出发，降低运维成本。

5G NR 宏基站的部署，需要依据业务应用场景的不同而采用不同的部署方式，即便是同一种业务，在不同的地区，也会因为机房、光纤、距离等条件的不同，而采用不同的部署方式，因此，5G NR 宏基站将会有多种部署方式共存。

据前瞻产业研究院预计，5G 宏基站建设步伐先行于 5G 小基站。2023 年是 5G 宏基站建设的高峰期，宏基站新建数量预计可达到 90 万站。首创证券预测，十年国内 5G 宏基站数量约为 4G 基站 1-1.2 倍，合计 500-600 万站。

2.2.2 NR 小基站

小基站是一种从产品形态、发射功率、覆盖范围等方面都比传统宏基站小得多的低功率基站设备。5G NR 小基站包括微基站、皮基站和飞基站。根据 3GPP 定义，微基站功率为 500mW-10W，同时接入用户数为 128-512 个；皮基站功率为 100-500mW，同时接入用户数为 64-128 个；飞基站功率小于 100mW，同时接入用户数 8-16 个。微基站偏向局域覆盖，皮基站相当于企业级 Wi-Fi，而飞基站则与家庭路由器相当。

图表 17 小基站分类及其性能和应用场景

分类		英文	别称	单载波功率 (20MHz 带宽)	同时接入用户数	覆盖范围	应用场景
小基站	微基站	Micro Site	微站	0.5W-10W	128-512 个	50-200m	高铁站、飞机场、大商场等
	皮基站	Pico Site	企业级小基站	0.1W-0.5W	64-128 个	20-50m	写字楼、工厂园区等

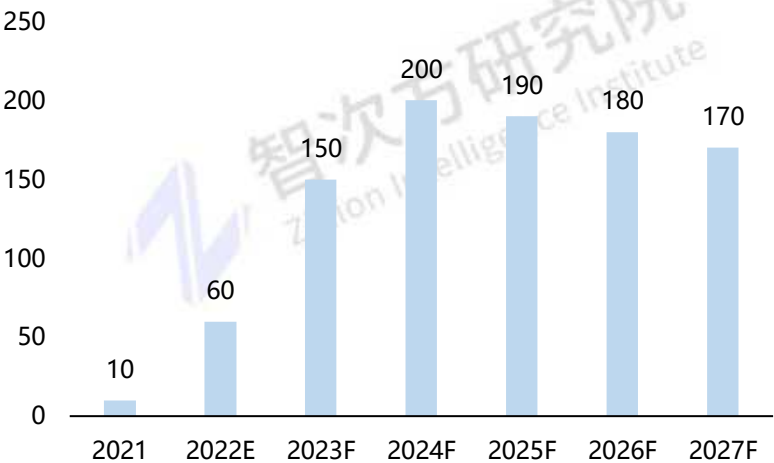
	飞基站	Femto Site	家庭级小基站	0.1W 以下	8-16 个	10-20m	家庭、咖啡馆等
--	-----	------------	--------	---------	--------	--------	---------

来源：3GPP，智次方研究院整理

5G NR 小基站在 5G 的组网部署中发挥重要的辅助和补充作用，满足“按需部署”的网络覆盖需求。一方面，由于 5G 工作的频段较高，较 4G 基站的覆盖范围小，需要小基站搭配“补盲补热”；另一方面，5G NR 宏基站总体部署成本高，如参照 4G 的覆盖范围来部署宏基站将给运营商带来较大资金压力。目前，5G NR 小基站产业链较成熟，部署成本相对较低，而且小基站发射功率小、形态灵活、部署简便，可有效帮助解决 5G 网络深度覆盖问题。同时，5G NR 小基站还可与 MEC 等技术相结合，为垂直行业提供更好的服务，因此小基站日益得到广泛应用。

综合前瞻产业研究院、观研天下等机构预测，5G NR 宏基站建设步伐先行于 5G NR 小基站，2023 年是 5G NR 宏基站建设的高峰期。与此同时，我国 5G NR 小基站建设也将于 2023 年进入快速增长期，年度建设规模预计将达到 150 万站；2024 年预计将是 5G NR 小基站建设的高峰期，将达到 200 万站。

图表 18 2021-2027 年中国 5G NR 小基站新建数量情况及预测（万站）

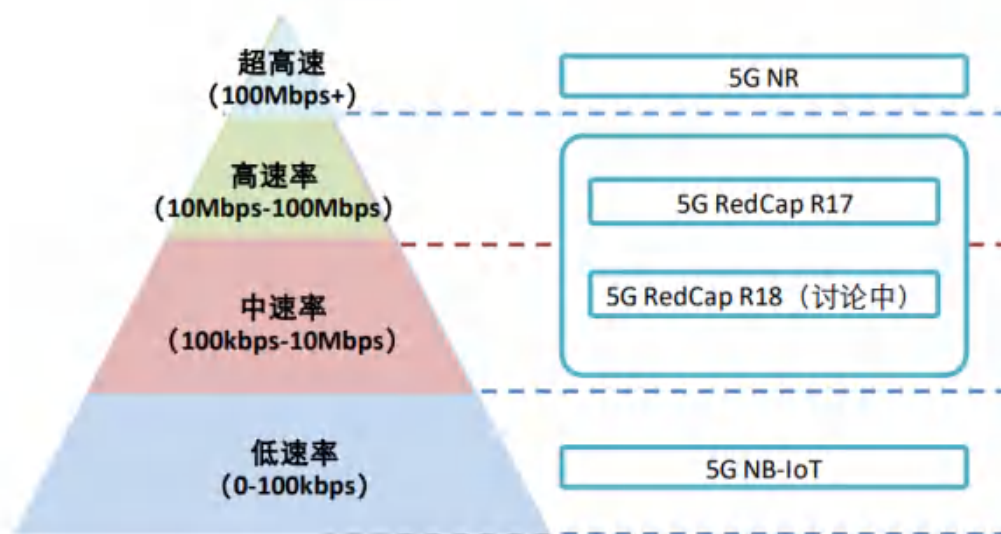


来源：前瞻产业研究院、观研天下，智次方研究院整理

2.2.3 5G RedCap

5G RedCap 全称 5G Reduced Capability，是 3GPP 在 5G R17 阶段，专门立项研究的一种新技术标准。RedCap 技术降低了设备复杂性与设备成本，改善了设备功耗，数据传输速率也保持在稳定范围。5G RedCap 技术也补齐了 5G 中高速大连接能力，使 5G 面向各类物联网应用需求形成了具备低、中、高、超高分档分级能力的完备技术承载体系。通过将最大传输带宽缩减至 20MHz、裁剪收发天线数目（最低 1T1R）、降低上下行最大调制阶数（如 64QAM），承载高速率的物联网业务。

图表 19 5G 物联技术承载体系



来源：中国移动，智次方研究院整理

因此，RedCap 拥有诸多优势，如可通过减少终端带宽、收发天线数量、降低调制阶数等方式以降低终端成本和功耗，将更好地满足工业无线传感器、视频监控和可穿戴设备等中高速物联网场景的规模应用需求。

目前，国家大力推进包括 5G 网络在内的新基建发展。2021 年 11 月，工信部发布《“十四五”信息通信行业发展规划》，提出“到 2025 年，信息通信行业整体规模进一步壮大，发展质量显著提升，基本建成高速泛在、集成互联、智能绿色、安全可靠的新型数字基础设施，创新能力大幅增强，新兴业态蓬勃发展，赋能经济社会数字化转型升级的能力全面提升。”工信部在《5G 应用“扬帆”行动计划》中部署开展 5G 产业基础强化行动，提出加快推进 5G+信息消费、5G+工业互联网、5G+智慧城市等 15 个垂直行业发展，在智能安防监控、新型穿戴设备、远程操控设备、高清视频监控等众多应用领域的广覆盖低成本场景普及 5G 技术和应用。5G RedCap 由 4G Cat.1 与 Cat.4 技术演进而来，具有低成本、高可靠、低时延、高速率等特点，可广泛应用于视频监控、智能穿戴、工业 R18 传感等领域。预计未来 5G RedCap 连接数将增长至十亿级别。

2022 年 3 月，IMT 2020（5G）推进组第 23 次会议明确开展 RedCap 关键技术研究，制定试验规范，构建测试系统，分阶段组织 RedCap 关键技术与端到端测试，推动产业发展。随着 2022 年 6 月 R17 宣布冻结标准，进入审批流程，新一代的面向工业物联网及可穿戴设备的 5G 技术将加速 5G 的应用和普及，极大地提高生产效率和实现可控管理。国内 RedCap 产业的推进整体提前半年，各大运营商计划 2022 年底将开展 5G RedCap 的网络及终端互联互通测试；2023 年 Q1 将进行 RedCap 终端集采，现网进行 R17 的规模升级和网络优化，预计在 2023 年下半年实现商用，这将极大的推动 RedCap 的产业链的成熟，加速中国 5G 工业物联网及行业应用的普及和规模化商用。同时 5G 网络的覆盖将更加有广度和深度，采用 700MHz 对山区景区进行深度覆盖，2.6GHz 进行广域覆盖，加上 4.9GHz 进行热点覆盖。

2023 年 10 月，工信部印发《关于推进 5G 轻量化（RedCap）技术演进和应用创新发展的通知》，提出到 2025 年，5G RedCap 产业综合能力显著提升，新产品、新模式不断涌现，融合应用规模上量，安全能力同步增强；同时，还明确了七大主要任务：推进 5G RedCap 标准制定；构建 5G RedCap 产业体系；加快 5G 网络 RedCap 能力升级；积极开展 5G RedCap 应用创新；打造行业领域 5G RedCap 示范标杆；构建融通发展的 5G RedCap 生态环境；提升 5G RedCap 安全保障能力。

随着 R-18 预计将在 2023 年底或 2024 年初冻结，RedCap 进入商用冲刺阶段。目前，网络已具备成熟商用的基础：

运营商方面，中国电信聚焦 RedCap 融合 uRLLC、网络切片、5G LAN、定位等能力验证，在顺利完成 RedCap 实验室测试的基础上，进一步在广东、浙江、贵州、上海和河南五省市开展基于共建共享的联合外场试验，验证了 800M/900M/2.1G/3.5G 等低、中、高频协同的 RedCap 功能与组网性能，并正在加快 RedCap 网络能力建设和部署步伐。

中国移动在 RedCap“1+5+5”创新示范之城行动下，分别联合诺基亚于上海、联合中兴通讯于广州、联合华为于宁波、联合爱立信于岳阳、联合中信科移动于十堰，在这 5 个城市构建起了最大规模、最全产业、最多场景的试验网，开展新技术、新产品试验，已具备网络成熟商用的条件。

中国联通在上海、河南、广东、山东、浙江等五省市建设起了 RedCap 规模化试验网，已达千站规模，形成局部区域连片覆盖。完成了多厂家 900M/2.1G/3.5G 全频段基本功能验证，同时，还完成了移动通信、紫光展锐、鼎桥通信等厂家多频段端网协同功能验证。除此之外，还编制了 6 册 RedCap 功能、性能测试规范，以及 5G 基站设备分频段技术、RedCap 无线性能预优化/参数标准化试验测试、RedCap 网管功能测试等规范书。

设备商方面，华为、中兴、中国信科、爱立信和诺基亚贝尔 5 家系统厂商通过升级 5G 商用基站软件，已于 2022 年 11 月前完成了系统侧的 RedCap 关键技术功能和外场性能测试，并与运营商协同配合取得了上述端网协同功能与组网性能验证、测试规范出台以及试验网建设等成绩。

5G RedCap 的部署对核心网和基站的硬件并无影响，可以在 5G 现网的基础上仅进行软件升级，即可平滑演进，支持 RedCap 终端，因此，运营商建设和维护 RedCap 网络的成本会相对较低。

2.2.4 5G NB-IoT 宏基站

NB-IoT 全称 Narrow Band Internet of Things，2020 年国际电信联盟（ITU）正式批准将 NB-IoT 纳入 5G 标准，可在 NR in-band 部署，支持接入 5G 核心网。作为 5G 技术的先行者，NB-IoT 技术具有低功耗、远距传输、强覆盖、大连接量等特点，大大改善了传统表计高功耗、高成本人工抄表记录等问题，并广泛应用于智能城市（智能水表、智能燃气表、

智能水务)、智慧交通、智慧环境、工业控制、农业检测等领域。

2020 年 7 月，ITU 正式接纳 NB-IoT 成为 5G mMTC（大规模物联网通信）关键组成部分。因此，当前业内有部分从业者更愿意称 NB-IoT 为 5G NB-IoT，实际上两个概念是指同一种技术。

从技术能力看，5G NB-IoT 在以下几个方面有比较突出的表现，符合 5G mMTC 类业务需求：

图表 20 5G NB-IoT 网络能力

性能	参数
上下行传输速率	上行：大于 160KBps，小于 250KBps（Multi-tone）/200KBps（Single-tone） 下行：大于 160KBps，小于 250KBps
容量	可实现单个基站小区支持 5 万个终端接入节点
覆盖	5G NB-IoT 比 GPRS 基站提升了 20dB 的增益，相当于提升了 100 倍覆盖区域能力，可多穿透 1-2 堵墙
移动性	5G NB-IoT 支持终端设备在 30km/h 一定速率下的小区重选
节电模	5G NB-IoT 引入 PSM 和 eDRX 节电模式，前者铜鼓在睡眠状态时不接受寻呼信息来达到省电目的，后者是通过设置更长的寻呼周期实现节电
信道复杂性式	5G NB-IoT 精简了不必要的物理信道，下行只有三种物理信道和两种参考信号，上行只有两种物理信道和一种参考信号

来源：网络公开资料，智次方研究院整理

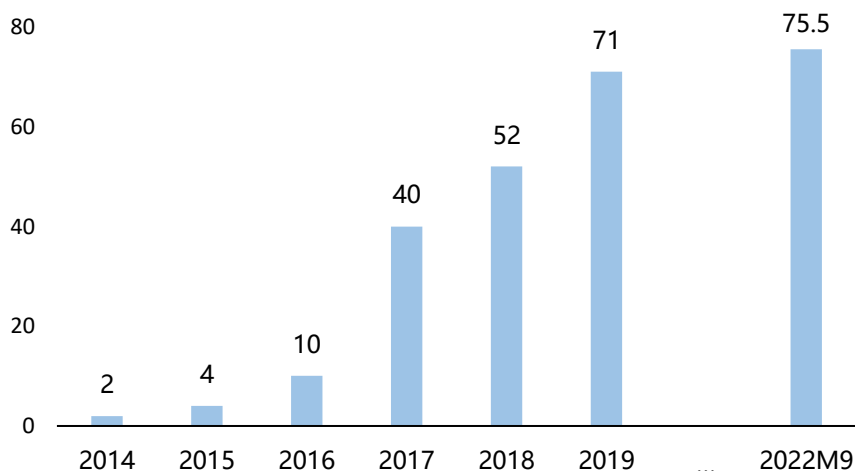
5G NB-IoT 宏基站构建于蜂窝网络，只消耗约 180kHz 的带宽，可直接部署于 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络，以降低部署成本、实现平滑升级。尤其是，5G NB-IoT 技术与 LTE 技术有很多相似之处，因此 5G NB-IoT 网络的部署支持基于当前 LTE 制式的平滑演进。虽不能完全复用现网 LTE 资源，但通过增加额外的网元以及进行网络接口改造，即可实现业务开通。

NB-IoT 宏基站是移动通信中组成蜂窝小区的基本单元，主要完成移动通信网和 UE 之间的通信和管理功能。NB-IoT 宏基站相较 2G/3G/4G/5G 宏基站具有以下特点：一是覆盖广，NB-IoT 宏基站的覆盖半径约为 10 公里，覆盖面积是传统 4G 宏基站的大约 25 倍。二是信号穿透力强，NB-IoT 比 4G 和 2G 宏基站提升了 20dB 增益，能覆盖到地下车库、地下室、地下管道等信号难以到达的地方，实现网络通信。三是海量连接，NB-IoT 一个不足 200KHz 频率的扇区能够支持 10 万个连接。四是采用半双工模式，所需的元件成本更低，且可降低电量功耗。

目前，我国已经初步构建起 NB-IoT、4G 和 5G 多网协同发展的格局，网络覆盖能力持续提升。NB-IoT 已形成水表、气表、烟感、追踪类 4 个千万级应用，白电、路灯、停车、

农业等 7 个百万级应用，N 个新兴应用。截至 2022 年 9 月，我国 NB-IoT 基站数已达到 75.5 万站。

图表 21 2014-2022 年中国 5G NB-IoT 基站保有量（万个）



来源：人民邮电报，智次方研究院整理

2.2.5 5G NB-IoT 小基站

NB-IoT 小基站定位于快速提供室内场景的无线物联网服务，产品可以基于 IP 网络回传或基于宏网无线回传，只须提供电源即可快速建站，实现 NB-IoT 信号快速、低成本补盲补弱覆盖。

NB-IoT 小基站既可单点部署，也支持与传统优化产品、新型室分产品融合组网，快速实现场景化区域覆盖。同时，其回传方式灵活，支持 IP 回传、宏网无线回传；支持与其它制式网络融合，可实现 NB-IoT、LTE 等多模多制式通信；性价比高，支持快速建网；可管可控性好，能基于统一网管平台对不同基站产品进行管理。

目前，NB-IoT 小基站仍处于发展起步阶段。2019 年 11 月，中国移动发布 2019-2020 年一体化皮基站集采结果，集采规模为 28556 台；此后，运营商陆续推进 NB-IoT 小基站建设，但推进策略偏保守，2022 年 9 月，中国电信河北分公司发布 NB-IoT 一体化皮基站采购公告，根据公告内容，预计采购量为 1280 台。

2.2.6 铁塔

通讯铁塔由塔体、平台、避雷针、爬梯、天线支撑等钢构件组成，并经热镀锌防腐处理，主要用于微波、超短波、无线网络信号的传输与发射等。

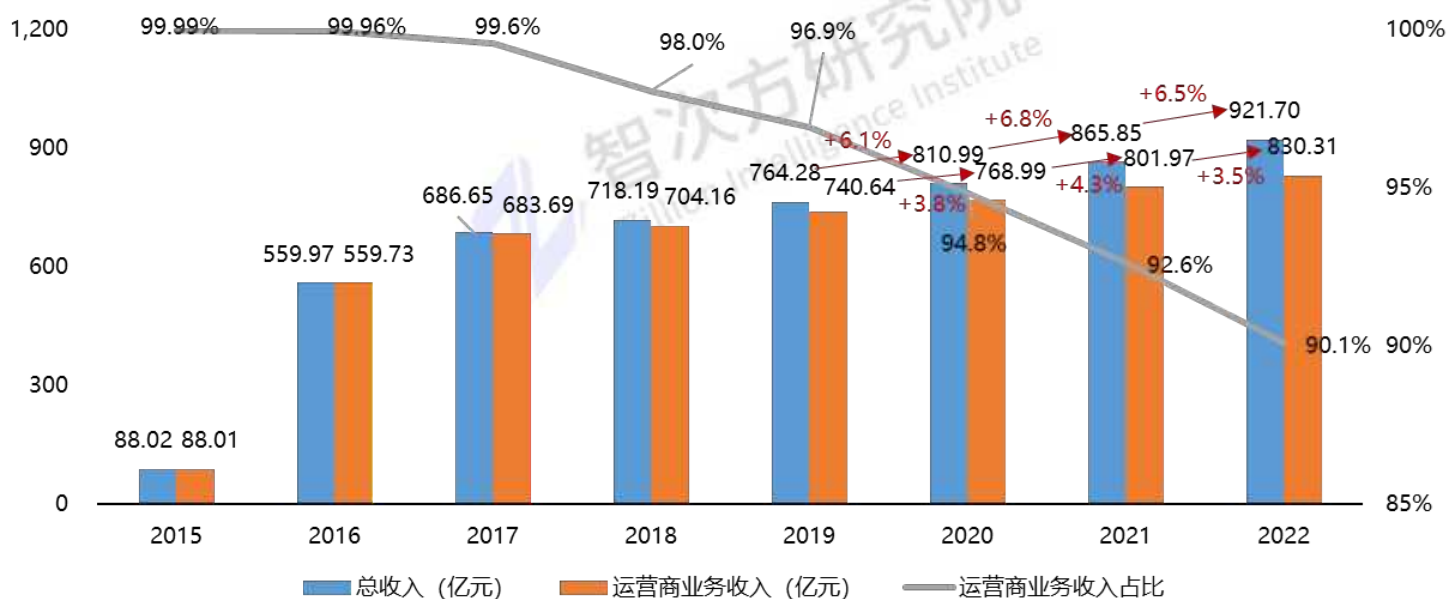
目前，国内铁塔市场为寡头垄断型格局。中国铁塔是国内最大的通信铁塔基础设施提供者和全球最大的通信铁塔基础设施服务商。根据华经情报网数据，国内第三方铁塔市场 2019 年中国铁塔市场份额占比达到 97.25%。此后，由于国内运营商主要通过租赁中国铁塔

站址实现基站新增，中国铁塔 2022 年的市场占有率预计将更高，市场寡头垄断格局进一步巩固。

2022 年，中国铁塔实现总营收 921.7 亿元，同比增长 6.5%，增速与 2021 年基本持平。在 2022 年国内新冠疫情反复、美国加快推进中美科技脱钩全面打压中国高科技产业、全球产业链供应链体系“圈子化”“同盟化”导致逆全球化和快速收缩风险大增等不利因素影响下，中国铁塔营收增速保持稳定，凸显高质量发展成色。其中，作为“一体两翼”发展战略中“一体”的运营商业务仍是营收贡献的主要来源，但占比在持续下降，2022 年其收入规模为 830.31 亿元，同比 2021 年增长 3.5%；但其占总营收的份额降至 90.1%，降幅 2.5pct。从近年中国铁塔的运营商业务收入占总营收的份额走势情况看，该份额占比大概率将在未来 1 年降至 90% 以下，公司业务多元化健康发展有望得到进一步落实。

中国铁塔 2022 年继续取得优异发展成绩，其重要经验举措在于构建了“5G+室分”的双驱动引擎，确保运营商业务稳健发展；牢牢把握战略机遇，促进两翼业务强劲增长；严控营业开支、资本开支和融资成本，提升公司经营效益；从资产运营、客户服务、技术创新、改革发展等维度多管齐下，持续提升市场竞争力。

图表 22 中国铁塔 2015-2022 年总收入和运营商业务收入规模及运营商业务占收比情况



来源：中国铁塔，智次方研究院整理

塔类业务站址及租户数等核心资源稳步增加，室分覆盖范围持续快速扩大，智联和能源业务客户快速增长，共建共享集约发展水平进一步提升。中国铁塔 2022 年塔类站址数达到 205.5 万个，较上一年度增加 1.7 万个，增幅 0.8%，其中，累计承建的 5G 站址达到 176.1 万个，2022 年新增承建 5G 站址数约 53.5 万个，增幅 43.6%。塔类租户数 2022 年达 358.3 万户，较 2021 年增加 12.4 万户，同比增长 3.6%，增幅提升 0.7pct；其中，运营商租户数 336.2 万户，保持平稳增长势头，同比 2021 年增加 3.1%，增幅提升 0.4pct。

图表 23 中国铁塔 2015-2022 年站址数及租户数等情况

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
塔类业务站址数 (万个)	151.8	172.3	185.5	192.5	199.4	202.3	203.8	205.5
室分业务								
——站址数 (万个)	0.25	1	1.7	2.3	-	-	-	-
——覆盖楼宇面积 (亿平米)	-	-	9.6	14.6	25.7	40.6	49.9	73.9
——覆盖地铁里程 (公里)	-	-	1947	2887	3370	5881	8007	9611
——覆盖高铁隧道里程 (公里)	-	-	3421	4376	5318	6821	8899	10429
站址总数 (万座)	152.0	173.3	187.2	194.8	-	-	-	-
塔类业务租户数 (万户)	193.9	240.3	266.4	297.8	323.9	336.1	345.9	358.3
——运营商租户数 (万户)	-	-	264.5	283.7	306.3	317.5	326.0	336.2
——智联业务租户数 (万户)	-	-	1.9	14.1	17.6	18.6	19.9	22.1
室分业务租户数 (万)	0.35	1.36	2.36	3.14	-	-	-	-
租户总数 (万)	194.26	241.65	268.74	300.94	-	-	-	-
塔类站均租户数 (户/个)	1.28	1.39	1.44	1.55	1.62	1.66	1.70	1.74
站均租户数 (户/个)	1.28	1.39	1.44	1.55	-	-	-	-

来源：中国铁塔，智次方研究院整理

2.2.7 基站配套

基站通信配套基础设施包含路灯杆、拉线桅杆、支撑杆、抱杆等杆体、配套（防雷地网、水泥平台等）及市电引入等配套设施。包括基站配套在内的通信网络基础设施服务市场规模 2021 年达到 3674 亿元，其中工程服务部分占比近 80%，维护服务部分约占 20%。预计 2022 年，中国通信网络基础设施服务市场规模将达到 4010 亿元，同比增长 9.1%。

其中，在电源方面，相较于 4G 通信，5G 对电源的要求更为苛刻，要求电源具备更大的输出功率和更高效率，5G 电源的单机价值量明显高于 4G 电源。根据中国电源协会统计，随 5G 建设加速推进，预计 2023 年通信电源市场规模将达 194 亿元，2021-2026 年，我国通信电源年复合增长率将达到 6.79%。

图表 24 2018-2026 年中国通信电源市场规模（亿元）



来源：中国电源协会、前瞻产业研究院、首创证券

2.3 基站核心部件

5G 基站核心部件包括基站芯片、基站天线、射频、滤波器、网优设备、功率放大器（PA）与印制电路板（PCB）等。

2.3.1 基站芯片

5G 基站芯片范围广泛，包括 CPU、FPGA、交换芯片、电源芯片、时钟芯片等。与智能手机等消费品追求顶尖工艺有所不同，5G 基站作为工业品，对芯片工艺的整体要求并不高，不同的芯片采用各自适应的工艺。

从应用现状来看，核心的 CPU、FPGA、DFE（数字前端）等核心芯片对工艺要求较高，主要采用 10nm 到 28nm 的工艺，部分厂家将推出 5nm 及更尖端工艺的芯片。从国际来看，目前相关核心产品在商用市场用途广泛，成本、功耗和竞争力具有优势，普遍的问题是对本土支持和响应速度偏弱。从国内来看，国产厂商整体能力和集成度相对国际产业存在差距，产品功耗和成本差距大。目前，国际高端 CPU 芯片和高端 FPGA 芯片已用到 10nm 工艺，而国内产业高端 CPU 芯片当前是 14nm 工艺，高端 FPGA 工艺还在 28nm。

TRX、DDR4、交换芯片等重要芯片，采用 19nm 到 28nm 工艺。而一些配套器件、通用器件，采用一些非常成熟的工艺即可。常规器件的工艺要求很低，可以全环节自主可控；而工艺要求高的核心器件，抗风险能力弱，需要广泛的设备厂家支持。

2.3.2 基站天线

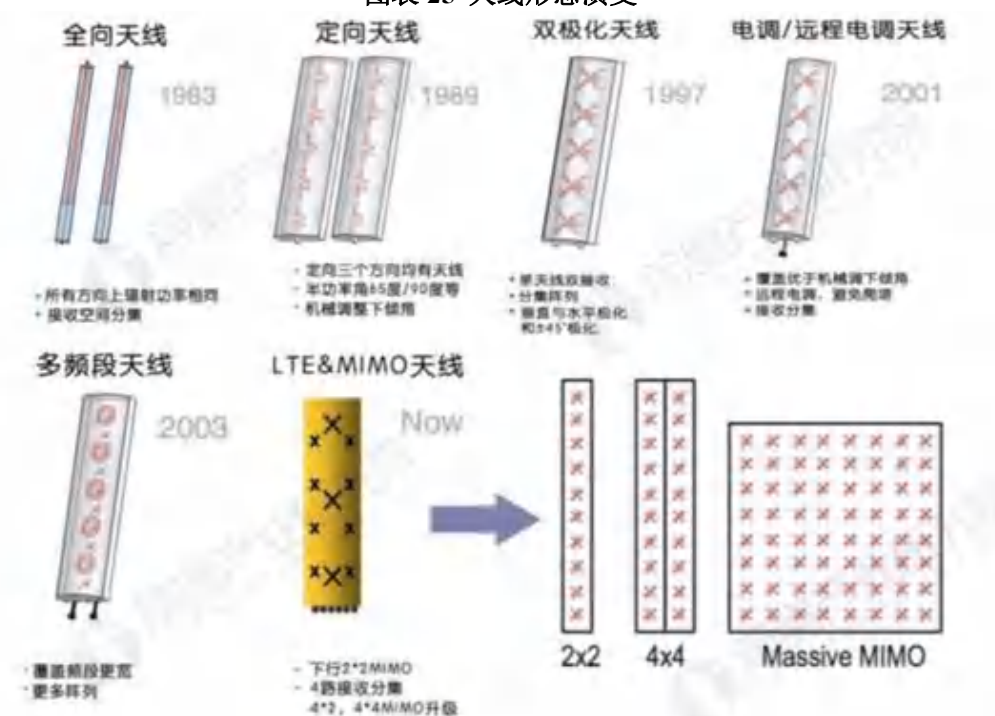
天线是基站的重要组成部分，决定通话与信息的传输质量。从 4G 到 5G，基站的天线主要以多频段、小型化、高效率为主要技术发展方向。5G 基站主要采用 Massive MIMO 技

术，目前国内基站天线厂商已拥有相关核心技术。

5G 基站采用 Massive MIMO 技术及波束赋形技术，对天线设计提出了更高的要求，天线设计的复杂度及集成度提升。5G 基站架构改变，4G 宏基站主要分为天线、射频单元 RRU 和基带处理单元 BBU 三个部分，而 5G 宏基站升级为 DU+CU+AAU 三级结构，天线和射频单元 RRU 合二为一成为全新的有源天线单元，AAU 除含有 RRU 射频功能外，还将包含部分物理层的处理功能。

有源天线（AAU）中射频模块与天线高度集成，拥有多频段一次部署、简化站点物理设备、提升网络覆盖等优点，在 4G 网络部署中已有所运用。5G 时代，为减小馈线损耗、增强覆盖、适应 Massive MIMO 高复杂度设计，天线有源化将成为趋势。

图表 25 天线形态演变



来源：中国联通网络技术研究院、前瞻产业研究院

市场方面，5G NR 宏基站大规模建设推动了天线振子需求的快速增长，同时 5G 天线频率的提升，需要应用价值量更高的高频高速 PCB，因此，基站天线的价格相较过去有所提升。5G NR 宏基站数量与 5G 基站天线单体价值的同步提升，将助推 5G 基站天线投资规模大幅增长。

根据工信部数据，2022 年我国 5G 基站总数 231 万站，较上年新增约 88.7 万站。预计 2023-2027 年期间，三大运营商逐年新增建设量约为 90 万站、70 万站、56 万站、45 万站、36 万站。假设单个宏基站天线需求数量不变（3 副），天线单价每年上涨 2%（2022 年为 2500 元/副），预测 2023-2027 年 5G 基站天线市场空间约为 232.82 亿元，市场空间广阔。

图表 26 2022-2027 年中国 5G 基站天线市场空间测算

指标	2022	2023E	2024F	2025F	2026F	2027F
新建 NR 宏站 (万站)	88.7	90	70	56	45	36
单个基站天线需求 数量 (副)	3					
天线单价 (元)	2500	2550	2600	2653	2706	2760
市场空间 (亿元)	66.53	68.85	70	56	45	36

来源：前瞻产业研究院，智次方研究院整理

2.3.3 射频

射频 (RF) 是 Radio Frequency 的缩写, 频率范围在 300kHz~300GHz 之间。射频是一种电流, 是一种高频交流变化电磁波的简称。根据每秒电流交互频率, 可以分为低频 (变化小于 1000 次的交流电)、中频和 高频 (变化大于 10000 次的电流)。射频是一种高频电流, 居于高频 (大于 10K) 中的较高频段, 而微波频段 (300M-300G) 又是其中的更高频段。射频主要用于实现无线通讯的两个本质功能, 即在发射信号的过程中将二进制信号转换成高频率的无线电磁波信号, 在接收信号的过程中将收到的电磁波信号转换成二进制数字信号。从结构来看, 射频可以拆分为天线、射频收发芯片、基带和射频前端。

按照下游来分, 民用射频前端下游主要为移动终端 (手机为主)、通信基站等, 其中, 手机是主要的下游市场, 通信基站射频前端的市场规模相对较小。通信基站的射频前端市场规模主要和运营商的资本开支有关。根据 Yole 数据, 2020 年, 基站射频前端市场规模约为 27 亿美元, 预计在本轮 5G 基建周期中, 基站射频前端市场将在 2023 年达到 42 亿美元市场规模顶峰, 之后逐渐回落, 到 2025 年将降至 36 亿美元。

2.3.4 滤波器

滤波器是由电容、电感和电阻组成的滤波电路, 可以对电源线中特定频率的频点或该频点以外的频率进行有效滤除, 得到一个特定频率的电源信号, 或消除一个特定频率后的电源信号。

滤波器主要可分为金属腔体滤波器、介质滤波器、声学滤波器等。其中, 金属腔体滤波器、介质滤波器主要应用于宏基站、小基站; 声学滤波器可分为表面滤波器 (SAW Filter) 和体声滤波器 (BAW Filter), 主要用于手机、小基站、物联网等领域。

滤波器作为基站的核心零部件, 对于基站选频起到关键作用。4G 主要采用金属腔体滤波器, 价格低而且工艺成熟, 但金属切割招致体积相对偏大。由于 5G 使用大规模天线阵列

Massive MIMO 技术，每条天线需要配备双工器，并且需要滤波器进行信号频率的同步处理，大幅增加了滤波器市场需求。另外，腔体滤波器由于体积大、发热多的缺点，5G 未来将更多的使用体积小的介质滤波器。

从短期看，介质滤波器与腔体滤波器将共同为 5G 基站服务；从长期看，损耗小、介电数高、体积小的陶瓷介质滤波器将成为主流。

目前，全球滤波器市场主要被日美玩家所垄断，市场份额集中度高：2020 年 SAW 滤波器前三家厂商占比合计高达 87%，分别为村田（50%）、TDK（22%）、太阳诱电（15%）；BAW 滤波器博通占比 87%，Qorvo 占比 8%。国外基站滤波器的主要生产企业包括 Powerwave 及 CommScope（Andrew），国内具有一定产能规模的企业包括春兴精工、大富科技、东山精密、武汉凡谷等。

综合 Yole、尚普咨询等机构数据，2020 年全球滤波器市场规模为 66.25 亿美元；2022 年，全球滤波器市场受到新冠疫情的影响，出现了一定程度的下降，当年的市场规模为 63.5 亿美元，同比降低 4.14%；但预计 2023 年全年全球滤波器市场规模将恢复增长，达到 75.6 亿美元，2025 年将进一步增至 95.46 亿美元，2022-2025 年复合增长率达 14.6%。

2.3.5 网优设备

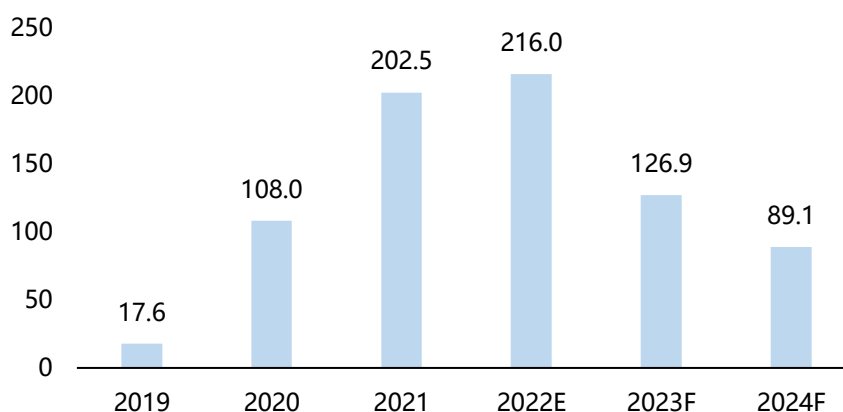
网优是“网络优化”的简称，指在现网基础上通过话务数据分析、现场测试数据采集、参数分析、硬件检查等手段，找出影响网络质量的原因，在此基础上进行各种优化（包括参数修改、网络结构调整、设备配置调整和采取某些技术手段），使网络性能达到我们需要的最佳平衡点。相应地，网优设备是指用于进行网络优化的硬件设备及其中相应配套的软件。

2.3.6 PA

功率放大器（PA）是基站射频单元中的关键组成部分，主要是将调制电路所产生的射频小信号放大，进而获得足够大的射频输出功率，作为信息传输的重要器件之一，PA 直接决定了无线通信的距离、信号质量以及功耗等。5G 基站设备规模建网及小型化是推动射频功率放大器市场规模成长的主要动力。目前国内的 PA 厂商主要包括三安光电、卓胜微等。

PA 在基站领域的市场规模具有周期性。据头豹研究院数据，随着通信技术升级，5G 基站建设迎来加速期，2019-2022 年，5G 基站 PA 的年市场规模将从 17.6 亿元增至 216 亿元，其后随着 PA 产品成熟、价格下降以及 5G 基站建设逐步放缓，2024 年 5G 基站 PA 市场规模将回落至 89.1 亿元。

图表 27 2019-2024 年中国 5G 基站 PA 市场规模（亿元）



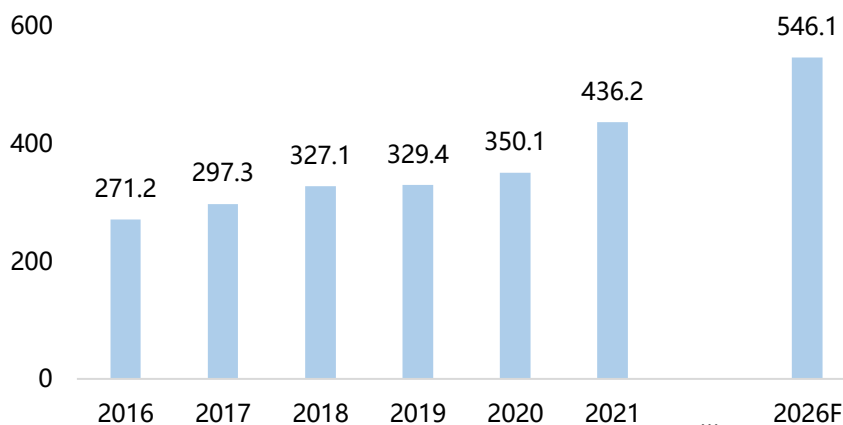
来源：头豹研究院，智次方研究院整理

2.3.7 PCB

PCB 是电子元器件互联的提供者，也是工业电子产品的命脉。5G 建设的初期阶段，无论是无线接入网还是传输网，均对 PCB 行业提出了更高的供应需求和技术要求。因为 5G 基站天线的集成度要求明显提高，所以需要采用更多层的 PCB 技术。PCB 板以多层板和单双面板为主，还包括 HDI 板、IC 载板、柔性板，以及刚挠结合板。以 2020 年中国 PCB 市场结构数据为例，普通多层板、单/双面板，HDI 板、IC 载板、柔性板以及刚挠结合板的市场占有率分别为 49%、15%、17%、15%、3%，主要应用于通信、计算机、汽车电子等领域。

近年来，我国不断引进国外先进技术与设备发展 PCB 行业，PCB 行业产值增长迅速，已成为全球 PCB 生产制造中心。Prismark、中商产业研究院等机构数据显示，我国 PCB 行业产值由 2016 年的 271.2 亿美元增至 2021 年的 436.2 亿美元，CAGR 为 10%，远高于全球平均增长水平。未来 PCB 行业预计仍将维持较高速的增长，预计在 2026 年我国 PCB 行业可达到 546.1 亿美元，2021-2026 年 CAGR 为 4.6%。

图表 28 2016-2026 年中国 PCB 市场规模（亿元）



来源：Prismark、中商产业研究院，智次方研究院整理

2.4 企业介绍

2.4.1 5G NR 及 NB-IoT 宏基站

华为

华为技术有限公司（简称：华为）创立于 1987 年，是一家以宏基站、微基站、小基站、交换机、路由器等产品研发、设计、生产、销售为主营业务的技术企业。华为 5G 基站业务覆盖中国、美国、英国、法国等 170 余个国家和地区。

中兴通讯

中兴通讯股份有限公司于 1985 年在深圳成立，是一家综合通信解决方案提供商，中兴通讯主要运营三大业务：运营商网络、终端、电信。公司核心产品包括无线通讯、电信交换、接入、光传输和数据电信设备、移动电话和电信软件，还提供增值服务产品，如点播和流媒体视频。

诺基亚

诺基亚是一家总部位于芬兰埃斯波，主营移动通信设备生产和相关服务的跨国公司。公司成立于 1865 年，以伐木、造纸为主业，后发展成为一家手机制造商，以通信基础业务和先进技术研发及授权为主。2022 年在电信管理论坛（TM Forum）2022 年数字转型世界峰会（DTWS）上，中国联通联合诺基亚共同申报的“AI 驱动的无线网络随心测（AI driven Smart Wireless Analysis Tool）”项目获“AI 与数据洞察”全球卓越大奖。

爱立信

爱立信公司，创立于 1876 年，成立于瑞典的斯德哥尔摩，主要为客户提供端到端全面通信解决方案以及专业服务。爱立信的核心业务包括：网络、电信专业服务和多媒体。爱立信主要在英国部署 5G 接入网。

2.4.2 5G NR 及 NB-IoT 小基站

Qucell

Qucell 拥有全套小基站研发、优化、测试、搭建与管理团队，在美国、日本、英国、波兰、印度均有分支，已拥有成熟的 4G、CBRS 与 5G 小基站解决方案。

京信通信

京信通信成立于 1997 年，是全球领先的通信与信息解决方案及服务提供商。2003 年集团于香港联交所主板上市。京信通信主营业务为业界提供领先的无线通信解决方案和信息应用服务。目前已覆盖全球 100 多个国家和地区的客户。

三维通信

三维通信股份有限公司成立于 1993 年 5 月，公司于 2007 年在深交所上市，公司总部坐

落于中国浙江省杭州。公司主营业务包括向海内外客户提供专业的无线覆盖、无线安全、无线网络、工业物联网、通信设施租赁、卫星通信、互联网内容营销业务等领域的产品及运营服务。

新华三

紫光股份旗下新华三集团作为数字化解决方案领导者，致力于成为客户业务创新、数字化转型最可信赖的合作伙伴。新华三集团拥有计算、存储、网络、5G、安全等全方位的数字化基础设施整体能力，提供云计算、大数据、人工智能、工业互联网、信息安全、智能联接、新安防、边缘计算等在内的一站式数字化解决方案，以及端到端的技术服务。同时，新华三也是 HPE 服务器、存储和技术服务的中国独家提供商。

新华三 5G 白盒化室内小基站秉承开放、开源的先进技术理念，拥有丰富、开放的接口和应用程序编程接口（API）能力，通过北向接口开发丰富的应用和服务，通过南向接口解决来自不同供应商组件间的互操作性，为运营商提供灵活的组网模式和创新的业务类型；同时加速软硬件解耦：在软件方面，基带单元（BBU）可实现与运营商现有软件功能集成对接；在硬件方面，通过硬件通用化运营商可以将云化的 BBU 引入通用计算平台，降低设备硬件部署成本。其中，智能化无线网络将是未来通信网络的关键组成部分，而新华三发挥自身在人工智能、云计算、大数据、边缘计算、IT 基础设施等领域的深厚积累，将这些优势技术与 5G 相结合，继续推动无线接入网领域技术创新。

超讯通信

超讯通信股份有限公司成立于 1998 年，是国内领先的全专业通信技术服务商、全行业物联网解决方案提供商、全领域新能源服务商、全生态智能硬件制造商。公司自主研发了 NB-IoT/LoRa 模组、智能水/气/电表、支付终端、小基站等智能终端产品及核心网解决方案，深度布局物联网，形成了智慧水务、智慧燃气、智慧能耗、智慧消防、智慧路灯、智慧物流、智慧仓储、智能停车等全套解决方案。在新能源服务领域，超讯通信拥有动力锂电池、分布式电源柜、光伏设备、智能充电桩、分布式储能、基站充电宝、UPS 不间断电源、智能微电网等产品及解决方案，有效解决运营商、铁塔公司、电网、广电等的新型能源需求。

2.4.3 RedCap

华为

在 2023 年 5G 产业峰会（5G Industry Summit）期间，华为携手广大产业伙伴共同发布了 RedCap 商用阶段性成果：中国移动、中国电信、中国联通在上海、杭州、宁波、深圳、佛山、宁德、济南、苏州等超过 10 个地市已实现 RedCap 端到端商用部署，覆盖工业、电力、车联等多个行业，并将打造一系列 RedCap 商用标杆。阿联酋 E&、沙特 STC、沙特 Zain、科威特 STC、科威特 Zain、巴林 STC、泰国 AIS 等领先运营商已完成 RedCap 技术验证或商用试点。

鼎桥通信

鼎桥通信专注于行业通信解决方案的研发和推广，布局行业无线、物联网、终端产品、新兴业务四大业务板块，助力人们收集数据、提取有效信息、洞见事物的变化与生息。

鼎桥通信与合作伙伴联合成立了 5G 行业终端与应用创新中心，促进 5G 行业终端与应用的生态建设。该中心具备端到端的网络、完备的研发仪器、广泛的产业链合作、全流程行业应用测试等六大特点，能为生态合作伙伴提供端到端的 RedCap 测试环境，并率先实现了在电力、智能制造、FWA、智能安防等行业的商用验证。

此外，在行业应用方面，鼎桥通信与华为合作打造了 5G-A 超可靠低时延汽车柔性产线。这是业界首个利用 5G-A 技术进行柔性生产线改造的案例。该项目首次实现在多用户条件下达成时延 4 毫秒、稳定性 99.999% 的生产条件，以 5G-A 高质量通信保证产线高稳定运行，展示了 5G-A 技术在提升生产效率和质量方面的优势。该项目使用了鼎桥通信提供的蜂窝物联网模块进行数据传输和控制。

中兴通讯

中兴通讯已与 IMT-2020 5G 推进组及中国四大运营商完成国内 5G 全频段 RedCap 功能及性能测试验证，并与多家主流芯片厂商完成端到端对接测试，具备了商用条件。。

与中国移动测试中，中兴通讯成为首批 RedCap 作战编队成员，2022 年携手终端芯片厂家首批完成端到端实验室测试，并完成外场单站和组网性能测试；2023 年联合 ASR 完成中国移动 5G NR 五期招标集采测试，支持 700MHz、2.6GHz 和 4.9GHz 全频段功能和性能。

与中国联通测试中，中兴通讯首家完成 5G 全频段 RedCap 实验室和外场测试，支持 900MHz、2.1GHz、3.5GHz 全频段功能和性能。

与中国广电测试中，中兴通讯首家完成 RedCap 端到端测试，支持广电 700M 和 4.9G 频段功能和性能。

另外，中兴通讯与 IMT-2020 5G 推进组及各运营商的 RedCap 增强功能验证测试已在筹备中，将推动 5G RedCap 从可用进化到好用。不仅如此，中兴通讯还在电力、制造、安防等行业布局了 RedCap 试点，将进一步推动 RedCap 在行业中的应用。

2.4.4 铁塔

中国铁塔

中国铁塔股份有限公司于 2014 年成立，是由中国电信、中国移动、中国联通三家电信企业联合出资成立的通信基础设施综合服务企业。主营业务包括铁塔的建设、维护和运营，兼营基站机房、电源、空调等配套设施和室内分布系统的建设、维护和运营以及基站设备的维护。

中国铁塔结合 5G 建设新特点、新要求，积极推动宏微站结合、室内外协同的移动网络覆盖综合解决方案落地，力求适应运营商降本增效和需求多样化的需求。中国铁塔积极发

挥统筹进场优势，针对不同业务场景，从客户实际需求出发，创新打造有源、无源结合的多样化室分产品解决方案，开展低成本 5G 室分、5G 电源创新，为 5G 行业节约投资，推动行业快速发展。中国铁塔在全国各地多场景打造项目落地，中国铁塔在郑州、石家庄、济南地铁隧道开展 5G 共享覆盖试验，覆盖距离和效果显著超过预期。中国铁塔打造成都浅水半岛项目，5G 无源室分速率达到有源微站的 70% 左右，成本优势显著，满足普通楼宇场景的覆盖和容量需求。

2.4.5 基站配套

动力源

北京动力源科技股份有限公司成立于 1995 年，总部坐落在北京中关村科技园丰台园区，于 2004 年在上海证券交易所主板上市。为基站提供不同形式的电源与动环监控单元。

依米康

依米康科技集团股份有限公司于 2002 年成立，2011 年在深交所上市。公司是精密机房空调主要供应企业。主营业务包括制冷设备、空调、不间断电源、电池及相关产品的生产、销售及安装。

依米康基站泵节能系列机组是为基站设计及小型数据中心开发的风冷节能型机房空调。针对基站常年制冷的实际运用情况，根据室外环境温度的变化具备 3 种制冷模式：压缩机制冷、混合制冷和自然冷源制冷三种运行模式，利用室外低温时的自然冷源，大大降低机组的全年耗电量。目前依米康基站泵节能系列机组广泛用于 4G/5G 机房等场景。

基站泵节能系列机组采用先进设计理念，通过焓差测试实验室严格的测试，拥有高效节能、稳定长寿、专业智能、快速布置的使用特点，作为恒温恒湿环境的精密调控设备，可以满足通信行业各种环境调节需求。

2.4.6 基站芯片

海思

深圳市海思半导体有限公司，于 1991 年启动集成电路设计及研发业务，2004 年注册成立实体公司，主营业务包括海思芯片对外销售、服务及提供智能家庭、智慧城市及智能出行等泛智能终端芯片解决方案。海思致力于打造全媒介的安全联接能力，以广域蜂窝 IoT、电力线载波 IoT、短距无线 IoT 的完整联接产品组合，助力城市、家庭、出行等全场景的智能应用。

巴龙 5G01 是全球首款基于 3GPP 标准的商用 5G 芯片，理论最高峰值下载速率达 2.3Gbps，支持全球主流 5G 频段，包括 Sub-6GHz 和毫米波，为多种使用场景提供完整的 5G 解决方案。支持全球主流 5G 频段 SA/NSA。

麒麟 990 5G 是华为首款旗舰 5G SoC，采用领先的 7nm+ EUV 工艺制程，将 5G Modem 集成到 SoC 芯片中，面积更小，功耗更低；率先支持 NSA/SA 双架构和 TDD/FDD 全频段，是领先的全网通 5G SoC，提供 5G 疾速体验。麒麟 990 5G 采用华为达芬奇架构 NPU，创新设计 NPU 双大核+NPU 微核架构，NPU 大核针对大算力场景实现卓越性能与能效，NPU 微核赋能超低功耗应用，充分发挥全新 NPU 架构的智慧算力。采用 2 个大核+2 个中核+4 个小核的三档能效架构 CPU，以及 16 核 Mali-G76 GPU，麒麟 990 5G 实现业界领先性能和能效，带来畅快疾速的使用体验。拍照方面，麒麟 990 5G 升级全新 ISP 5.0，华为首发手机端 BM3D（Block-Matching and 3D filtering）单反级图像降噪技术以及双域联合视频降噪技术，即使在暗光场景下，照片和视频也能更加明亮清晰；基于 AI 分割的实时视频后处理渲染技术，视频画面逐帧调节色彩，让手机视频呈现电影质感。支持全网通旗舰 5G SoC，拥有 NPU 双大核+NPU 微核架构与 7nm+ EUV 工艺制程。

中兴微电子

深圳市中兴微电子技术有限公司于 2003 年成立，主营业务包括通信网络、智能家居和行业应用等通信芯片开发，自主研发并成功商用的芯片达到 100 多种，覆盖通信网络“承载、接入、终端”领域，客户覆盖范围包括全球 160 多个国家和地区。

2.4.7 基站天线

京信通信

京信通信是国内 5G 宏基站天线的主要供应商。在 2022-2024 年中国联通 135.26 万副基站天线的集采中，公司中标份额名列第一；在中国移动和中国电信的 5G 宏基站集采中标情况亦同样居前。与此同时，京信通信作为全球基站天线一级供应商，在 Vodafone、Telenor、Airtel、Ooredoo 等主要国际运营商的基站天线集采中，中标情况也名列前茅。

摩比发展

摩比发展有限公司，2019 年于香港上市，主营业务包括研制开发和生产销售通信天线产品和无源器件，为国内移动通信营运和移动通信设备制造企业配套。公司主要产品包括移动通信基站及直放站天线、微波通信天线、无线扩频天线、MMDS 天线、卫星通信天线、合路器和分路器等。

盛路通信

广东盛路通信科技股份有限公司于 1998 年成立，是国内领先的天线、射频产品研发、制造、销售于一体的高新技术企业。公司产品业务在移动通信、车载移动互联、微波混合集成电路等领域均有布局。

通宇通信

广东通宇通讯股份有限公司于 1996 年成立，主营业务包括为移动通信天线、动中通天线、射频器件、光模块等产品的研发、生产、销售和服务业务，致力于为国内外移动通信

运营商、设备集成商提供通信天线、射频器件产品及综合解决方案，是华为、中兴、诺基亚、爱立信、大唐等系统设备商认证的全球供应商。

2.4.8 射频

唯捷创芯

唯捷创芯成立至今一直专注于射频前端及高端模拟芯片的研发与销售，产品主要应用于智能手机等移动终端，是手机中的核心芯片之一。截至 2022 年 11 月，已累计销售芯片 13+亿片，申请专利 40+个，60+张相关集成电路产品布图。

大富科技

深圳市大富科技股份有限公司于 2001 年成立，2010 年 10 月 26 日于深圳市证券交易所挂牌上市。公司主要打造三大平台：机电共性制造平台、工业装备技术平台、网络工业设计平台，致力于成为移动通信时代全球领先的射频器件及移动终端器件提供商。2021 年 11 月，工信部公布《关于制造业单项冠军第六批遴选和第三批通过复核企业名单的公示》，其中大富科技所生产的基站滤波器入选单项冠军产品名录。

卓胜微

江苏卓胜微电子股份有限公司成立于 2012 年 8 月 10 日，于 2019 年 6 月 18 日在深圳证券交易所创业板上市。卓胜微专注于射频集成电路领域的研究、开发、生产与销售。公司不断完善产品矩阵，现已覆盖包括射频开关、射频低噪声放大器、射频滤波器、射频功率放大器等射频前端分立器件及各类模组产品，初步完成射频前端全品类的纵深布局，成为国内领先覆盖从研发设计、晶圆制造、封装测试到销售等完整产业链的射频前端供应商。公司射频前端分立器件和射频模组产品主要应用于智能手机等移动智能终端产品，同时还可应用于智能穿戴、通信基站、汽车电子、蓝牙耳机、VR/AR 设备及网通组网设备等需要无线连接的领域。公司低功耗蓝牙微控制器芯片主要应用于智能家居、可穿戴设备等电子产品。

飞骧科技

2015 年 5 月飞骧科技于深圳成立，致力于无线射频芯片的设计开发，产品与服务包括 2G-5G 射频方案，IoT 射频方案，以及 Wi-Fi 射频方案。

2.4.9 滤波器

武汉凡谷

武汉凡谷电子技术股份有限公司，前身是成立于 1989 年的武汉凡谷电子技术研究所。主要业务及产品包括滤波器系列（双工器、合路器、塔顶放大器等）、介质材料、毫米波雷达系列（交通、安防、工业控制等）、行业网平台系列（公安、交通以及政府政务云等）等。

武汉凡谷已经完成了介质陶瓷滤波器全产业链的技术储备，2019 年 11 月公司部分型号 5G 小型化滤波器和陶瓷介质滤波器均已量产。公司顺应 5G 市场需求增长及 5G 商用步伐加快的态势，逐步降低 4G 产品新项目的投入，针对 4G/5G 融合组网开发多款宽频及多频产品，也加快在产品小型化、低成本、宽频带、高性能、高效率等方面的技术研究，力求满足客户多频共站的需求，另外公司也在加大研发应用于微波点对点传输及 5G 毫米波产品。

AFU（Antenna Filter Units）是一种将天线和滤波器集成在一起的一体化行业技术。传统的解决方案是将天线与滤波器经由连接器连接，5G 时代 AFU 设计通过将天线与滤波器进行集成，取消连接器，达到减少阻抗环节，缩小系统体积，降低系统成本，提高系统性能的效果。武汉凡谷的 AFU 产品，主要是 4×4MIMO 的 AFU，主要包括 B41（2496Mhz-2690Mhz），B3（1710MHz-1880MHz），B1（1920MHz-2170MHz），B42（3500MHz-3700MHz）等。

麦捷科技

深圳市麦捷微电子科技股份有限公司成立于 2001 年 3 月，于 2012 年 5 月 23 日在创业板挂牌上市。公司主营业务为研发、生产及销售片式功率电感、滤波器及片式 LTCC 射频元器件等新型片式被动电子元器件和 LCD 显示屏模组器件，并为下游客户提供技术支持服务和元器件整体解决方案。公司主导产品属于高端被动电子元器件，其设计、制造具有高精密度。产品广泛用于通讯、消费电子、军工电子、计算机、互联网应用产品、LED 照明、汽车电子、工业设备等领域。公司的主要客户为中兴、OPPO、vivo、联想、三星、亚马逊、谷歌、华为、小米、冠捷、TCL、海信、创维、长虹等国内一流企业。

好达电子

公司主要从事声表面波射频芯片的研发、设计、生产和销售，是兼具芯片设计技术、制造及封测工艺、标准化量产出货能力的国内厂商。产品包括滤波器、双工器和谐振器，广泛应用于手机、通信基站、物联网等其它射频通讯相关领域。

公司具备成熟的芯片设计、制造及封装测试能力，能够实现生产全流程的自主可控、前后道工序的高效衔接。公司在常用频段声表面波滤波器、双工器的部分关键性能指标的表现上已达到国外领先厂商的产品参数水平，综合性能表现较好。

公司声表面波滤波器、双工器已通过小米、OPPO、华勤、龙旗、中兴、广和通等知名手机终端及 ODM 厂商、通讯设备厂商和无线通信模组厂商的验证并实现量产销售。在国外领先厂商的垄断格局下，公司声表面波滤波器、双工器的市场占有率不断提高，有力推动了声表面波射频芯片的国产化进程。

2.4.10 网优设备

邦讯技术

邦讯技术股份有限公司于 2012 年 5 月 8 日在深圳证券交易所创业板正式上市，是国内

领先的无线网络优化系统提供商和设备供应商。公司主营业务包括无线网络优化系统的设计、实施和代维服务以及无线网络优化系统设备的研发、生产和销售。

华星创业

杭州华星创业通信技术股份有限公司于 2003 年成立。公司于 2009 年成功在中国创业板上市。公司主营业务包括移动通信网络的规划设计、工程建设、室分工程、网络基础维护、网络测评优化、无线测试系统（兼容 2G 到 4G 各种技术制式以及 NB-IoT）、移动通信专用无线测试终端、信令采集平台和基于网络大数据的网络分析优化软件，形成了产品+服务的新优势。

2.4.11 PA

能讯通信

能讯通信科技（深圳）有限公司主要产品系列为射频微波功率放大器、滤波及相关电路模块/组件，应用于地面固定/车载台、EMC 测试系统、发射机、无人机干扰等多种设备平台；产品主要为通信、对抗、雷达、导航、压制对抗等设备/系统提供配套，多项产品填补国内空白；部分产品替代进口；体积最小的 30~512MHz-20W 功放外形尺寸仅为 53.3×25.4×13.3mm；工作温度范围最宽为-45℃~+85℃；技术水平达到国际同类产品水平或处于国内领先。

卓胜微

江苏卓胜微电子股份有限公司于 2012 年 8 月 10 日成立，2019 年 6 月 18 日在深圳证券交易所创业板上市，公司主营业务包括射频前端芯片领域的研究、开发与销售，主要向市场提供射频开关、射频低噪声放大器、射频滤波器等射频前端分立器件及各类模组的应用解决方案，同时公司还对外提供低功耗蓝牙微控制器芯片。

2.4.12 PCB

东山精密

苏州东山精密制造股份有限公司，于 1998 年成立，于 2010 年 4 月在深圳证券交易所上市。公司致力于为客户提供一站式的产品解决方案，目前已形成了以精密金属和精密电子制造为核心的产业发展格局。主要产品包括通信行业（天线、滤波器）、消费电子行业（印刷电路板、LED 背光、LCM 模组、触控产品、小间距显示屏、显示器整机等）、汽车行业（结构件、散热器、印刷电路板等）。

华正新材

浙江华正新材料股份有限公司与 2003 年成立，是华立集团的控股成员企业，于 2017 年 1 月在上海证券交易所 A 股上市。公司主营覆铜板（包括粘结片）、复合材料（包括功能性复合材料和交通物流用复合材料）和锂电池软包用铝塑膜等产品的设计、研发、生产及销

售，产品广泛应用于 5G 通讯、数据交换、新能源汽车、智慧家电、医疗设备、轨道交通、绿色物流等领域。截止目前，华正新材拥有有效国家专利 245 项，其中发明专利 88 项，实用新型专利 146 项，外观 11 项，主导或参与制定国家及行业标准 10 项。

深南电路

深南电路股份有限公司于 1984 年成立，总部坐落于中国广东省深圳市，公司主营业务包括印制电路板、封装基板及电子装联，公司已与全球领先的通信设备制造商、航空航天电子及医疗设备厂商建立了长期稳定的战略合作关系。



III 传输网

3.1 概述

5G 传输网是用来提供信号传送和转换的网络，是交换网、数据网和支撑网的基础网络。5G 传输网络承担着连接 5G 无线接入网和核心网的功能，具备灵活调度、组网保护和管理控制等功能，同时提供带宽、时延、同步和可靠性等方面的性能保障。

从传输网络架构来看，传输网主要分为城域网和骨干网，其中，城域网又包括接入层、汇聚层和核心层。

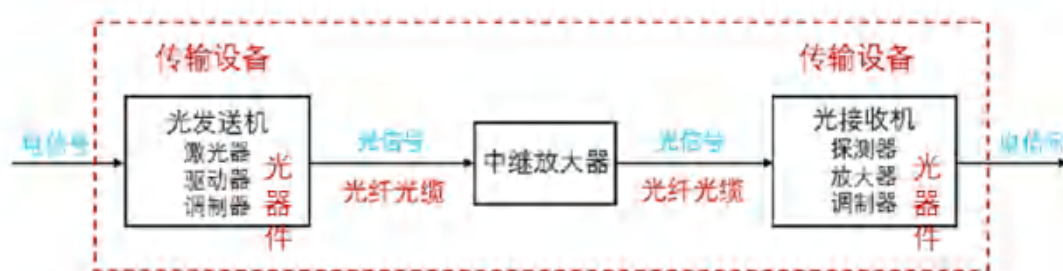
图表 29 传输网架构



来源：招商银行研究院，智次方研究院整理

从传输系统的构成来看，主要由光传输设备、光器件、光纤光缆等部分组成。

图表 30 传输系统结构



来源：招商银行研究院，智次方研究院整理

我国运营商 5G 传输网采用的方案包括切片分组网络（SPN）、面向移动承载优化的 OTN（M-OTN）和增强型 IPRAN。SPN 是中国移动在 3G/4G 的传输网 PTN 技术的基础上，面向 5G 和政企专线业务承载需求，融合创新提出的新一代切片分组网络技术方案。M-OTN 是中国电信综合考虑 5G 承载和云专线等业务需求，创新提出的面向移动承载优化的 OTN 技术方案。增强型 IPRAN 是中国联通基于 IPRAN 5G 组网架构，包括城域核心、汇聚和接入的分层结构。三大运营商采用的 5G 传输方案均是基于 4G 网络时代的传输解决方案进一步满足 5G 网络特性需求，能够保证传输网络投资的延续性和经济性。中国移动在 5G 时代推出的 SPN 自主技术方案，采用新建组网模式，有望建成全球最强大的传输承载网络。

图表 31 三大运营商 5G 传输网技术方案对比

网络分层	主要功能	中国移动 SPN	中国电信 增强型 OTN	中国联通 增强型 IP-RAN
业务适配层	支持多业务映射和适配	L1 专线、L2/VPN、L3/VPN、CBR 业务	L1 专线、L2/VPN、L3/VPN、CBR 业务	L2/VPN、L3/VPN
L2/L3 分组转发层	为 5G 提供灵活连接调度、OAM、复用统计、QoS 保障	Ethernet VLAN、MPLS-TP、SR-TP/SR-BE	Ethernet VLAN、MPLS、SR-TP/SR-BE	Ethernet VLAN、MPLS、SR-TP/SR-BE
L1 TDM 通道层	为 5G 三大类业务及专线提供 TDM 通道隔离、调度、复用、OAM 和保护能力	切片以太网通道	ODUk(k=0/2/4/flex)	特定
L1 数据链路层	提供 L1 通道到光层的适配	FlexE 或 Ethernet PHY	OTUk 或 OTUCn	FlexE 或 Ethernet PHY
L0 光波长传送层	提供高速光接口或多波长传输、调度和组网	灰光或 DWDM 彩光	灰光或 DWDM 彩光	灰光或 DWDM 彩光

来源：中国信通院、招商银行研究院，智次方研究院整理

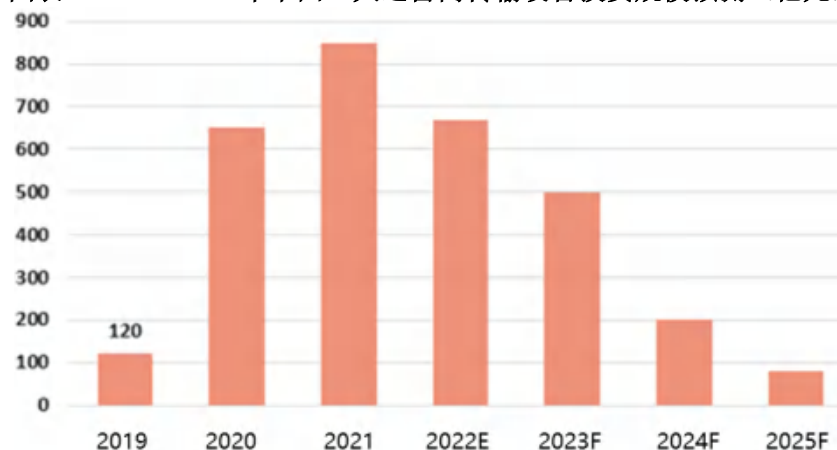
3.2 光传输设备

光传输设备就是把各种各样的信号转换成光信号在光纤上传输，以及把光信号转换成电信号的设备。常用的光传输设备有光端机、光 MODEM、光纤收发器、光交换机、PDH、SDH、PTN 等。一般而言，光传输设备都有传输距离较远，信号不容易丢失，波形不容易失真等特点，可用于绝大多数传输场景。

从全球看，根据 Dell'Oro 统计数据，2014-2019 年全球传输设备市场复合年增长率约 4%。随着 5G 商用，预计 5G 网络的部署将带动全球光传输设备市场以年均 3% 的速度增长，到 2024 年将达到 160 亿美元。在产品结构方面，密集波数字多路复用（DWDM）系统出货量 CAGR 有望达 18%；波分复用（WDM）系统市场保持高速增长，其市场份额有望超过 50%，城域部署需求成为其高速增长的主要推动因素。

从国内看，参考十年前中国运营商 4G PTN 招标测试进展，结合当前 5G SPN 建设节奏，智研咨询预计，2019-2025 年间三大运营商 5G 光传输设备投资规模将超过 2900 亿元。2022-2023 年 5G 传输网建设投资仍保持高位运行，并带动光纤光缆市场增长。

图表 32 2019-2025 年中国三大运营商传输设备投资规模预测（亿元）



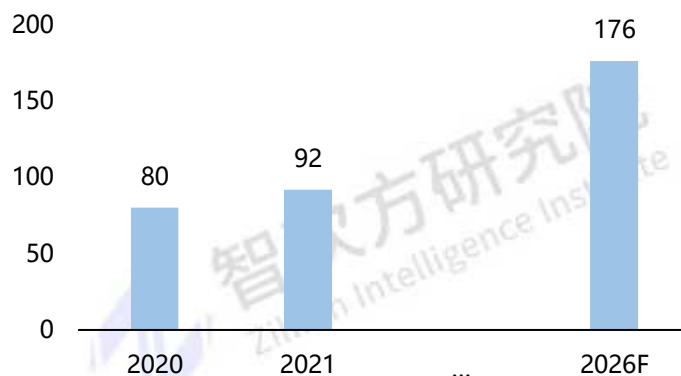
来源：智研咨询，智次方研究院整理

3.3 光器件

光器件（Optical device）是应用在光通信领域，利用光电转换效应制成的，具备光电转换功能的光电子器件，是光传输设备的重要组成部分和光模块的核心，可分为有源器件和无源器件。光有源器件是光通信系统中需要外加能源驱动工作的可以将电信号转换成光信号或将光信号转换成电信号的光电子器件。光无源器件则是不需要外加能源驱动工作的光电子器件。在光器件中，将电信号转换成光信号的器件称为光源，主要有半导体发光二极管（LED）和激光二极管（LD）；将光信号转换成电信号的器件称为光检测器，主要有光电二极管（PIN）和雪崩光电二极管（APD）。

根据 LightCounting 数据，2020 年全球光模块市场规模为 80 亿美元，2021 年市场规模为 92 亿美元，预计到 2026 年预计将增至 176 亿美元，2021-2026 年间 CAGR 为 13.85%。行业增长的主要驱动力之一是 5G 传输网络的建设。

图表 33 2020-2026 年全球光模块市场规模（亿美元）



来源：LightCounting，智次方研究院整理

国产光通信器件厂家在全球光通信器件市场份额中占据第一的位置，近年占比介于 25-30%。据先略研究院数据，我国光通信器件市场近年与全球保持相近增长态势，市场规模以 10%左右的增速持续增长，据估算，2022 年达到 31.6 亿美元。

但我国光通信器件产业与国际领先水平还有较大差距，目前国内核心的光通信芯片及器件仍然严重依赖于进口，高端光通信芯片与器件的国产化率不超过 10%，“大而不强”的问题突出。与设备、光纤光缆市场相比，光通信器件领域还处在充分竞争时代，由于很多光通信器件企业都是在某一细分领域精耕细作，造成了厂商众多，集中度低的市场格局，市场份额相对分散。

3.4 光纤光缆

光纤是信息的载体，由两个或多个玻璃或塑料光纤芯组成，光纤芯位于保护性覆层内，由塑料 PVC 外部套管覆盖，包覆后的缆线被称为光缆。光纤光缆传输具有容量大、中继距

离长、保密性好、不受电磁干扰和节省铜材等优点，主要用于通信、汽车、能源、轨道交通及海洋等领域。据中国信通院数据，截至 2022 年 9 月我国光缆线路总长约 5876 万公里。

上世纪 80 年代，光纤已陆续替代电缆，成为全球信息网络主干。2019-2021 年，光纤光缆行业供需结构有所失衡，众多国内厂商纷纷选择减产或出海，据海关数据，我国光缆出口量从 2019 年 79.8 亿米上涨到 2021 年 105.1 亿米。在光纤光缆行业景气度下行的趋势压力下，众多厂商纷纷选择扩充业务边界。光模块、光器件与数据中心，以及光传输、5G 承载、工业互联网等领域成为重点拓展领域。长飞、亨通、中天与烽火通信等企业引领产业创新，引导产业链向高端延伸。

2021 年以来，海外市场随着 5G、FTTx、云计算等通信技术的发展和普及，光纤光缆的需求逐步复苏。国内市场在 F5G 和东数西算等需求带动下，2022 年的光纤光缆需求量也大幅提升，验证国内光纤光缆行业景气开始抬升。

在产量方面，综合国家统计局及中研网等机构数据，2022 年，我国光缆累计产量接近 3.5 亿芯公里，同比增长 6.6%，占到全球产量的 62.5%。其中，长飞、亨通、中天、烽火四家企业的产量合计达到 1.7 亿芯公里，占全国产量的 48.6%，占全球产量的 30.4%，这四家企业也分别位列全球前四位。2023 年，受全球诸多不确定因素影响，光通信部分市场面临需求延迟和市场行情波动较大等挑战，2023 年 1-10 月，我国光缆产量累计值约为 2.7 亿芯公里，同比下降约 9.1%，但行业中长期健康发展的趋势并未改变。

根据工信部发布的《2023 年 1-10 月份通信业经济运行情况》，国内 5G、千兆光网、物联网等新型基础设施建设加快推进，网络连接用户规模持续扩大，移动互联网接入流量较快增长。在移动网络方面，截至 2023 年 10 月末，我国 5G 移动电话用户达 7.54 亿户，比 2022 年末净增 1.936 亿户，占移动电话用户的 43.7%，占比较 2022 年末提高 10.4 个百分点。2023 年 1-10 月，移动互联网流量增速持续提升，累计流量达 2456 亿 GB，同比增长 14.8%。2023 年 10 月当月户均移动互联网接入流量（DOU）达到 17.81GB/户·月，同比增长 10.5%。而在固定网络方面，截至 2023 年 10 月末，我国固定互联网宽带接入用户总数达 6.33 亿户，其中千兆及以上接入速率的固定互联网宽带接入用户达 1.5 亿户，比上年末净增 5797 万户，占总用户数的 23.7%。

海外通信市场亦保持稳健发展。爱立信于 2023 年 6 月发布的移动市场报告称，尽管地缘政治持续动荡，部分国家及地区的宏观经济放缓，但 5G 发展的势头仍然强劲，目前全球 5G 签约数已超过 10 亿。与此同时，全球移动网络数据流量亦将保持增长，预计到 2028 年复合年增长率约为 25%。在固定网络方面，境外主要电信运营商也启动向 10G PON 网络大规模升级或部署，将能促进对光纤光缆、光器件及模块等产品与服务的需求。根据 CRU 的预测，2025 年全球光纤光缆需求将突破 6 亿芯公里，其中，东南亚、欧洲、拉美、非洲等主要区域均有较大的市场潜力，可以支持国内企业的国际业务实现可持续发展。

在盈利能力方面，2022 年我国光纤光缆行业整体盈利水平有所提升。2022 年上市公司

中以光纤光缆为主营业务的 14 家企业实现营收合计为 1020 亿元，同比增长 17.6%；实现净利润合计为 62 亿元，同比增长 2.8%。其中，长飞、亨通、中天三家企业实现净利润合计为 52 亿元，占比达到 83.9%。2023 年，行业紧抓“数字中国”“网络强国”“东数西算”等国家政策带来的市场机遇，巩固了光纤光缆的领先竞争优势，取得了业绩的稳步增长。以长飞为例，2023 年上半年营收约为 69.15 亿元，与 2022 年上半年的约 63.91 亿元相比增长约 8.20%；得益于公司生产效率的持续提升及产品结构的不断优化，公司毛利率由 2022 年上半年的 22.46% 提升至 2023 年上半年的约 26.09%，而归属于上市公司股东的扣除非经常性损益的净利润由 2022 年上半年的约 4.63 亿元增长至 2023 年上半年的约 5.64 亿元，增幅约 21.66%。其中，公司预制棒及光纤分部毛利率由 2022 年上半年的 47.38% 提升至 53.97%。

在新建光缆线路长度方面，综合国家统计局及中商产业研究院等机构数据，2022 年，新建光缆线路长度 477.2 万公里，全国光缆线路总长度达 5958 万公里，同比增长 8.6%。截至 2023 年 9 月末，全国光缆线路总长度达到 6310 万公里，比上年末净增 351.7 万公里。预计 2023 年全国光缆线路总长度将达 6458 万公里，2024 年有望增至 6735 万公里。

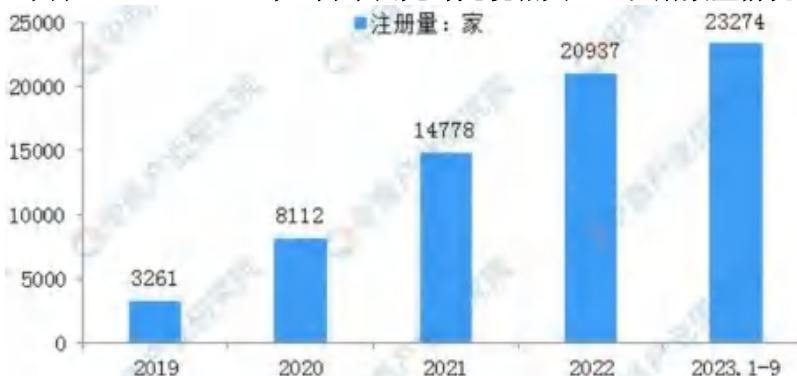
图表 34 2019-2024 年中国光纤光缆线路总长度



来源：中商产业研究院

在行业主体规模方面，近年来，我国光纤光缆新注册企业不断涌现，呈现飞速增长趋势。截至 2022 年年底，我国新增光纤光缆相关企业 20937 家，同比增长 41.7%。企查查数据显示，2023 年 1-9 月我国新增光纤光缆相关企业 23274 家，已超 2022 年全年新增企业数。

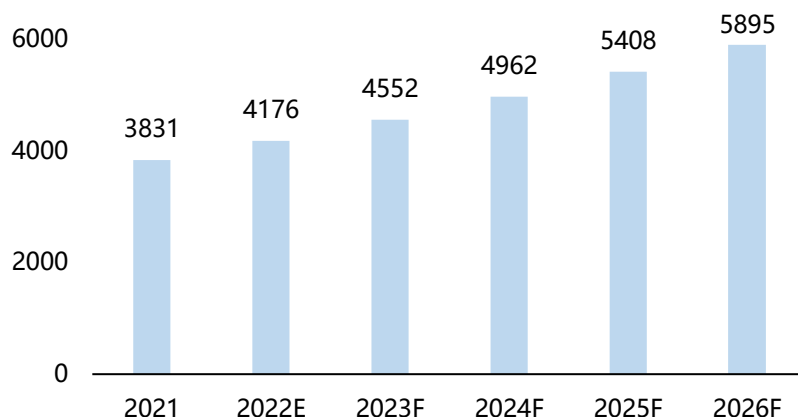
图表 35 2019-2023 年 9 月中国光纤光缆相关企业注册数量情况



来源：企查查、中商产业研究院

在市场规模方面，根据前瞻产业研究院数据，2021 年，中国光纤光缆市场规模为 3831 亿元，预计至 2026 年将达到 5895 亿元，2021-2026 年间 CAGR 为 9%。

图表 36 2021-2026 年中国光纤光缆市场规模（亿元）



来源：前瞻产业研究院，智次方研究院整理

3.5 企业介绍

3.5.1 光传输设备

烽火通信

烽火通信科技股份有限公司于 1999 年成立，是信息通信网络产品与解决方案提供商。烽火通信是我国光通信设备的主要供应商，覆盖 5G 承载网通信设备、网络安全设备、有线接入网设备等产品，开始向云和芯片等角度发展，拓展全球市场。

华为

华为创立于 1987 年，是全球领先的 ICT（信息与通信）基础设施和智能终端提供商。目前华为约有 19.5 万员工，业务遍及 170 多个国家和地区，服务全球 30 多亿人口。传送网是当代通信网络的基础设施，在电力、交通、政府、教育、金融、能源等行业信息化中扮演着通信网络基石的角色。作为传送网领域的领导者，华为向客户提供超高速、无阻塞、高可靠、全智能的统一传送解决方案，融合 WDM/OTN、MSTP/Hybrid MSTP、PTN、微波系统，实现海量带宽，瞬间可达。

中兴通讯

中兴通讯股份有限公司，于 1985 年在深圳成立，是一家综合通信解决方案提供商，中兴通讯主要运营三大业务：运营商网络、终端、电信。公司核心产品包括无线通讯、电信交换、接入、光传输和数据电信设备、移动电话和电信软件，还提供增值服务产品，如点播和流媒体视频。

3.5.2 光器件

光迅科技

武汉光迅科技股份有限公司于 2001 年成立，光迅科技形成了半导体材料生长、半导体工艺与平面光波导技术、光学设计与高密封装技术、热分析与机械设计技术、高频仿真与设计技术、软件控制与子系统开发技术六大核心技术工艺平台。公司具备从芯片到器件、模块、子系统全系列产品的垂直整合能力，灵活满足客户的差异化需求。

华工科技

华工科技产业股份有限公司公司于 1999 年成立，于 2000 年在深交所上市。华工科技以激光技术及其应用为主业，在公司优势业务激光装备制造、光通信器件、激光全息防伪、传感器、信息追溯的产业格局基础上，针对全球再工业化发展趋势以及自身特点，集中优势资源发展智能制造关键产品及解决方案。

剑桥科技

上海剑桥科技股份有限公司成立于 2006 年，总部位于上海，为全球 ICT 产业提供 ODM/JDM/OEM 的设备厂商。公司主营业务及产品包括电信宽带终端、无线网络设备、智能家庭网关、数据交换机、工业物联网基础硬件、高速光组件（核心自主品牌）、高速光模块（大客户定制）、4G/5G 无线网络的小基站和前传光模块及组件等九大品类。

苏州旭创

苏州旭创科技有限公司于 2008 年 4 月成立，是国内光通信龙头企业，专注于 10G/25G/40G/100G/200G/400G 系列光模块的开发、制造和客户技术支持。公司为数据通信、长途传输、无线网络、大型数据中心等行业客户提供光模块解决方案。

苏州旭创已研发 400G QSFP-DD 系列产品、100G Single Lambda 产品、200G QSFP-DD、50G QSFP28 及 25G SFP28 等全系列光模块产品，能广泛应用于 5G 网络前传、中传、回传等各种应用场景和大型数据中心 400G 各种应用场景，其中中际旭创的 25G SFP28 光通信模块包括 SR, AOC, LR, ER Lite 商业温度系列产品，以及 IR (2km), LR, BIDI, CWDM 等工业温度系列产品。这些产品采用 LC 光口，兼容 IEEE802.3by, SFF-8472 等标准，具有功耗低、体积小、速率高、宽温度范围等优势特性。

太辰光

深圳太辰光通信股份有限公司于 2000 年成立。2016 年 12 月公司在深圳证券交易所创业板上市。公司主营业务为各种光通信器件及其集成功能模块的研发、制造和销售，产品主要销往海外。

天孚通信

苏州天孚光通信股份有限公司 2005 年成立，2015 年登陆中国创业板。公司在陶瓷、塑料、金属、玻璃等基础材料领域积累沉淀了多项全球领先的制造工艺，形成了波分复用耦合、FAU 光纤阵列设计制造、TO-CAN/BOX 封装、并行光学设计制造、微光学光路模拟设计装配、纳米级精密模具设计制造、金属材料微米级制造、陶瓷材料成型烧结多项技术和

创新平台，为客户提供多种垂直整合一站式产品解决方案。

新易盛

成都新易盛通信技术股份有限公司，于 2008 年成立于中国成都，是一家领先的光模块解决方案与服务提供商。公司主营业务是研发、生产和销售多种类的高性能光模块和光器件，产品可广泛应用于数据中心、电信网络（FTTx、LTE 和传输）、安全监控以及智能电网等 ICT 行业。

铭普光磁

东莞铭普光磁股份有限公司于 2008 年 6 月成立，在 2017 年 9 月成功上市。公司一直致力于关键电子元器件、模组和设备的研发，公司主营业务及产品主要有磁性元器件、光通信部件、新能源供电系统、消费电源、塑胶成型及五金冲压件产品。

3.5.3 光纤/光缆

长飞光纤

长飞光纤光缆股份有限公司于 1988 年 5 月成立，公司位于武汉光谷，全球领先的光纤预制棒、光纤、光缆及综合解决方案提供商，主营业务包括生产和销售通信行业广泛采用的各种标准规格的光纤预制棒、光纤、光缆，基于客户需求的各类特种光纤、光缆，以及射频同轴电缆、配件等产品，公司拥有完备的集成系统、工程设计服务与解决方案。

亨通光电

亨通光电于 2003 年 8 月在上海证券交易所上市，公司致力于打造全球领先的通信产业全价值链综合服务商。公司可以提供新一代绿色光棒、光纤、全系列光缆、光网产品，边缘数据中心、光器件、光纤传感技术等产品及系统解决方案。

中天科技

中天科技集团有限公司成立于 1992 年，从云、管、端多维度为网络建设提供线缆、组件、器件、天馈线等基础设施服务。公司主营业务及产品包括各种预制棒、光纤、光缆，ODN、天线及射频电缆类、有源终端、光收发器、数据中心、高性能原材料等产品以及工程咨询、设计、施工及集成服务。

IV 核心网

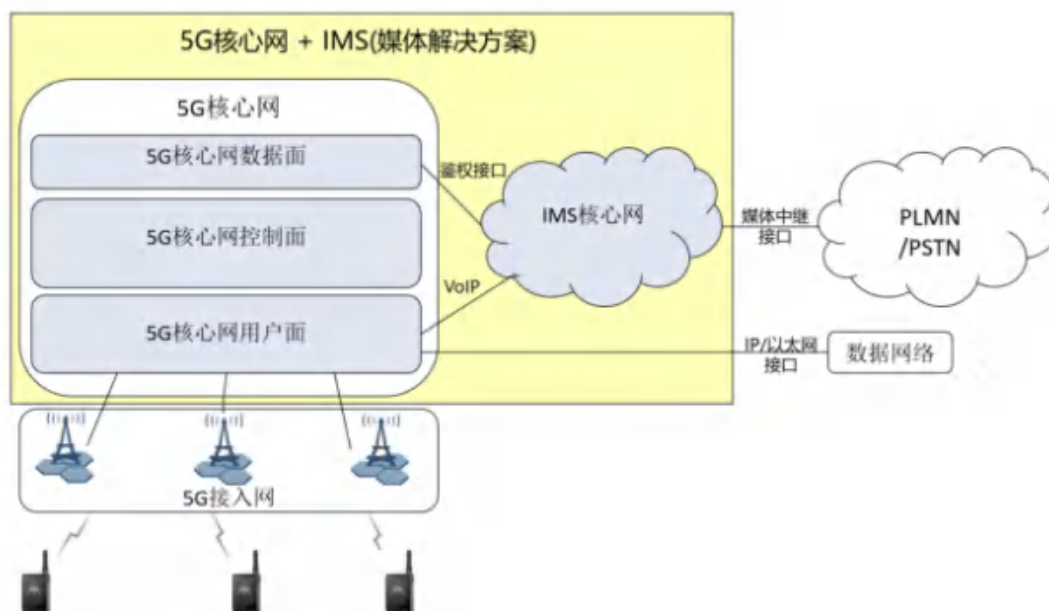
4.1 概述

在移动网络中，核心网（Core Network）主要包括交换机/路由器及其他具有某些功能实体的网元，通常安装在电信运营商的机房中，主要负责对业务的处理和分发，为电信运营商数据的管理中枢。由于核心网属于通信运营设备中具备较高技术壁垒的环节，行业市场主要被华为、中兴通讯、爱立信、诺基亚、亚信科技等海内外企业占据。

核心网是通信网络的“管理中枢”，负责将接入网与其他网络连接在一起，并管理、分发网络中的数据。核心网产品系列相对较多，从最早 2G 的移动交换中心（只有语音和短信业务）到 4G 后期运营商通过建设 IMS 来部署 VoLTE 网络，使得用户端进行语音通话时不再需要回落到 2G/3G 网络，等待时间降低，用户体验得到大幅提升。

核心网络系统一般包括数据域业务和语音媒体业务两部分，其中，数据域业务由数据核心网（2G/3G/4G/5G）提供，实现用户数据从基站到数据网络的接入和转发服务；语音媒体业务建立在数据域业务基础之上，由IMS核心网提供用户的媒体呼叫接续服务。5G核心网络系统示例架构如下图所示：

图表 37 5G 核心网络系统示例架构



来源：震有科技招股说明书

5G 核心网属于数据流转的枢纽，负责处理分发数据。作为以 IDC（数据中心）为基础设施的，云原生的网络，5G 核心网主要采用 SBA（Service Based Architecture）架构，是基于云的通信服务架构。通过将核心网模块化、软件化，5G 能更好地适配低时延、大带宽、

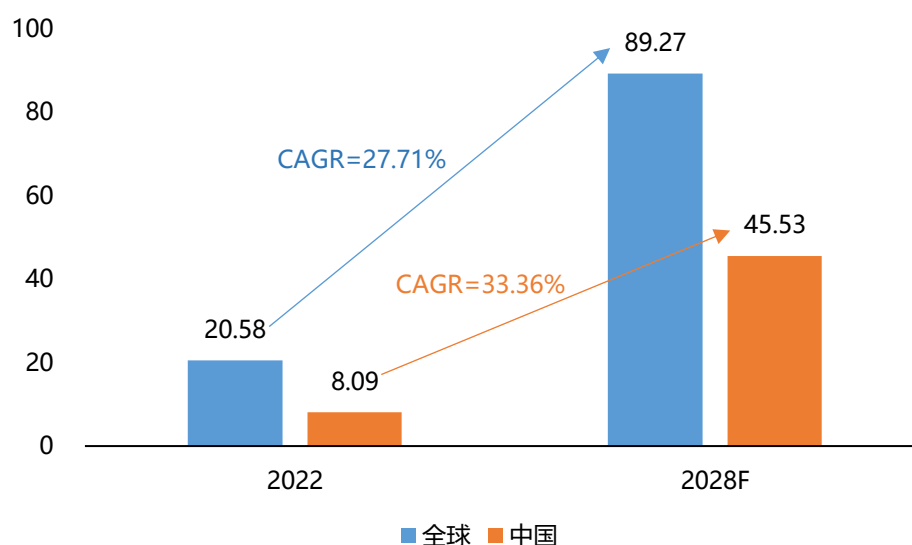
广链接三大应用场景的需求。

5G 核心网的关键技术主要包括 SDN（Software Defined Network，即软件定义网络）、NFV（Network Function Virtualization，即网络功能虚拟化）和网络切片，从功能角度上讲，NFV 将传统硬件功能软件化，SDN 将硬件本身进行分离管理。5G 核心网通过切片来实现网络功能模块化，从而匹配各应用场景的使用需求。

5G 核心网云化有利于 5G 生态的扩展和网络应用的多样化，加速 5G 应用创新和运营服务交付，更敏捷、更弹性地满足新时代多样化应用需求。当前，核心网云化趋势日益明显。2021 年多家运营商和电信设备商和云服务商合作，探索 5G 核心网云化。2023 年，核心网云化建设加速推进，以中国移动为例，其开展了 2023-2024 年全国新建云化 4/5G 融合核心网、云化 IMS 核心网、虚拟化平台的竞争性谈判，采购总预算 72.26 亿元（不含税）；中国移动副总裁李慧镒为网络建设未来三年发展划重点，明确指出，在核心网领域，中国移动将以全融合全云化为目标，持续推动云化转型，促进网络简洁高效，将云化融合功能和容量比例提升至 2025 年的双 100%，并计划在 2024 年起网络云新增服务器实现 100% 的自主可控。

随着 5G-A 时代即将到来，运营商将以软件为中心，加快构建一个虚拟化的、全云化的网络，满足高可靠低时延通信和大规模机器连接等新业务需求。这些新的应用场景，将为核心网市场带来更大机遇。根据 QY Research 数据，2022 年全球 5G 核心网市场规模为 20.58 亿美元，预计到 2028 年这一规模将增至 89.27 亿美元，2022-2028 年间 CAGR 达到 27.71%；中国市场 2022 年的规模为 8.09 亿美元，预计将于 2028 年成为全球 5G 核心网的第一大市场，市场规模达到 45.53 亿美元，2022-2028 年国内 5G 核心网市场 CAGR 将高达 33.36%。

图表 38 2022-2028 年全球及中国核心网市场规模（亿美元）



来源：QY Research，智次方研究院整理

另外，根据组网模式的不同，5G 组网模式可划分为 SA 和 NSA 两种。

SA 是 Standalone 的缩写，是一种 5G 组网模式，意为“独立组网”即一个核心网配一种基站。可以理解为从核心网到基站均使用 5G 技术，低延时体验更佳。

NSA 是 5G 组网模式之一，也叫做“非独立组网”。NSA 是一对多的组网模式，即一个核心网带两种基站。5G 组网安置在 4G 基础设施中，基站侧 4G 基站和 5G 基站共存。可以理解为保持 4G 核心网不变，通过将基站变更为 5G 基站来实现 5G 网络。

在时延方面，NSA 模式下，5G 和 4G 核心网互通，架构更为复杂，导致时延高；SA 模式架构较为简单，因而时延会更低。在速率方面，SA 模式下行速率略高于 NSA 模式，上行方面 SA 模式优势则更加明显，无论上下行速率均为 SA 模式更快。

5G 的愿景是万物互联，因此在 4G 的基础上重新定义了两个场景：海量机器互联和低延时通信。海量互联需要超大带宽，低时延能够带来远程控制，这二者都依赖于 SA 组网的发展，未来 SA 将会在无人驾驶、智慧安防，智慧医疗等领域发挥重要作用。总的而言，基于两种组网模式自身的特点，SA 模式将是未来 5G 发展的主流。

Counterpoint 于 2023 年 9 月最新发布的 5G SA 跟踪报告中指出，截至 2023H1，全球已有 47 家运营商在商业上部署了 5G SA 并进行了更多的测试和试验，较 2022 年底增加了 5 家。目前，5G SA 大多数都部署在发达经济体，预期下一波新增部署有望更多发生在新兴经济体。这将持续推动 5G NSA 向 SA 过渡。

图表 39 2023H1 各地区商用部署 5G SA 网络情况



来源：Counterpoint

4.2 SDN

软件定义网络简称 SDN，是由美国斯坦福大学 Clean-Slate 课题调研组提出的一种新型网络创新架构，是网络虚拟化的一种实现方式。它主要指将传统网络重新定义设计，通过软件进行硬件的集中式管理。SDN 主要是利用核心技术 OpenFlow，将数据转发与网络控制进行分离，将网络管理权利由控制层面负责，通过控制层面的软件平台对底层的硬件进行

控制与编程，实现网络资源根据业务进行灵活调配。SDN 的核心技术主要表现在网络能力开放化（网络可编程，网络功能服务化发展）和控制逻辑集中化（数据转发与控制分离，网络控制集中化管理）。

作为一种新的网络技术与架构，SDN 正成为通信行业改变现有僵化的网络体系架构、适应产业发展的关键技术之一。SDN 的分层解耦，接口标准化以及接口开放，打开了原本封闭的通信设备市场，为更多厂商进入网络设备领域创造了条件。SDN 促进了 IT 技术与 CT 技术的融合，拉近了业务与网络应用的关系，在激发业务创新的同时，建立了更加丰富的产业生态。同时，SDN 分层解耦还打破了原有设备供应商与系统集成商的垄断，使网络运营商有更高的自由度与器件供应商合作研发，与设备供应商达成更深层次的战略合作。总的而言，SDN 软件定义网络，促进了通信行业在技术、产业、业态、模式等方面的新一轮变革，也持续推动电信运营商的软件化转型。

图表 40 SDN 在新技术、新产业、新业态、新模式等方面的发展情况

领域	发展情况
新技术方面	与传统网络设备在设备端进行网络配置的传统网络架构不同，SDN 技术通过解耦网络控制器及数据转发功能实现网络控制面与转发面的分离，同时将网络管理、网络策略和网络优化能力应用化、软件化，提供开放的北向接口使得网络能力可编程。
新产业方面	随着近年来云计算、大数据等新兴信息技术业务应用的规模落地，新业务应用对网络的需求越来越高，灵活性、易扩展和简单易用成为运营商未来网络必须具备的基本能力，用户按需自助开通质量可保证的虚拟网络将成为未来网络的关键。因此，SDN 和 NFV 技术的出现让 SDN 迅速成为运营商关注的重点。电信运营商一方面可借助 SDN 降低网络部署成本，提高供应商选择和管理的灵活性，另一方面也可利用 SDN 加快业务开发速度，提升业务提供的灵活度和个性化程度，从而创造出新的盈利机会。
新业态方面	软件定义通信通过对传统网络进行升级、重构，为运营商带来业态上质的变化。与传统软硬件封闭一体的架构相比，软件定义通信技术推动硬件和软件解耦，从而细化和拉长产业链环节，形成新的产业生态。在这种新的产业生态体系下，产业重心将由硬件向软件调整。随着软件定义通信重构运营商网络，设备和解决方案的部署和应用场景化不断丰富，运营商针对不同场景，例如数据中心、IPTV 业务等场景，对于网络架构需要有针对性的解决方案，软件定义通信使得运营商实现“业务应用必须适应网络基础架构”向“网络基础架构快速适应新业务”的转变，从而可以针对不同的应用场景特点开发满足其需求的解决方案。
新模式方面	SDN 在电信运营商中可以适用于数据中心，SDN 弹性企业网络，SDN 承载网，SDN 弹性接入网，SDN 弹性移动云网络等五类场景。SDN 将与 NFV 一起改变运营商的设备形态和网络建设运维的方式，简化网络能力，开放网络能力，支持新的商业模式。

来源：观研天下

自 2012 年 SDN 商用元年以来，SDN 完成了从小规模实验网络向商用网络部署的重大跨越，全球对 SDN 技术的应用探索不断推进，呈现加速发展态势。2015 年始，云计算进入高速发展阶段，云计算市场规模呈现爆发式增长。而作为云计算的重要网络架构，SDN 应用场景不断增多。数据中心、电信运营企业等积极采用 SDN 优化网络服务，提升用户体验。

2016 年以来，中国三大电信运营商中国电信、中国移动和中国联通相继公布 SDN 战略规划，同时积极公布 SDN 招标项目，通过采用 SDN 技术产品，简化网络部署，增强网络灵活性与协调性，提升网络资源利用效率，这进一步推动了 SDN 行业发展。

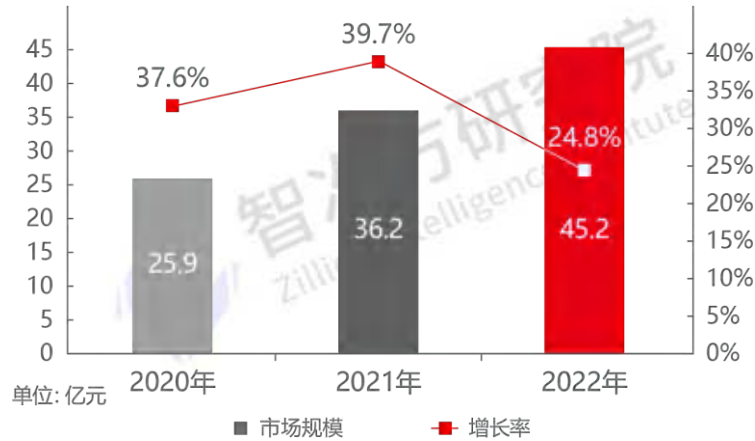
图表 41 中国三大电信运营商 SDN 战略布局概览

电信运营商	主要 SDN 网络战略布局内容
中国电信	2016-2019 年引入 SDN、NFV 实现网络可视化、实施统一的全网自动化配置；
	2020-2025 年实现网络云化，通过 SDN 与 NFV 实现可编程、按需调用
中国移动	至 2020 年通过 SDN 实现灵活调度，构成新型网络
中国联通	2016 年进行 SDN 试点验证；
	2017-2018 年 SDN 产品孵化与部署；
	2019-2020 年拓展多领域 SDN 应用

来源：观研天下

近年来，我国 SDN 市场规模呈现快速增长态势。尤其随着 5G 商业化的落地，有望在未来使市场规模保持高增速。根据计世资讯数据，2022 年中国 SDN（包括控制器、相关软件解决方案与服务等）市场规模为 45.2 亿元，同比增长 24.8%。

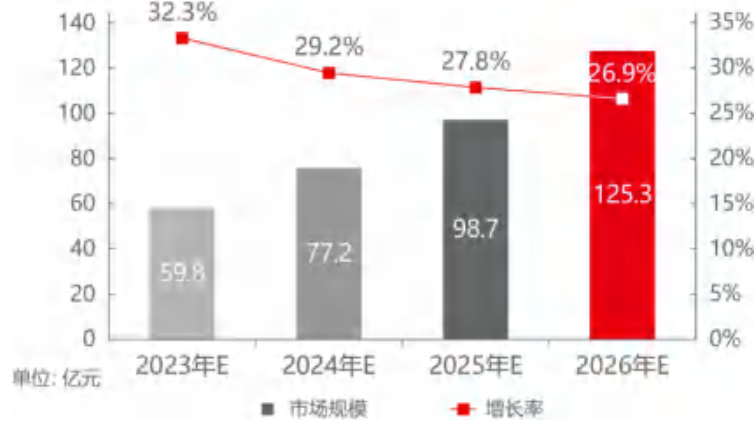
图表 42 2020-2022 年中国 SDN 市场规模及增速



来源：计世资讯

随着 2023 年经济全面复苏，中国 SDN 市场规模将再次提速。预计 2023 年中国 SDN 市场规模增速为 32.3%，市场规模达 59.8 亿元，至 2026 年，市场规模将达到 125.3 亿元左右。

图表 43 2023-2026 年中国 SDN 市场规模及增速



来源：计世资讯

4.3 NFV

网络功能虚拟化（Network Functions Virtualization, NFV）是一种关于网络架构的概念。平时使用的 x86 服务器由硬件厂商生产，在安装了不同的操作系统以及软件后实现了各种各样的功能。但传统的网络设备并没有采用这种模式，路由器、交换机、防火墙、负载均衡等设备均有自己独立的硬件和软件系统。NFV 借鉴了 x86 服务器的架构，它主要指将网络节点实体设备软件化，通过通用的 X86 服务器和网络虚拟化技术将传统网络硬件设备软件化处理，替代传统网络节点价格较高的通信设备（路由器、负载均衡器、防火墙），并将其虚拟化。NFV 支持业务按需部署，使 5G 网络可以按照客户的需求进行自适应的定制，根据不同网络状态进行自适应的调整。

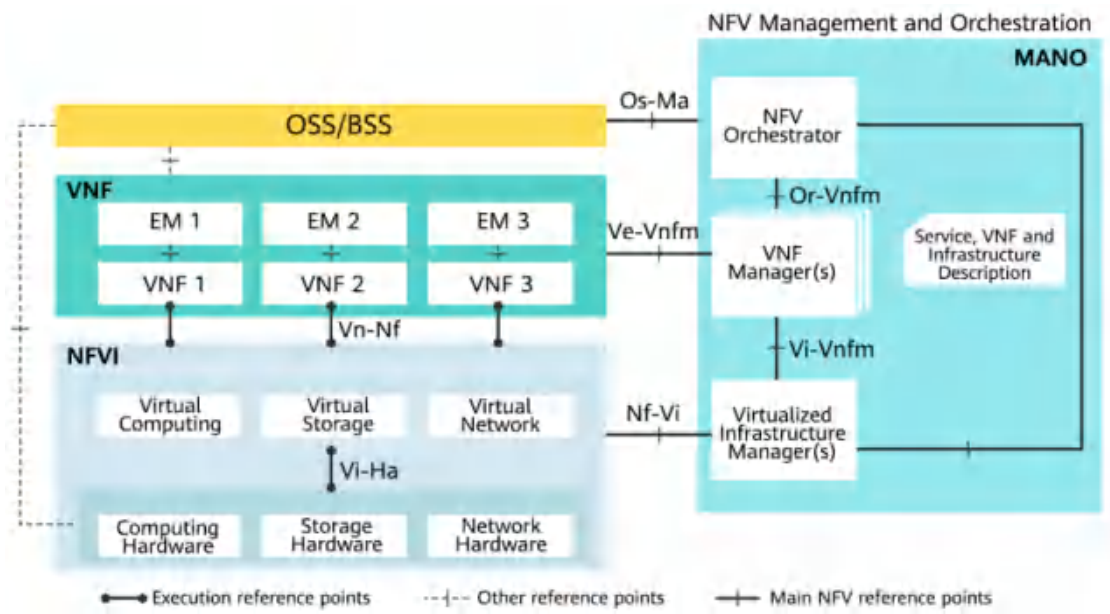
NFV 架构是欧洲电信标准协会（ETSI）提出的用于定义 NFV 实施标准的一种标准架构。NFV 的理念是将标准化的网络功能应用于统一制式的硬件上。不同于传统物理设备中软件与硬件强绑定的关系，在 NFV 架构中，实现各种网络功能的标准化软件必须能够应用在同一台硬件设备上。这就要求 NFV 需要有一个统一的标准。NFV 架构由基础网络功能虚拟化架构、虚拟网络功能功能、管理自动化及网络编排三个部分组成：

一是基础网络虚拟化架构（Network Functions Virtualization Infrastructure, NFVI）。NFVI 就好比各手机厂商推出的手机系统，它给硬件设备赋予基本的组件，支持网络应用所需要的软件或者容器管理平台。

二是虚拟网络功能（Virtual Network Functions, VNF）。VNF 是实现网络功能（转发服务、IP 配置等）的软件应用，就好比手机上的 APP。在 NFV 架构中，各种 VNF 在 NFVI 的基础上实现。由于 NFVI 是标准化的架构，使得不同的 VNF 获得了通用性，不再依赖于原来的黑盒设备。

三是管理自动化及网络编排（Management and orchestration, MANO）。MANO 是用于管理各 VNF 以及 NFVI 的统一框架，方便运维人员进行业务编排与设备管理。

图表 44 NFV 标准架构



来源：华为

- OSS/BSS：服务提供商的管理功能，不属于 NFV 框架内的功能组件，但 MANO 和网元需要提供对 OSS/BSS 的接口支持。
- VNF：Virtual Network Functions，指虚拟机及部署在虚拟机上的业务网元、网络功能软件等。
- NFVI：NFV Infrastructure，NFV 基础设施，包括所需的硬件及软件。为 VNF 提供运行环境。
 - Hardware：硬件层，包括提供计算、网络、存储资源能力的硬件设备。
 - Virtualization Layer：虚拟化层，主要完成对硬件资源的抽象，形成虚拟资源，如虚拟计算资源、虚拟存储资源、虚拟网络资源。NFV 标准架构定义的主要功能模块。
- MANO：Management and Orchestration，NFV 的管理和编排。包括 VIM，VNFM 及 NFVO，提供对 VNF 和 NFVI 资源的统一管理和编排功能。
 - VIM：Virtualized Infrastructure Managers，NFVI 管理模块，主要功能包括：资源的发现、虚拟资源的管理分配、故障处理等。
 - VNFM：VNF Managers，VNF 管理模块，主要对 VNF 的生命周期（实例化、配置、关闭等）进行控制。
 - NFVO：NFV Orchestrator，实现对整个 NFV 基础架构、软件资源、网络服务的编排和管理。

相较于传统物理网元，NFV 具有以下特点：

图表 45 NFV 与传统物理网元的区别

	NFV	传统网络设备
采用通用硬件	NFV采用标准的X86服务器、通用存储和交换网络设备	专用设备，通用性差
软硬件解耦	软硬件解耦，软件功能模块化，不依赖专用硬件	软硬件紧耦合，网元设备软件功能依赖特定硬件
开放性	通用的硬件平台和标准化接口，有利于多方合作构建开放的生态系统	传统网元设备是专用的，封闭程度高，很难引入第三方合作伙伴
网络弹性	采用通用硬件和资源虚拟化技术，可以根据业务需求动态调整软硬件部署	专用设备，无法采用虚拟化技术实现资源共享和弹性伸缩
升级便利性	用于采用通用硬件，设备更新主要是软件更新，更新周期短	升级需要软硬件同时开发，设备更新和部署时间长
自动化运维	硬件资源虚拟化，运维更加自动化、智能化	预先规划，通过命令行或者网管系统手动或者半手动配置，网元的更新替换流程复杂
与业务关联	NFV网络的部署由业务驱动，实现统一编排和部署	相对独立，业务需求向网络传递慢，网络响应周期长

来源：华为

也因此，NFV 适用于各种网络解决方案，目前使用较多的包括 SD-WAN、网络切片、移动边缘计算等。由于 NFV 将软件功能与硬件设备进行了解耦，随着标准化架构的完善，NFV 带来了诸多优势：

一是适应灵活的业务（Flexible services）。在服务器上运行不同的 VNF，当网络需求变更时，根据需求变更和移动 VNF 即可，加快了网络功能交付和应用的速度。在测试新的网络功能时，无需建立专门的实验环境，只需请求新的虚拟机来处理该请求，当服务停用时释放该虚拟机即可，为网络功能测试提供了更便捷的方法。

二是成本更低（Less Spending）。使用 NFV 后，网络通信实体将变为虚拟化的网络功能，这使得单一硬件服务器上可以同时运行多种网络功能，从而减少了物理设备的数量，实现了资源整合，降低了物理空间、功耗等带来的成本。但由于从传统设备切换为 NFV 在初期的投入较大，短期内的投资回报比并不比传统的物理网元具有足够的优势。

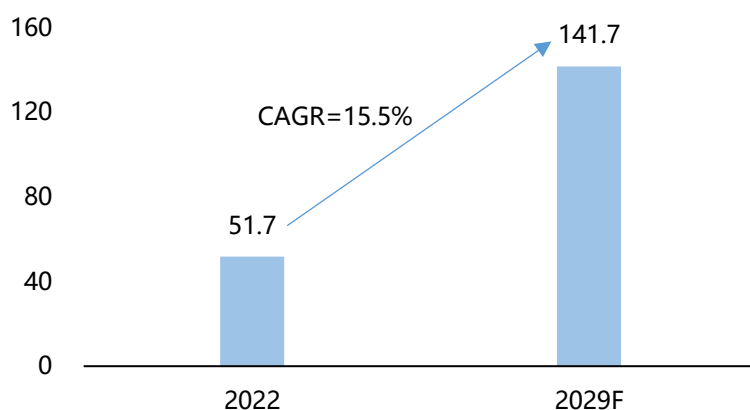
三是实现更高的资源利用率（Greater Resource Efficiency）。当网络需求发生变化时，无需更换硬件设备，避免了复杂的物理变更，通过软件重组快速更新基础网络架构，避免由业务变更带来的设备冗余和搬迁需求。

四是避免供应商锁定（Avoid Vendor Lock-in）。在统一制式的硬件上部署不同的网络功能，避免了某种功能被特定的供应商锁定，降低了网络设备维护带来的服务费用。

基于传统网络，NFV 结合 SDN 与 AI 技术，将促进业务与技术的深度融合，通过软件定义进一步释放网络的潜在价值，构建一个更加敏捷、人性化、业务导向的 IT 新生态。目前，NFV 技术已率先在互联网、金融、政府、高校、园区、城域网、广域网等领域广泛落地应用，特别是在移动网络的核心网中，采用 NFV 化进行部署已经成为行业主流选择。根据 QY Research 数据，2022 年，全球 CSP¹ NFV 管理和编排解决方案市场规模为 51.7 亿美元，预计 2029 年将达到 141.7 亿美元，2022-2029 年 CAGR 为 15.5%。

¹ CSP，即电信运营商和通信服务提供商。

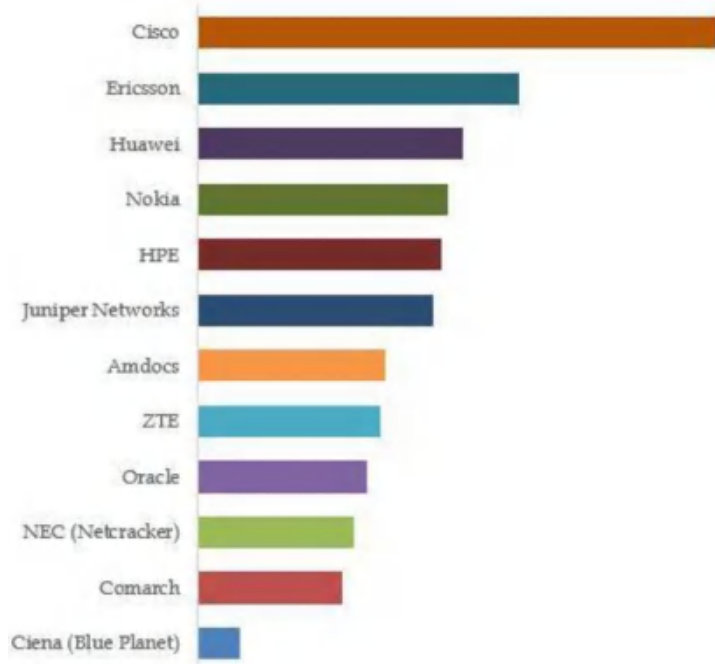
图表 46 2022-2029 年全球 CSP NFV 管理和编排解决方案市场规模（亿美元）



来源：QY Research，智次方研究院整理

全球范围内 CSP NFV 管理和编排解决方案生产商主要包括思科、爱立信、华为、诺基亚、HPE、Juniper Networks、Amdocs、中兴通讯、甲骨文、NEC（Netcracker）等。2021 年，全球前五大厂商占有大约 28.0% 的市场份额。

图表 47 2021 年全球 CSP NFV 管理和编排解决方案商排名及市占率



来源：QY Research

4.4 网络切片

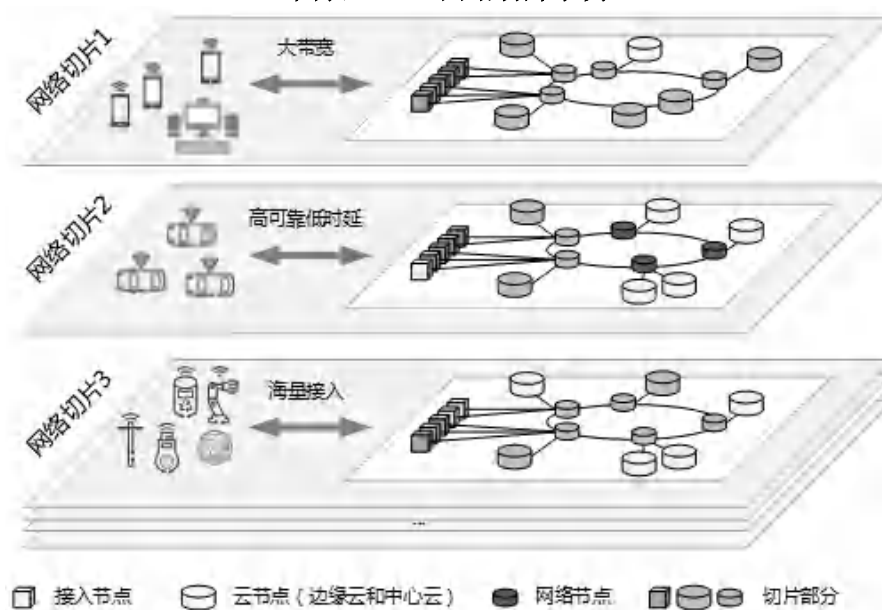
网络切片是一种新型网络架构，在同一个共享的网络基础设施上提供多个逻辑网络，每个逻辑网络服务于特定的业务类型或者行业用户。每个网络切片都可以灵活定义自己的逻辑拓扑、SLA 需求、可靠性和安全等级，以满足不同业务、行业或用户的差异化需求。

随着 5G 和云时代多样化新业务的涌现，不同的行业、业务或用户对网络提出了各种各样的服务质量要求。例如，对于移动通信、智能家居、环境监测、智能农业和智能抄表等

业务，需要网络支持海量设备连接和大量小报文频发；网络直播、视频回传和移动医疗等业务对传输速率提出了更高的要求；车联网、智能电网和工业控制等业务则要求毫秒级的时延和接近 100% 的可靠性。因此，5G 网络应具有海量接入、确定性时延、极高可靠性等能力，需要构建灵活、动态的网络，以满足用户和垂直行业多样化业务需求。

面对以上需求，网络切片技术应运而生，通过网络切片，运营商能够在一个通用的物理网络之上构建多个专用的、虚拟化的、互相隔离的逻辑网络，来满足不同客户对网络能力的差异化要求。

图表 48 5G 网络切片示例



来源：华为

5G 端到端网络切片包括无线接入网络切片、移动核心网络切片和 IP 承载网络切片。其中无线接入网和移动核心网的网络切片架构和技术规范由 3GPP 进行定义，IP 承载网络切片的架构和技术规范主要由 IETF、BBF、IEEE、ITU-T 等标准组织定义。

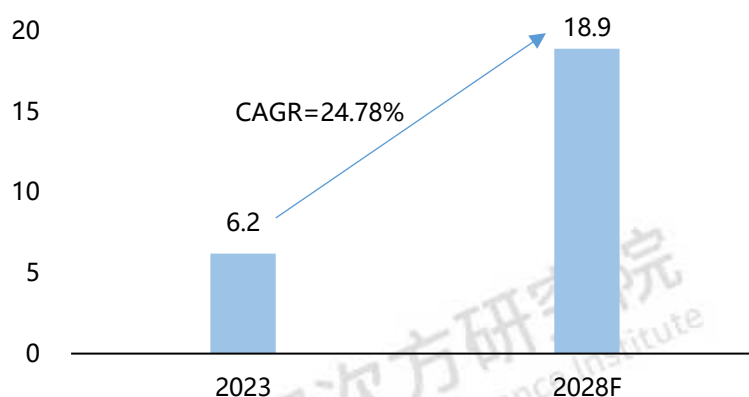
网络切片技术是 5G 区别于 4G 的关键技术之一，通过切片技术，将整个网络变成多个专网，为业务提供可编排、可隔离的网络，在提高网速、承载更多应用与海量连接的同时，也大大降低了运营商不同业务类型的建网成本。此外，切片技术提供可高度定制化的网络功能，通过切片 ID 标识，为不同用户提供相应的切片权限。网络切片是移动网络运营商进一步扩大潜在市场的重要机遇。利用网络切片技术，移动网络运营商可在同一基础设施中创建并管理多个不同的虚拟网络，并可根据业务需求，高度灵活地单独配置每个切片，以支持特定客户应用对不同服务水平的要求。这不但可以降低建设多张专网的成本，还将促进运营商转变当前提供简单网络连接解决方案的业务模式，为客户提供更加先进的增值服务，如私有网络、网络运营托管以及定制化隐私与安全解决方案等，从而提升运营商的网络价值和变现能力。此外，移动网络运营商还可以选择向第三方开发商开放自身的独立组网平台（类似于云服务提供商的做法），从而推动潜在创新应用的开发，助力各行各业的数

数字化转型。

切片技术目前主要应用于医疗保健、政务应用、物流、能源、制造和多媒体等多个领域，如厦门远海码头 5G 智慧港口业务的成功上线多依赖于切片技术，智能搬运机器人 AGV、智能理货等 5G 应用时延保持在 8ms 左右，测试业务无丢包，时延较传统方案降低 96%。预计切片技术未来还将广泛应用于车联网等其他新兴领域。

综合 Mordor Intelligence、GII 等机构数据，2023 年，全球网络切片市场规模预计为 6.2 亿美元，预计至 2028 年将增至 18.9 亿美元，2023-2028 年 CAGR 高达 24.78%。GSMA 预计，网络切片与其它推动因素和功能相结合，将帮助运营商在 2025 年之前抓住价值高达 3000 亿美元的收入机会。

图表 49 2023-2029 年全球网络切片市场规模（亿美元）



来源：Mordor Intelligence、GII，智次方研究院整理

全球网络切片市场领导者包括爱立信、华为、思科等龙头企业。在我国，现阶段拥有网络切片核心技术与建设能力的企业主要分为 3 个梯队，第一梯队为华为，第二梯队公司包括亚信科技、紫光股份、光环新网，第三梯队公司有网宿科技等，尚处于缓慢发展阶段。

4.5 企业介绍

4.5.1 SDN

新华三

新华三在 2021 年的领航者峰会上提出“云智原生”战略，通过赋予企业和组织与生俱来的云与智能的架构和能力，加速释放数据价值，推动企业向“数字原生组织”演进，进而加速整个社会的转型升级。同时，新华三发布 AD-NET 6.0。这是一套基于统一数字底盘的管控析融合系统，对之前的架构进行了较大规模升级，完全基于容器化和微服务架构进行了重构，将网络中的三大角色：管理、控制和分析集成在不同的容器中，并承载在统一数字底盘之上，实现数据之间互通、交互，进而满足了网络的快速加载、快速部署需求，从而降低了用户网络建设和运维门槛，提升了用户体验。

AD-NET 6.0 具备六大关键能力，统一底盘实现云智原生；全域融合保障业务协同；应

用洞察提供全栈透视；网随意动推进智能驾驭；复合孪生赋能保障优化；自主构建支撑敏捷体验。可以说，作为新华三智能联接战略的核心中枢和基石，AD-NET 6.0 的六大关键能力将很好地顺应智能、融合、极简、可信、超宽的智能联接五大要素。

2022 年，AD-NET 6.0+发布，以全光园区、云简网络 Cloudnet、行业 5GtoB、智能无损、算力网络、确定性网络、IPv6+、主动安全、SDP 零信任网络等 9 大创新解决方案，实现了应用驱动园区网（AD-Campus）、数据中心（AD-DC）和广域网（AD-WAN）三大场景解决方案的全面升级。

此外，为了应对敏捷交付及云原生、微服务技术带来的挑战，新华三还强调一方面网络需要具备弹性能力，贴近上层应用，与上层业务技术拉通、统一部署，满足自由组合装配、弹性伸缩、高可用性以及开放扩展等技术要求，实现多云多场景环境下，云上、云下协同支撑，保证应用灵活扩展要求。另一方面，强调全要素 AI 植入，自动发现网络元素的关联关系，并感应上层业务意图，实现网络的优化调整和故障的自愈，以保证业务的连续性。

华为

华为在 2013 年 10 月发布了业界首款电信级敏捷 SDN 控制器 SNC，运营商可以凭借 SNC 相对快速地部署 SDN 网络，从而具备加快业务创新的网络基础，同时网络投资也可以得到节省。华为敏捷 SNC 控制器采用先进的弹性分布式架构、功能模块多实例并支撑管控能力无限扩展，实现一套控制器架构支持端到端 SDN 应用场景。该控制器使用了很多当前已经非常成熟的技术，避免了过多新技术引入可能带来的可靠性方面的风险。华为创新研发的多维路径算法以及丰富的南向控制接口使得 SNC 可以集中整合优化网络资源，有效简化网络运维并提升网络运营效率。

此外，2021 年 1 月 20 日，国际权威独立测试机构欧洲高级网络测试中心（EANTC）发布了 2020 年 NETCONF/YANG SDN 异厂商互通测试报告，华为、思科和 Nokia 参加了本次测试，华为 NCE 控制器通过了与异厂商路由器互通测试的 10 个用例。

为应对全以太化网络的挑战，华为在 2021 年还推出了超融合数据中心网络 CloudFabric 3.0 方案，核心部件包括 CloudEngine 数据中心交换机与 iMaster NCE 网络智能管控系统。基于三层融合架构，CloudFabric 3.0 可最大化保障数据的流通和处理效率，充分释放数据中心算力，这三层架构包括：

一是全无损以太架构：三张网统一为 0 丢包以太网架构，实现流量承载融合，打破异构协议限制；

二是全生命周期自动管理：实现网络管控析融合，打破多工具多平台管理数据割裂的限制；

三是全场景服务化能力：实现多业务场景融合，打破跨区域跨场景算力割裂的限制。

中兴通讯

作为业界最早投入 SDN 研发的厂商之一，中兴通讯在 SDN 领域有深厚技术积累和广泛实践。以中兴通讯 CloudStudio 解决方案为例，面向的是未来的自动化、智能化和开放式运营维护网络，在多个层面采用 NFV 技术进行了设计：开发了基于开源 Jenkins 工作流技术的工业领先的自动化 O&M 架构；使用 DevOps 方法促进敏捷开发采用丰富的内置 AI 算法，如 Apriori, FP-growth 和 PrefixSpan，持续自动地优化网络模型和策略设计。在 SD-WAN 方面，Elastic SD-WAN 解决方案旨在为运营商构建敏捷高效、高性能、低成本、符合企业未来发展趋势的新一代 IT 基础设施。企业站点开通周期由原先的月级别缩短至天，业务部署实现分钟级发放、秒级弹缩；通过智能业务调度实现带宽利用率提升 3 倍；自动化运维实现运维成本降低 50%-60%。

在 2021 可信云大会上，中兴通讯 5G 电信云 SDN 网络解决方案荣获可信云技术最佳实践奖。中兴通讯 5G 电信云 SDN 网络解决方案，是面向 5G 云网融合的云基础设施解决方案，覆盖中心云、边缘云场景。该方案采用 SDN 组网技术，以及面向 5G 的 NFV 技术，为运营商提供端到端的解决方案；组网方案支持混合 Overlay、网络 Overlay 以及主机 Overlay，支持裸金属服务器、KVM 服务器、SR-IOV 以及容器等多种类型负载，满足 5G 业务各类场景接入需求，保障组网灵活；从设备级、网络级、SDN 级等方面提供高可靠性，优异的产品性能和过硬的产品质量，为运营商提供电信级网络保障。

安超云

安超云软件有限公司专注于为客户提供云软件服务，为政企客户提供高性能、高可用、高效率及易于安装维护的 IT 基础设施平台，提供一站式 VMware 全替代解决方案，助力企业加速和推动政企上云和数字化转型进程。

安超云软件定义网络（ArSDN）为云级网络的网络虚拟化方案，通过图形化界面、多样的流量调度策略、丰富的网络安全生态，将云端网络化繁为简，满足政府和企业用户异构云网络纳管和安全防护需求，实现私有云网络的灵活控制和管理。

ArSDN 能够实现不同基础架构的集群解耦：即选用 ArSDN 的用户无需考虑搭配何种路由器、交换机，即可选用多种类型的虚拟化集群，甚至容器和裸金属集群，并将统一的 L2/L3 网络覆盖于上述的基础架构之上。因此，ArSDN 可在避免被厂家绑定，极大地降低用户的硬件拥有成本的同时，为用户提供高性能和安全可靠的云网络方案。

4.5.2 NFV

烽火通信

烽火通信科技股份有限公司于 1999 年成立，是信息通信网络产品与解决方案提供商。烽火通信是我国光通信设备的主要供应商，覆盖 5G 承载网通信设备、网络安全设备、有线接入网设备等产品，开始向云和芯片等角度发展，拓展全球市场。在 NFV 领域，烽火通信形成了以 FitNet S6550 等为核心的 SDN/NFV 产品及云网一体化等多种 SDN/NFV 整体解决

方案。

上海贝尔

上海贝尔以 CloudBand NFV 云平台产品为主线，协同 Nuage VSP 虚拟网络业务产品，配合 Motive Dynamic Operations 产品，支持端到端的网络业务切片的分配与管理，支持多种 5G 业务，实现无线网络资源的虚拟化，提供完整开放的 NFV 运营蓝图架构，支持自动部署优化构建任意规模网络下虚拟化网络功能，实现网络服务的高效、可靠、动态、精益运营方案。公司在 NFV 领域的解决方案包括：

CloudBand：NFV 基础架构平台方案，通过提供运营商 PaaS 能力，提供虚拟网络功能自动部署、弹性伸缩和自愈功能，满足运营商业需要。

NuageVSP（虚拟网络业务平台）：支持网络自动化和抽象的 SDN 技术，提供完整的多租户云网络服务解决方案。

Motive Dynamic Operations 方案：增强 NFV 功能的 OSS/BSS 产品，实现零接触的业务流程编排、操作和管理，实现标准的端到端的服务流程和服务等级管理信息。

面向 NFV 的网络功能方案：涵盖接入、网络、应用等多组方案，如 vIMS、vEPC、vMG、vRAN、vPPCRF/DRA、vBNG 等。

典型应用场景包括连续广域覆盖、超密集高容量热点组网、低功耗大连接 IoT 应用、低时延高可靠应用等。

中兴软创

中兴软创立足于电信行业，基于在软件技术上的领先优势，结合 SDN/NFV 等技术趋势，开发基于云平台、虚拟化的运营支撑解决方案。

易讯通

易讯通结合 SDN/NFV 等技术趋势，开发基于云平台、虚拟化的运营支撑解决方案，打造自主知识产权的 EASTED 云计算虚拟化平台。

4.5.3 网络切片

华为

华为 2022 年 7 月在中国移动“SPN2.0 赋能百业，切片专线构建数智未来”发布会上，携手中国移动及产业伙伴，重磅发布 SPN2.0 技术白皮书，隆重推出 SPN 切片专线产品。华为首次提出“SUPER 融合切片网络”理念，宣布“超融合切片网络”时代的到来。该理念是基于 ICT 业界丰富的经验积累和行业需求调研总结提炼而来，依托 SPN 构筑优势网络能力和行业价值，着眼于服务行业数字化转型，致力于满足行业“超融合”的连接需求，为行业数字化转型和算力输送打造全新体验，携手业界共筑数智新未来。SUPER 融合切片网络的内涵主要包括五个方面：Sense——多重感知、Ubiquitous——泛在接入、Performance——确定性能、Elastic——弹性敏捷、Reliable——安全可靠。

亚信科技

亚信科技创立于 1993 年，依托产品、服务、运营和集成能力，为电信运营商及其它大型企业客户提供业务转型及数字化的软件产品及相关服务，致力于成为大型企业数字化转型的使能者。AISWare 5G-Slicing Mgmt 是亚信科技全力打造的切片端到端管理产品，旨在应对网络切片实施过程中众多的风险与挑战，为运营商提供从切片订购、开通、编排到计费、运维等全生命周期环节的支撑能力。作为切片技术体系的大脑和指挥棒，能够帮助运营商快速的实现技术变现，抢占先机。



V 5G 专网解决方案

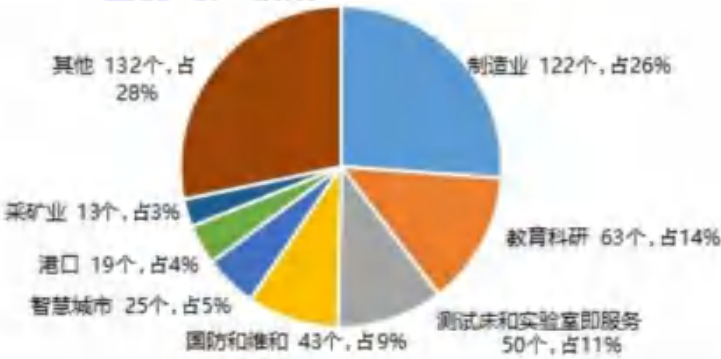
5.1 产业发展态势

5G 专网解决方案是指使用 5G 技术创建的，具有统一连接性、优化服务和特定区域内安全通信特点的专用网络。5G 专网对于需要获取网络控制权的企业，是一种优先选择。在应急通信、港口、工厂、矿山等对信息安全性、高可靠性、低时延及抗干扰性有较高要求的特殊区域，公网不论从传输质量还是网络安全、私密性上来说，都不能完全满足客户的定制化需求。

5G 专网需求侧发展情况

诸多场景对 5G 专网的特殊能力均有较高需求，5G 专网正快速被市场接受，已成为面向企业用户提供服务的核心基础设施。2018 年以来采用 5G 技术的专网数量不断增长。根据 GSA 数据，截至 2022 年底，全球 5G 专网数量达到 467 个，2022 年新增 5G 专网 181 个，占新增专网数量的 56%。制造、采矿、港口、物流、医疗保健、公用事业等多个领域的企业已开始部署 5G 专网应用。尽管数量增长较快，但 5G 专网目前仍处于广泛探索的阶段，在众多案例中，测试床和实验室即服务类（Device Testing&Lab as a service）案例占到 11%，为测试、验证和加速 5G 专网设备、技术成熟提供试验基础设施。制造业是最活跃的专网应用行业，应用案例占比达 26%（122 个），其中离散制造业应用案例达到 96 个。

图表 50 全球 5G 专网应用行业分布



来源：GSA、中国信通院、通信世界

目前，各国产业界均在积极申请 5G 专网频率许可，主体多样化特征明显，涵盖电信运营商等行业企业、IT 服务提供商/集成商、科研机构、大学、政府机构等，其充分发挥各自在 CT、IT、OT 领域的优势，探索专网服务模式和应用创新。

我国的 5G 专网发展主要以虚拟专网为主。截至 2023 年 12 月，我国为行业建设的 5G 行业虚拟专网已达 2.6 万个，2023 年新增 5G 行业虚拟专网 5000 个以上。初步构建起服务行业“一张底网”，已覆盖工业、港口、能源、医疗等多个领域，初步实现了与行业原有设施的融合，为行业构建了稳定、可靠、安全的新型信息化基础设施。

5G 专网供应侧发展情况

5G 专网建设和运维需要深厚的专业技术背景，在这种情况下，终端用户中少数有能力的大型行业企业用户自行建设和运维 5G 专网，绝大多数行业企业用户采用托管方式，由专网提供商进行专网规划、部署和运维。在 5G 专网发展初期，移动运营商凭借网络部署和运营经验，以及和设备商的议价能力，在一定程度上主导专网市场，全球主要国家的移动运营商均推出了面向行业用户的 5G 专网解决方案，针对不同规模的企业灵活定制；设备商的专业能力受到行业企业的信任，其一体化解决方案吸引了大量的用户。随着技术和市场发展，5G 专网的发展前景吸引了各类市场主体进入，系统集成商、云提供商、有线电视公司、新兴设备商等纷纷进入到 5G 专网市场，推出 5G 专网解决方案和产品，从需求确定、供应商及设备选择、申请许可证、部署到运维，提供全流程服务支持。新兴 5G 设备供应商也在逐渐增多，全球为 5G 专网提供设备的厂商已经超过 50 家，5G 专网生态逐渐形成。

在我国，5G 虚拟专网网络的运营模式主要以运营商搭建部署，企业方支付使用费用的模式为主，也有无线通信解决方案提供商提供 5G 专网一体化解决方案等其它模式。三大运营商的 5G 专网业务根据不同客户的需求，采取不同的服务模式。三家运营商分别推出三种 5G 专网服务模式，中国移动 5G 专网有优享模式、专享模式、尊享模式；中国电信 5G 专网服务模式有致远模式、比邻模式、如翼模式；中国联通有 5G 虚拟专网、5G 混合专网、5G 独立专网产品。运营商之外的 5G 专网方案服务商主要包括亚信科技、新华三、京信通信等，相关企业主要基于自身的软硬件产品及技术优势打造 5G 专网解决方案。

全球 5G 专网政策情况

为满足行业用户对 5G 网络技术、建设、管理等方面的个性化需求，一些国家和地区制定了与 5G 专网相关的频谱政策。截至 2023 年 5 月，全球已有 32 个国家和地区出台或计划出台本地 5G 频谱政策（其中 17 个国家和地区已开放申请许可）。在行业呼吁和政策引导下，欧洲是出台专用频谱政策国家最多的区域，占比达到 63%，德国、英国在 2019 年率先开放专用频率的许可，法国则将中频和高频段专网试验频谱分配给需求企业。亚太地区的日本、韩国也快速跟进。美洲地区，美国 3.5GHz CBRS 频段共享频谱之前已用于 4G 专网，2020 年拓展至 5G；巴西于 2022 年中批准 3.7-3.8GHz 专网频段低功率地面站的技术要求，11 月发放了第一份 5G 专网许可。从具体频段来看，56.3% 的国家和地区采取中频段（FR1，<6GHz）、高频段（FR2，毫米波）相结合的方式提供专网频谱，总体而言中频段频谱略多于高频段。

我国高度重视 5G 专网的发展，出台了多项政策支持 5G 专网建设。2020 年 3 月，工信部印发的《关于推动 5G 加快发展的通知》，提出“开展 5G 行业专用频率规划研究，适时实施技术试验频率许可”。

高度重视 5G 专网的发展，出台了多项政策支持 5G 专网建设。2020 年 3 月，工信部印发的《关于推动 5G 加快发展的通知》，提出“开展 5G 行业专用频率规划研究，适时实施技

术试验频率许可”。

图表 51 近年我国 5G 专网建设相关政策

时间	部门	政策	主要内容
2021 年 7 月	工信部等	《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》	建成超过 3000 个 5G 行业虚拟专网。
2021 年 1 月	工信部	《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023 年）》	探索 5G 专网建设及运营模式，规划 5G 工业互联网专用频率，开展工业 5G 专网试点。
2020 年 3 月	工信部办公厅	《关于推动 5G 加快发展的通知》	调整 700MHz 频段频率使用规划，加快实施 700MHz 频段 5G 频率使用许可；适时发布部分 5G 毫米波频段频率使用规划，开展 5G 行业（含工业互联网）专用频率规划研究，适时实施技术试验频率许可。
2020 年 3 月	发改委、工信部	《关于组织实施 2020 年新型基础设施建设工程（宽带网络和 5G 领域）的通知》	建设包括医院内部网络、远程医疗专网；面向“互联网+”协同制造的 5G 虚拟企业专网建设。在企业或园区内，部署服务于虚拟企业专网的 5G 基站不少于 10 个，边缘计算（MEC）不少于 2 个。
2020 年 3 月	工信部办公厅	《关于推动工业互联网加快发展的通知》	改造升级工业互联网内外网络，鼓励工业企业升级改造工业互联网内外网，打造 10 个标杆网络。

来源：赛立信、C114

主要国家 5G 专网进展

1.德国

（1）5G 专网推动政策

随着德国工业 4.0 的发展，5G 作为工业互联网的关键网络技术受到多个大型工业企业的关注。2019 年德国汽车、机械设备制造及电工器材等工业协会要求德国主管部门联邦网络管理局（BNetzA）规划 5G 专网频谱用于建设企业专网。BNetzA 认为随着 5G 技术发展，未来将出现一些新的商业模式，引发在局部区域自建无线网络的需求。基于以上需求，BNetzA 在拍卖 5G 频率前即预留了本地 5G 网络频谱，并分阶段开放中频段（3.7—3.8GHz）和毫米波频段 5G 专网许可申请。截至 2023 年 3 月，德国监管机构已发放 304 份中频段频谱许可、17 份高频段频谱许可，持证者中 IT 服务/咨询/系统集成商、科研院所、工业企业居多，工业企业中的汽车制造商尤为活跃，德国大型车企都申请了本地 5G 许可证。2022 年 9 月至 2023 年 5 月，新增专网频谱申请者中 IT 系统集成商明显增多，占比近三成。

此外，德国联邦经济事务部发布了针对中小企业的 5G 园区网络指南（涵盖建立和运行 5G 园区网络的程序、应用领域以及商业运营模式），联邦运输和数字基础设施部资助欧洲 5G 工业园区项目，加速 5G 技术向中小企业推广普及。2022 年德国启动了为期 3 年的 5G 园区网络项目，面向工业、医疗和物流行业实现园区网络模块化组件和工具包，并与法国合作资助 5G 专网项目，打造开放接口的 5G 专网技术和应用生态系统。

（2）5G 专网产业进展

经过 4 年的推进，德国 5G 专网市场已形成移动运营商、系统集成商、传统设备供应商“三足鼎立”的态势。移动运营商利用公网频谱资源，可以提供多种方式的组网服务；设备供应商通过完备的核心网、无线接入设备及基于云的管理平台，为终端用户提供一站式服

务；系统集成商则优先使用中小型核心网和基站设备，为制造商产品推出“交钥匙”方案，降低专网部署难度和成本。

图表 52 德国市场 5G 专网提供商专网解决方案

名称	服务内容	服务和计费方式	合作设备商
德国电信 (运营商)	一体化解决方案，包括规划、设计、实施、管理等	基于终端数	爱立信 EP5G
Becon (系统集成商)	设备交付、规划、设计/构建/集成、培训和运营支持	设备免费+月服务费，基于网络规模	核心网 ORAN
Siticom (系统集成商)	设计、采购、建设、多供应商集成、运营	5G in BOX，按月付费	核心网 ORAN

来源：中国信通院、通信世界

一些大型工业企业选择与设备商合作的方式自行建设 5G 专网，利用专网特定频率，实现与运营商网络物理隔离。如博世位于雷特林根的半导体工厂的 5G 专网由博世自己建设和运营，博世位于斯图加特的工厂 5G 专网则由博世和设备商共同建设运营，工业机器人制造商库卡在奥斯堡的生产中心由设备商支持建设 5G 专网。从应用情况看，德国大型工业企业积极开发 5G 新产品。西门子、博世、施耐德、奔驰等工业巨头已经开展了 AGV、工业机械的远程访问、装配线产品实时定位等多类应用，应用场景逐渐从外围向核心深入，渗透到研发设计、生产制造、仓储物流等各个环节。

2.日本

(1) 5G 专网推动政策

以物联网为代表的无线通信需求日趋多样化，在部分行业应用场景中，大多数业务集中在局部区域。考虑到移动通信运营商的全国 5G 服务无法满足局部区域内碎片化、个性化的行业应用需求，日本总务省（MIC）引入基于 5G 技术的本地网络，相关实体可以在铁路、工厂、机场、医院、港口、农业、建筑、物流等领域灵活部署使用本地 5G 系统。从 2019 年底 MIC 开始正式接受 5G 专网服务频谱牌照（local 5G）申请，允许地方政府和企业建设自己的网络。截至 2022 年 11 月，日本共有 126 家机构获得 149 张许可证，其中中频段 108 张，高频段 31 张，申请主体包括制造企业、有线电视公司、政府机构、教育科研机构、系统集成商、设备商等。截至 2023 年 3 月，MIC 已批准中频段本地 5G 无线电台牌照数量为 1072 个，毫米波牌照数量 134 个。

日本政府通过项目遴选、资助的方式，支持开发可复制的本地 5G 应用示范模型，以降低其他地区使用成本，加速 5G 在各行各业的落地应用。2020—2022 年，MIC 遴选出 70 余

项专网应用示范，为解决人口减少和高龄化等社会问题，MIC 主导的示范项目重点支持农业、林业、工厂、发电站、交通等领域，包括紧急医疗、灾害预防、农用机械远程控制、远程医疗、工厂机器视觉、自动驾驶等场景应用。

（2）5G 专网产业进展

从供给侧来看，日本本土设备厂商众多，可自主研发本土 5G 设备，并以低价供应日本市场；从需求侧来看，为解决人力短缺问题、提高生产力，日本企业特别是制造业企业大都在进行生产自动化和数字化转型。

5G 专网的推广普及面临部署和运营成本高、技术难度大等问题，日本多家系统集成商和本土设备商进入到 5G 专网市场，推出一体化本地 5G 解决方案，创新运营服务模式，打开中小企业市场。如 NEC、富士通、三菱等设备供应商提供从规划到设计、部署的端到端服务，对接入网和核心网设备进行轻量级打包和低成本促销，推出购买设备或订购服务的方式，降低专网建设和运维成本；爱媛 CATV、秋田 CATV 等多家有线电视公司合作，统一采购本地 5G 设备，降低单价，并建设共享 5G 核心网，推出订阅式本地 5G 服务。

日本政府着力推动、产业界积极响应，营造了一个相对活跃的日本 5G 专网产业，但整体来看，日本 5G 专网仍处于广泛探索阶段，投入商用有限，据总务省统计，截至 2023 年 1 月底，日本用于本地 5G 网络的基站仅 565 个。

3. 韩国

（1）5G 专网推动政策

韩国将 5G 专网视为推动“5G+产业生态系统”发展的利器，一方面可以带动设备、零部件等产业支撑的创新发展，另一方面也可以激活各种 5G 融合服务。在促进 3 家运营商基于公网的 5G 企业专网应用的同时，韩国大力推动使用专网频谱的 5G 专网应用发展，于 2021 年 10 月发布了 5G 专网频率分配公告，截至 2023 年 3 月，已向 10 余个申请者发放了专网频率许可，申请者在多个场所利用专网频谱建网并开展应用，已建基站 307 个，其中 84 个用于试验验证。

（2）5G 专网产业进展

韩国使用专网频谱的 5G 专网应用尚处于试点示范中，为推动融合应用发展，从 2022 年 6 月开始韩国政府相继启动了 11 个示范项目，项目承担者既有自建自用的企业，也有电信业务经营者。5G 设备和解决方案供应商多数为三星电子和本土系统集成商，爱立信和诺基亚也获得一些份额。除推动应用示范外，韩国还在大力推动专网设备的研发生产，2023 年 2 月，韩国第一款毫米波 5G 专网终端设备通过电波认证，截至目前共有 35 个 5G 专网终端设备（模块、调制解调器）获得认证，大多数为韩国本地企业产品。

图表 53 韩国 5G 专网示范项目

建设主体	应用场所	专网频率	应用场景	设备商
韩国电力公司	变电站	4.7GHz	四足行走机器人的无人检修，数字孪生实现变电站实时状态诊断，故障分析、寿命预测等	三星电子
韩国海军	机场	4.7GHz	跑道安全管理，鸟类探测，火灾探测，禁入者限制等	诺基亚
韩国水利	水厂	4.7GHz	利用 XR 和数字孪生实现智能净水厂运营和管理	三星电子
韩国水电和核电有限公司	核电站	4.7GHz	现有有线网络的备份，发生灾难事故时切换到移动网，通过针对核电站现场情况优化的高清视频和人工智能分析，利用 VR 报告现场情况	HFR 等
韩国航空航天工业公司 (KAI)	庆南工厂	4.7GHz	航空制造过程的数字化，包括下一代战斗机 (KF-21) 制造、设计和测试数据无纸化环境建设	-
SK 网络	庆南机器人乐园基金会 (釜山)；韩国国家育	4.7GHz	釜山：智能物流仓储服务；釜山：配送和生产远程监控	-
	品 集 群 (釜山)			
Nable 通信	梨花女子大学医院	4.7GHz	非面对面协作、AR 手术指导	三星电子
KT MOS North	首尔国立釜庆大学医院	4.7GHz, 28GHz	自动驾驶、无人转运机器人、三维 (3D) 手术模拟实验	诺基亚
KT MOS North	三星首尔医疗中心	4.7GHz, 28GHz	基于 AR 的 3D 远程教育	三星电子
世宗电信	TLB (韩国工业综合体公司)	4.7GHz	事故预防服务	-
Newgens	乐天世界 (首尔)	4.7GHz, 28GHz	沉浸式体验	爱立信

来源：中国信通院、通信世界

4.美国

（1）5G 专网推动政策

美国 FCC 于 2015 年通过了民用宽带无线服务（CBRS）3550—3700MHz 频段共享商业使用的规则，希望通过引入小型蜂窝和频谱共享技术来提升该频段使用率，并创建了一个三层访问和授权框架，以适应该频段海军雷达和商业用户等共享使用。2020 年 8 月完成优先接入（PAL）牌照拍卖，228 个申请者获得 20625 个 PAL 牌照。获得 PAL 许可证的主体类型除电信运营商、有线电视运营商、系统集成商外，行业企业用户众多，覆盖石油天然气、电力、制造、医疗、教育等行业。

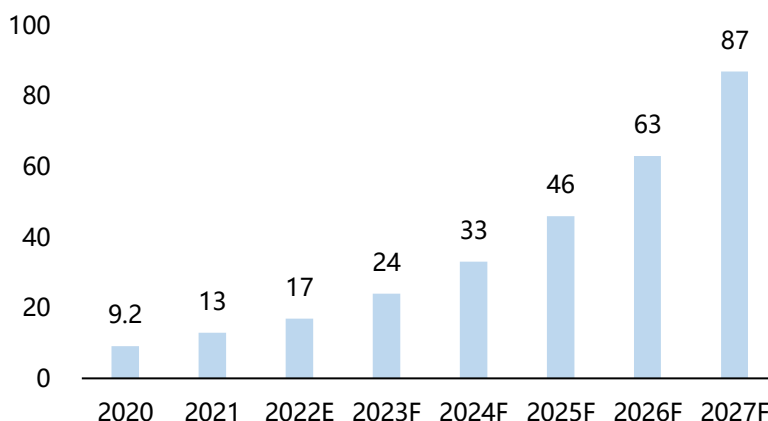
（2）5G 专网产业进展

从产业发展来看，美国大多数行业企业用户利用共享频段部署的专用移动网络都是基于 4G，5G 专网多处于测试阶段，一旦 5G 专网生态系统成熟，这些网络可以升级到 5G。Verizon、AT&T 等移动通信运营商利用 CBRS 频谱向制造、金融等领域企业提供专网服务。如 AT&T 与微软合作，基于微软 Aure 云结合其 5G MEC 解决方案，为福特电动汽车生产基地部署 5G 专网，利用 AR 改善检测等工作效率、提高机器人等自动化设备的安全性等。美国云巨头企业不仅与本国运营商合作提供专网服务，也推出了一揽子解决方案，基于云提供核心网功能和应用服务，在企业内安装 MEC，处理核心网部分功能（用户数据处理等）和无线接入网功能。云巨头的 5G 专网服务借助云基础设施，可以迅速在全球扩大市场，2023 年 3 月，AWS 发布最新 5G 专网解决方案，与德国电信、KDDI、Orange 等国际运营商合作，基于运营商频谱、利用云基础设施和 5G 网络运营管理工具，可快速、经济地提供灵活的专用 5G 网络，目标市场从本土中小企业用户转向全球大型园区、工业企业、港口和智慧城市等。

5G 专网市场前景

根据华经产业研究院数据，2022 年全球 5G 专网市场规模为 17 亿美元，预计 2027 年将达到 87 亿美元，CAGR 为 38.6%。

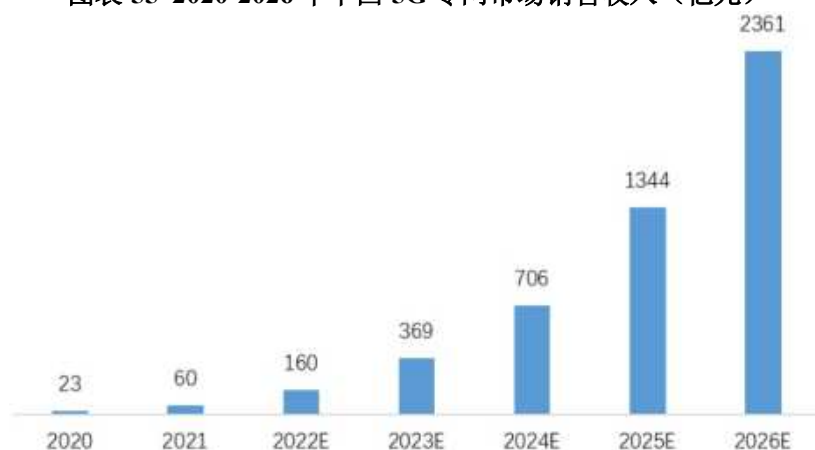
图表 54 2020-2027 年全球 5G 专网市场规模（亿美元）



来源：华经产业研究院，智次方研究院整理

在我国，政府大力推动企业向数字化转型，5G 专网在中国市场有着较大的发展潜力，发展趋势十分迅猛。直到 2021 年，5G 专网市场总收益为 60 亿元，仅占中国物联网市场约 0.2%，市场份额占比低。随着各行业数字化转型加快，中国 5G 专网市场将会快速增长，预计于 2026 年总收益将达到 2361 亿元，2021-2026 年的复合年增长率将达到 108.2%。

图表 55 2020-2026 年中国 5G 专网市场销售收入（亿元）



来源：沙利文、中商产业研究院、赛立信

5.2 企业介绍

亚信科技

（1）企业介绍

亚信科技始于 1993 年，是领先的软件产品、解决方案和服务提供商，领先的数智化全栈能力提供商。公司致力于将 5G、AI、大数据等数智技术赋能至百行千业，依托咨询规划、产品研发、实施交付、系统集成、智慧决策、数据运营和客户服务等数智化核心能力，打造客户服务闭环，为通信、政务、能源、交通、广电、邮政等行业客户提供端到端的全链路数智化转型服务。

（2）典型案例

AISWare AgileNet（亚信科技 5G 专网产品体系），是一套包含 5G 基站、5G 核心网、5G 边缘计算平台、专网智连产品和 5G 专网运营平台的软硬一体化产品集；基于该产品集，亚信科技面向垂直行业提供 5G 专网多场景解决方案，并面向行业客户提供 5G 专网规划、设计、建设、运营、运维、集成等端到端的全栈服务。亚信 5G 专网产品已通过工信部 5G 核心网全套网元和 5G 基站主流频段入网认证，在中国能源、矿山、化工、制造等行业成功规模化商用。其中在能源领域尤为领先，项目覆盖核电、火电、风电和光伏电厂等。

图表 56 案例项目架构图



来源：亚信科技

亚信科技自主研发的 5G 专网产品具备全栈能力，在行业生产运营环节可提供高安全、高可靠、大带宽、低时延的通信能力。其中，全云原生技术打造的核心网可针对行业需求进行定制，形成一整套性能稳定、部署便捷、行业能力丰富的专网 5G 核心网。

同时，亚信科技的 5G 扩展型皮基站、一体化基站，可支持国内主流授权频段，满足室外广覆盖和室内精准覆盖的需求。

而且，专网智连产品通过专网智连交换机，可便捷的实现专网一键互连，快速开局。依靠专网智连网关产品，可通过 SD-WAN 技术将企业的多分支安全互连，跨区域组网。

(3) 应用效果

中国核电集团基于与亚信的合作，建成我国能源行业规模最大的 5G 专网，在海南核电、福清核电、田湾核电、秦山核电以及漳州核电 5 个大型核电基地，通过 5 套 5G 专网核心网、600 多台 BBU 以及 1 万多台 5G RRU 组成 5 张独立专网，实现了全部 23 台发电机组的生产区与厂前区 5G 专网覆盖。

亚信将自主研发的 5G 专网技术应用于核电生产场景，于中国、于全球的核电数字化建设，均为首创，代表了中国探索核电基地数字化发展的新高度，凸显了中国核电高质量发展的新担当。

此外，该方案同时还在 100 多个风电场以及多个火力发电站和光伏电站大规模商用。帮助厂区生产、运营管理真正实现数字化和智慧化，显著提升了能源行业客户的生产经营效率。

新华三

5G 物联专网解决方案是新华三集团面向行业客户推出的 5G 行业专网与物联网融合解决方案。结合当前行业客户现网多种网络并存、无法统一管理且现有网络无法满足大带宽、高可靠低延时业务需求的现状，新华三在自身数字化室分 5G 行业专网产品基础上拓展物联网接入能力，帮助行业客户构建 5G 物联网专网。

整个方案由轻量化 5G 核心网、绿洲物联网平台、数字化室分 5G 小站和物联网扩展单元组成。5G 数字化室分前传产品拓展短距非授权频谱物联网（如 UWB、蓝牙、RFID 定位等）组网架构，工程实施时通过一套布线可以解决“5G+物联网”覆盖需求，大大降低工程实施和后续维护的工作量。轻量化核心网支持容器化和云化部署，可降低网络成本、实现业务敏捷高效，并满足愈加凸显的核心网与接入网网络云化、以及新型 MEC 的业务需求。

中国移动

2023 年 5 月，中国移动创新推出“5G 极致专网 3.0 Ultra”，以“极优场景、极简运营、极佳网络、极专运维、极强保障”为内核，直击客户需求，重磅推出四款场景化专网产品，5G 专网获权威认证。

同时，中国移动全新升级 OneCyber 5G 专网运营平台，面向行业客户提供简单快捷的“管卡、管设备、管网络”集中运营能力、场景化数字孪生能力，助力客户一屏统管，加速融入企业生产。

此外，中国移动还在福建打造了全国首个跨省 5G 专网售后服务中心，以更专业的运维能力服务行业客户。

在网络安全方面，中国移动践行“安全即服务”理念，打造运营商级高水平 5G 专网全栈安全服务体系，将运营商大网安全能力赋能 5G 专网，为行业生产保驾护航，与行业客户共筑安全屏障。

中国联通

提出“虚拟专网、混合专网、独立专网”3 种 5G 专网部署产品，重点结合边缘计算实现网边协同。2021 年 12 月，中国联通发布了“5G 行业专网产品体系 2.0 暨 5G 专网 PLUS”，专网 PLUS 具有网络定制化、云边协同化、终端智能化、运营集约化、安全体系化和服务一体化的特点。联通面向行业细分应用场景，进行网络方案基线化、网络配置模板化，增强了行业定制网络切片能力、多级算力调度能力和网端协同能力，支持 5G 专网规模化交付。截至 2023 年初，中国联通已打造 500 多个 5G“灯塔”项目、2000 多个 5G 行业虚拟专网项目、1 万多个 5G 规模应用的行业项目。

图表 57 中国联通 5G 专网模式及特点

模式	5G 虚拟专网产品	5G 混合专网产品	5G 独立专网产品
5G 网络	基于中国联通 5G 公网资源，利用端到端 QoS 或切片技术构建	以 5G 数据分流技术为基础	利用 5G 组网、切片和边缘计算等技术，采用专有无线设备和核心网一体化设备
特征	服务范围广、可靠安全、高灵活性、低成本、建设周期短	超低时延、上下行带宽增强，多载波聚合、灵活自服务、数据不出园区、覆盖优化	覆盖无死角、数据不出园，生产不中断，上下行带宽增强、超低时延、灵活自服务

来源：C114、赛立信

中国电信

推出 5G 专网致远模式、比邻模式、如翼模式，实现网随云动、云网一体。细分用户场景化的需求，形成了“五库一图”的解决方案知识库，推出“5G 定制网能力魔方”，促进 5G 规模复制和商业闭环。截至 2023 年初，电信已打造了超 3800 个 5G 定制网项目，超 1.3 万个 5G DICT 项目。

图表 58 中国电信 5G 专网模式及特点

模式	致远模式	比邻模式	如翼模式
面向客户	广域优先型行业客户	时延敏感性政企客户	安全敏感性政企客户
服务	业务加速、业务隔离、定制卡号、入云专线、切片专线等	无线资源预留，无线带宽增强、本地业务保障、业务加速、业务隔离、切片专线、定制卡号、入云专线	无线专用，无线资源预留，无线带宽增强，本地业务保障、业务加速、业务隔离、定制卡号、入云专线
特征	广域覆盖、公专协同、业务加速、业务隔离、连接管理、固移协同、运营服务、快速开通	数据不出园、低时延、超高带宽、业务加速、业务隔离、优良覆盖、算力下沉	高隔离、高带宽、深度覆盖、极低时延、数据不出场、算力下沉、高安全、连接管理

来源：C114、赛立信



VI 连接服务

连接服务主要由电信运营商提供。中国的通信运营商主要包括中国电信、中国移动、中国联通及中国广电。5G 连接服务包括基础电信服务、网络配套服务、连接平台、终端及部件等子板块。

6.1 基础电信服务

基础电信服务包括公共网络基础设施提供、公共数据传送以及基本话音通信服务 3 部分内容。通信运营商在 5G 规划、建设及落地应用阶段均扮演着重要角色，是 5G 产业发展的核心支点。运营商既是网络服务主要提供方，也是 5G 网络基础设施主要采购方、大甲方，运营商的资本开支规模决定了 5G 基础设施的投资力度与网络性能的提升。整体来看，国家政策导向、终端用户流量使用增加及通信技术升级带来的商业价值推动运营商进行 5G 大规模投资。

据工信部数据，截至 2022 年底，中国累计建成并开通 5G 基站达 231.2 万座，总量占全球超过 60%，其中 2022 年新增 88.7 万座。2023 年 10 月，中国 5G 基站进一步大幅增至 321.5 万座，较 2022 年底增幅高达 39.1%。5G 网络已覆盖所有地级市城区、县城城区，每万人拥有 5G 基站数超 22.6 个。超 90% 的 5G 基站实现共建共享，5G 网络正加快向集约高效、绿色低碳发展。5G 行业虚拟专网已超 2.6 万个，为行业提供稳定、可靠、安全的网络设施。据前瞻产业研究院预计，5G 宏基站建设步伐先行于 5G 小基站。2023 年是 5G 宏基站建设的高峰期，宏基站新建数量预计可达到 90 万站。首创证券预测，十年国内 5G 宏基站数量约为 4G 基站 1-1.2 倍，合计 500-600 万站。

根据三大运营商披露的数据，截至 2023 年 10 月，中国电信移动用户数为 4.07 亿户，1-10 月累计净增移动用户数 1546 万户，其中 5G 套餐用户数 3.11 亿户，1-10 月累计净增 5G 用户 4336 万户；中国移动累计业务客户总数 9.91 亿户，1-10 月累计净增移动业务客户数 1577.1 万户，其中 5G 套餐客户数 7.59 亿户，1-10 月累计净增 5G 套餐客户数 1.45 亿户；中国联通“大联接”用户累计到达约 9.69 亿户，5G 套餐用户累计到达约 2.52 亿户，物联网终端连接累计到达约 4.74 亿户，5G 行业虚拟专网服务客户数为 7441 个，分别较 2022 年底增加了 1.07 亿户、3921.6 万户、8884.7 万户和 3636 个。

随着 5G 进入应用规模化发展的关键期，5G 对经济社会发展的放大、叠加、倍增作用逐步显现。据中国信通院测算，2022 年，5G 直接带动经济总产出达 1.45 万亿元，直接带动经济增加值约 3929 亿元，分别比 2021 年增长 12%、31%；间接带动总产出约 3.49 万亿元，间接带动经济增加值约 1.27 万亿元。

R-18 预计将在 2023 年底或 2024 年初冻结，5G-A 进入商用冲刺阶段。5G-A 起到承上

启下的作用，增强 5G 基础网络容量和效率的同时，为 6G 发展做好铺垫，不断开拓新领域、新需求、新业务、新技术。与 5G 网络相比，5G-A 网络覆盖不仅能力提升 10 倍，从百亿级迈向千亿级；在“大带宽、广连接、低时延”上更上一个台阶——5G-A 上下行带宽将比 5G 提升 10 倍，峰值速率下行 10Gbps、上行 1Gbps，网络时延从 10 毫秒向 1 毫秒演进。更为可贵的是，5G-A 将引入轻量化（RedCap）、无源物联等技术，不断拓展 5G 能力边界，以进一步深化数智社会转型，促进数字经济提质增效。目前，三大运营商均建立起了 RedCap 规模化试验网，开展新技术、新产品试验，已具备网络成熟商用的条件。

6.2 配套服务

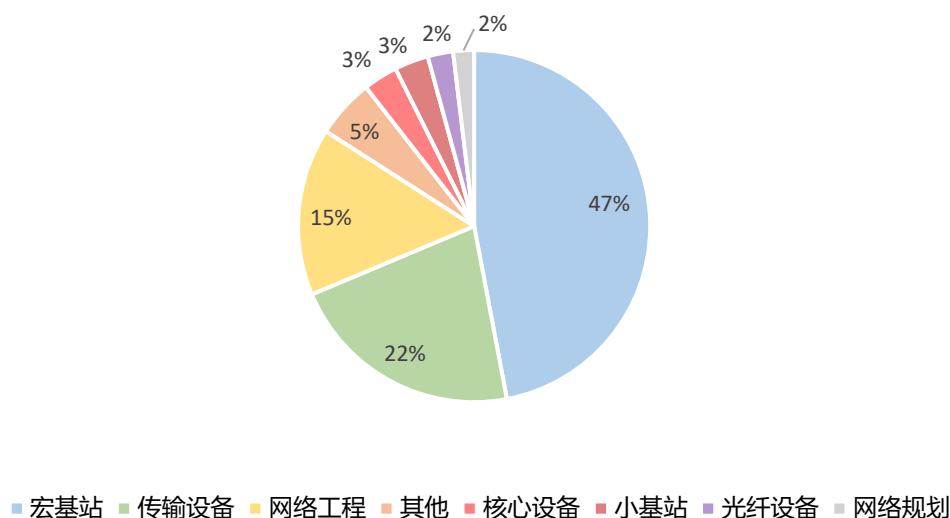
5G 网络配套服务行业包括网络规划设计、网络工程优化及网络运营支持三大块。5G 网络的规划设计、网络工程、网络运营是有机的系统工程。早期电信运营商将各个环节按照不同的板块进行分包，让不同的服务供应商承接。但随着网络的升级换代以及网络本身架构复杂度的提升，早期的分包方式给运营商统筹协调管理带来难度，未来拥有通用技术、全技能的服务商将在市场中扮演更重要角色，并导致产业集中度提高。

6.2.1 网络规划设计

网络规划设计指基于 5G 网络技术特点，根据物理环境及使用频段等进行基站站址选择、无线参数规划及建设方案设计。具体而言，是第三方服务机构为运营商提供规划设计咨询、地理勘察设计等网络建设服务。网络规划设计方面涉及的能力主要包括业务感知及识别、用户体验评估、差距分析、规划模拟仿真等。具体的规划流程包括网络需求分析、网络规模评估、基站站址规划、无线部署参数规划及网络模拟仿真等，其中站址规划需要考虑到具体地点、天线设备挂高倾角及干扰隔离问题。

目前网络规划设计行业和供给能力日益成熟，我国目前网络规划设计企业主要包括 5G 电信运营商设计院、国企/央企设计院、民营企业设计院及中国本地高校控股的设计院。5G 电信运营商设计院在资源方面占据优势，在市场层面占很大市场份额，非运营商通信设计院占比较小。根据中信建投数据，预计 5G 建设周期内，网络规划设计市场规模将达到 230 亿元，超出 4G 周期相应市场规模 70 亿元，约占整体 5G 总投资规模的 2%。

图表 59 5G 周期我国网络建设投资结构预测



来源：中信建投证券，智次方研究院整理

6.2.2 网络工程优化

5G 网络工程优化主要指 5G 网络基础设施配套工程，具体包括接入网、传输网、核心网及通信铁塔配套设施相关工程。其中接入网工程主要包括基站、室分系统及配套设备的选址、安装测试及开通；传输网工程主要包括省城主干网络建设及电源配套设备安装；核心网工程主要包括服务器及配套软件、设备的安装调试和开通等。通信铁塔工程主要包括蓄电池、机房、空调、走线等基础设施的安装、调试等。

根据中信建投数据，预计 5G 建设周期内，网络工程市场规模将达到 1850 亿元，约占整体 5G 总投资规划额的 15%。

通信工程总包资质是网络工程优化市场的门槛。根据市场数据，目前中国具备工程总包资质的企业近四千家，能承接大型项目具备一级资质的企业约三百家，竞争激烈，但行业集中度却较高，例如中国通服凭借资源及技术优势，市场占比较高，属于行业龙头企业。

6.2.3 网络运营支持

网络运营支持主要包括网络维护与运营优化两部分。

在网络维护方面，为保证 5G 网络安全稳定运行，一方面需求第三方通信技术服务商提供基础设施维护服务，具体包括机房配套设备、无线传输设备等；另一方面需求设备商针对交换路由、基站、传输网络等主设备的应急处理及故障排除服务。

在网络优化方面，主要在网络规划设计及网络工程建设之后，由第三方通信技术服务商来主导，通过搜集通信网络相关运行数据，结合运营商具体业务及网络设备的优化需求，进行分析评估，最后通过软件及硬件相关解决方案对现有运行通信网络进行调整及优化。

由于 5G 使用频段相对较高，所以不可避免面临信号衰减问题，相同面积内，5G 基站的部署数量要远大于 4G 基站部署数量，这对网络运营支持提出了更高要求。网络运营支持相关企业主要包括亚信科技、东方国信和东软集团等。

6.3 连接管理平台

连接管理平台（CMP）指基于电信运营商网络的，提供可连接性管理、优化，以及终端管理、维护等方面功能的平台。SIM 卡、运营费用、终端在网状态是影响设备的可连接性的三方面因素。连接管理平台通过对网关连接的监测与管理，可监控、分析、配置和修改 IoT 和 M2M (机器对机器) 部署，保障终端联网通道的稳定，同时可以进行 IoT 资费管理、网络资源用量管理、IP 地址资源管理等。

概括而言，连接管理平台的功能包括：

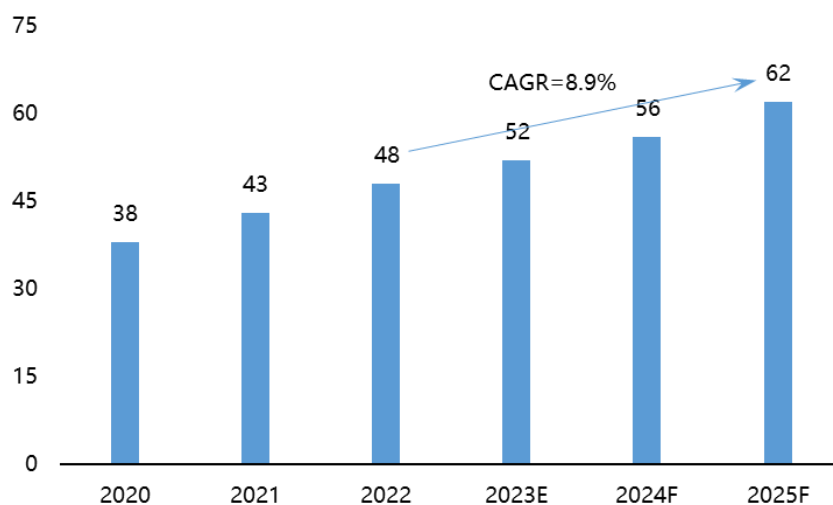
- 应用于运营商网络，连接物联网 SIM 卡
- 实现对物联网的连接配置和故障管理
- 保证终端联网通道稳定、网络资源用量管理高效
- 连接资费管理、账单管理、套餐变更、号码/IP/地址/Mac 资源管理
- 帮助运营商更好地做好物联网 SIM 管理，运营商客户可以自主进行 SIM 卡管控，

自主查看账单

第三方连接管理平台提供商一般通过将平台与移动运营商网络连接，帮助运营商管理物联网，从而参与运营商物联网收入分成。

根据智次方研究院数据，中国连接管理平台市场规模 2022 年为 48 亿元，预计 2023 年将增至 52 亿元，2025 年有望达 62 亿元，2022-2025 年 CAGR 为 8.9%。

图表 60 2020-2025 年中国连接管理平台市场规模（亿元）



来源：智次方研究院

6.4 终端及部件

5G 终端主要包括手机、AR/VR、无人机、终端通信设备、5G 芯片、模组、天线等。我国 5G 产业链发展迅速，设备厂商间竞争不断加剧，其中手机终端设备发展最早，规模最大，占据全球领先地位。

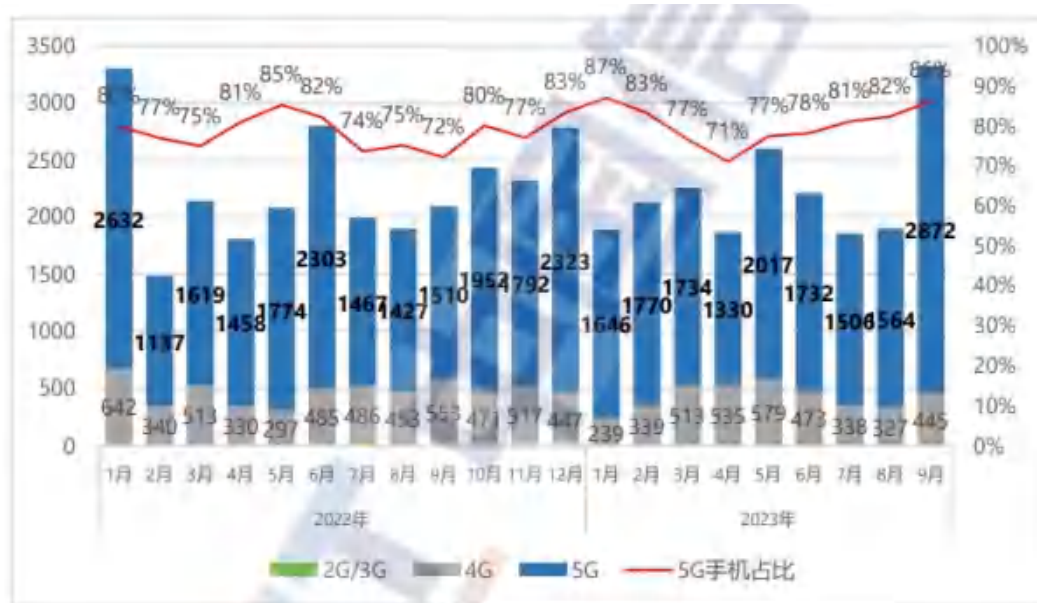
6.4.1 手机

中国是全球最大的智能手机市场之一。在长期的智能手机市场发展过程中，逐步形成了现阶段中国手机市场竞争格局，即以华为、小米、荣耀、OPPO 和 vivo 为代表的国产手机阵营和以苹果、三星为代表的国外手机品牌商阵营。

现阶段中国手机市场竞争情况已经基本进入白热化阶段，智能手机行业内部竞争十分激烈。手机行业上游主要为操作系统、芯片等供应商，总体来看手机行业对上游议价能力较弱。目前我国手机行业下游核心为手机消费用户，手机行业对下游议价能力一般。目前，全球手机均以智能手机为主，而智能手机行业作为高科技行业，伴随着各种专利之争，如苹果、三星等公司均拥有上百项专利，这对于新进入者很难达到。总的来说，手机行业进入成熟期，预计手机销量将维持在一定水平或有所降低，行业潜在进入者威胁有限。

据中国信通院数据，2023 年 1-9 月，中国市场手机出货量累计 2.0 亿部，同比有所回升 2.2%，其中，5G 手机出货量为 1.62 亿部，占同期手机出货量的 80.7%，同比增长 5.5%，5G 手机成为拉动手手机出货量增长的主要动力。其中，受益于 8 月以来，华为、苹果等多家企业发布爆款新机，9 月份国内市场手机出货量 3327.7 万部，同比增长 59%，5G 手机占了 86.3%，5G 手机出货量同比增长 90.1%。

图表 61 2022 年 1 月-2023 年 9 月中国市场手机出货量（万部）及 5G 手机占比

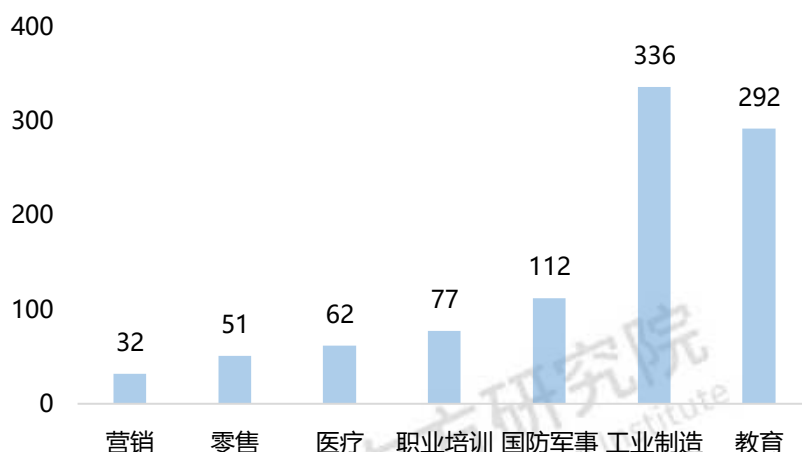


来源：中国信通院

6.4.2 AR/VR

虚拟现实（VR）与增强现实（AR）是 5G 大带宽（eMBB）场景的典型应用。5G 毫秒级别（1ms）的空口时延会为 AR/VR 应用消除眩晕感，提升使用者体验，并且 5G 可以让 AR/VR 实现无线连接，以适应室外场景应用。目前 VR/AR 除了用于游戏娱乐外，还可以广泛应用于教育、工业制造、国防军事、职业培训、医疗、零售、营销等领域。艾媒咨询预测，除游戏领域外，AR/VR 应用有望率先在工业制造及教育领域取得突破，至 2025 年，中国 AR/VR 在这 2 个领域的市场规模预计将分别达到 336 亿元与 292 亿元。

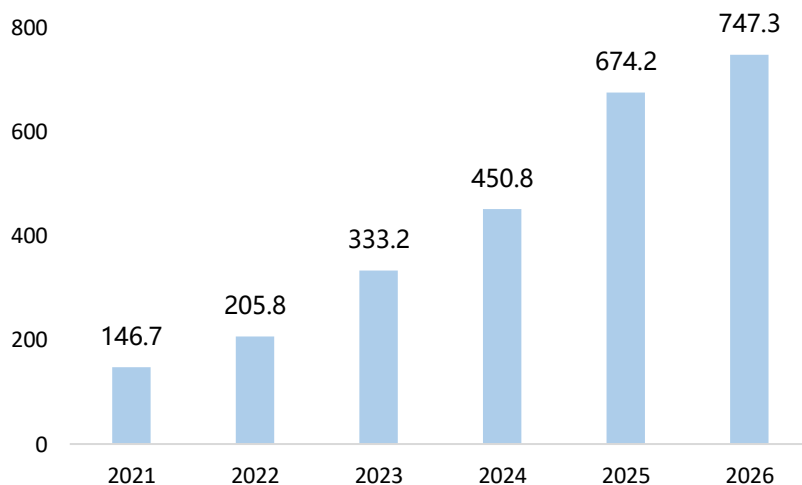
图表 62 2025 年中国 AR/VR 设备各应用领域市场规模（亿元）



来源：艾媒咨询，智次方研究院整理

IDC 2022 年发布了《全球增强与虚拟现实支出指南》，对中国 AR/VR 市场持长期看好观点。2021 年，全球 AR/VR 市场投资规模达 146.7 亿美元，其中，中国市场总投资规模达 21.3 亿美元，约占全球总投资量的 14.2%。预计到 2026 年，全球市场投资规模将增至 747.3 亿美元，其中，中国市场投资规模将达到 130.8 亿美元，占全球总市场的 17.5%，市场占比提升 3.3pct。

图表 63 2021-2025 年全球 AR/VR 市场投资规模及预测（亿美元）

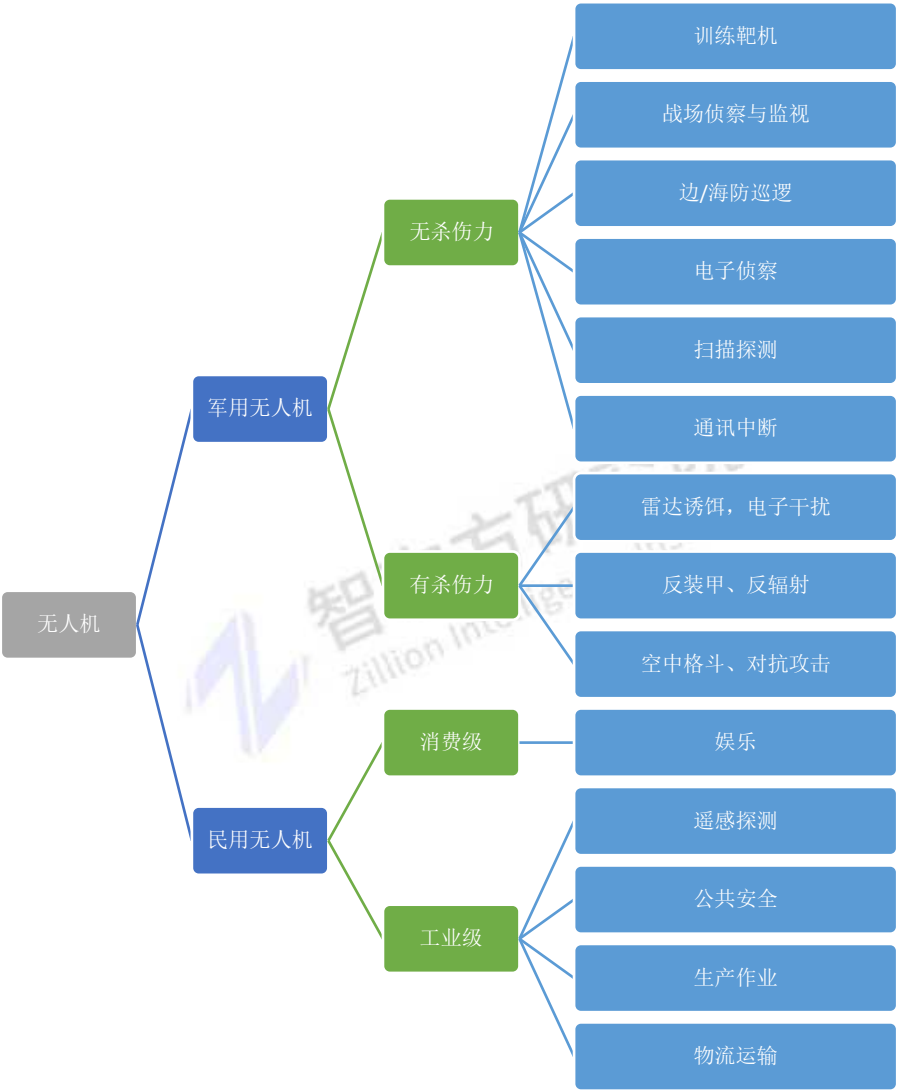


来源：IDC

6.4.3 无人机

无人机行业上游包括零部件制造商及分系统研制商；中游为系统集成及服务提供商，部分能够提供无人机航飞服务、飞行培训服务等，在产业链中占据主导地位；下游根据使用主体不同，无人机可分为军用无人机和民用无人机 2 种，军用无人机还可以分为杀伤型无人机与非杀伤型无人机，民用则包括消费级与工业级无人机。

图表 64 无人机分类情况



来源：公开资料，智次方研究院整理

无人机在我国起步较晚，且开始于军用领域。近年来，我国无人机在民用领域的需求规模得到较大的释放，截止目前，我国无人机行业的发展特别是民用无人机的发展走在世界前列。根据智研咨询数据，我国无人机市场规模呈现快速增长态势，从 2013 年的 41 亿元增长到了 2021 年的 460.8 亿元，预计 2023 年我国无人机市场规模有望达到 765.1 亿元。

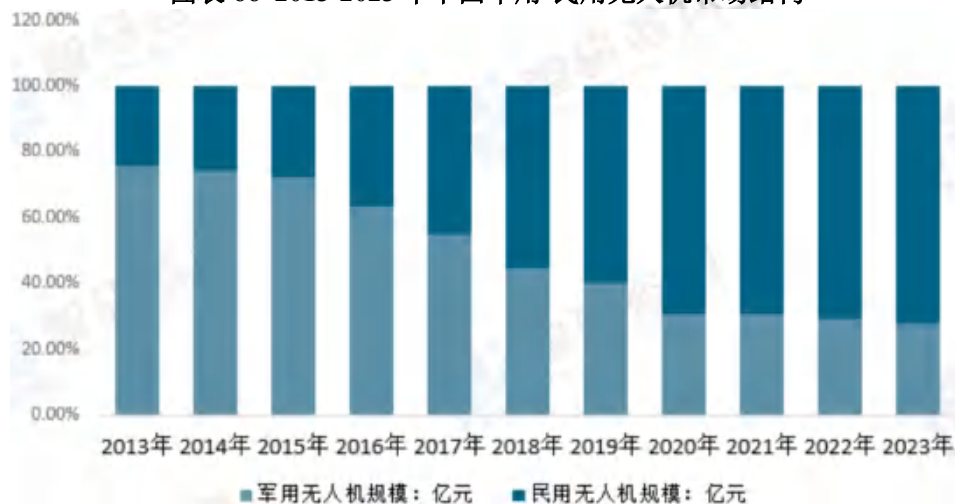
图表 65 2013-2023 年中国无人机行业市场规模及同比增速



来源：智研咨询

截至目前，我国民用无人机的市场规模占比超过军用无人机，达 70%左右，未来，行业市场结构仍将不断改变，民用无人机市场将不断扩大。预计 2023 年我国民用无人机市场规模份额从 2013 年的 24.39%扩大至 72.27%。

图表 66 2013-2023 年中国军用-民用无人机市场结构



来源：智研咨询

随着民用无人机技术进步的加速，它的应用范围也在不断拓宽，产业规模不断壮大。目前，民用无人机主要应用于农业植保、电力巡检、油气管道巡检、警用执法、地质气象勘探、影视航拍以及森林防火等领域。2021 年我国民用无人机市场规模实现了突破式增长，整体市场规模达到 318.4 亿元，同比增长 20.88%，其中，我国工业级无人机整体市场规模达到 246 亿元，实现了跨越式增长。预计 2023 年我国民用无人机市场规模将达到 552.9 亿元，其中，工业级无人机整体市场规模达到 452.7 亿元。

图表 67 2013-2023 年中国民用无人机市场规模及结构情况



来源：智研咨询

6.4.4 其它端侧通信设备

通信设备 ICD，全称 Industrial Communication Device，主要应用于工业、军事与民用领域，根据信号传输方式可以分为有线通讯设备和无线通讯设备。

有线通讯设备主要为解决工业现场串口通讯、专业总线型通讯、工业以太网通讯以及各种通讯协议之间转换的设备，主要包括路由器、交换机、modem 等设备。无线通讯设备主要包括无线 AP、无线网桥、无线网卡、无线避雷器等设备。通信设备制造业为基础通信运营商及内容/应用服务商提供通信设备和软件系统，为终端用户提供各种终端应用设备，在整个通信产业中起着重要作用，对通信传输及应用至关重要。

图表 68 通信设备主要分类

种类	相关介绍
有线通信设备	有线通信设备主要是通过电缆和传输介质如光纤光缆等对信息进行传输，包括电话、宽带网络、有线电视等网络基础设施。现代有线通信设备采用数字化技术进行通信和控制，运用预先建立的通信协议，实现信息交换和数据传输。目前，有线通信设备发展方向是迈向宽带网络和光纤通信技术方向，实现更快、更高效的数据传输和通信
无线通信设备	无线通信设备是通过采用电磁波进行信息传输的一种通信方式，包括移动通信、无线宽带、卫星通信、蓝牙、WIFI等技术。无线通信设备不用与有线传输的超音速和超高频波进行传输和管理，这使其更加便携、灵活，适用于远程抢救和紧急通信等。同时，无线通信设备适应于移动设备的应用，如智能手机、平板电脑等，带来了越来越广泛的生产和应用

来源：智研咨询

为做优做强通信设备行业，近年来国家有关部门陆续出台了一系列相关政策，如 2022 年发布的《关于巩固回升向好趋势加力振作工业经济的通知》提出，实施重大技术装备创新发展工程，做优做强信息通信设备、先进轨道交通装备、工程机械、电力装备、船舶等优势产业，促进数控机床、通用航空及新能源飞行器、海洋工程装备、高端医疗器械、邮

轮游艇装备等产业创新发展。

图表 69 中国通信设备制造业部分相关政策解读

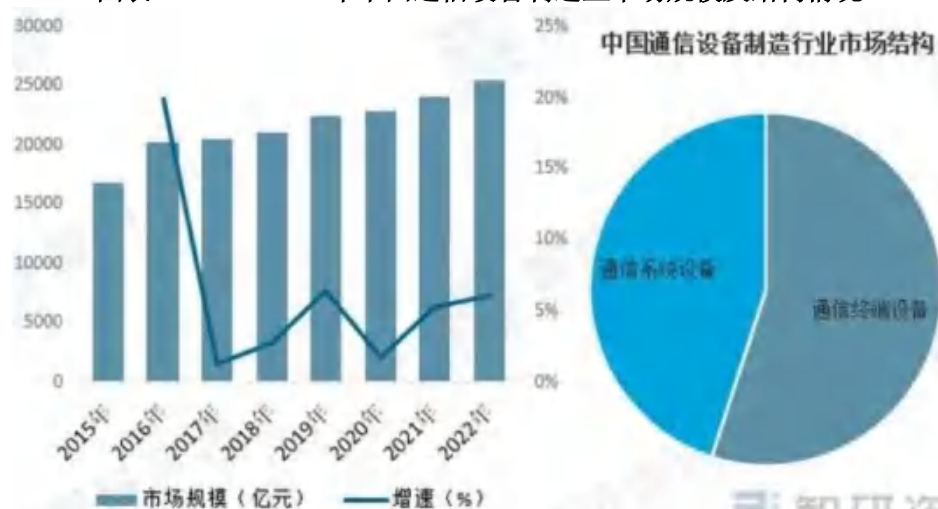
时间	政策	重点解读
2022年	《关于巩固回升向好趋势加力开拓工业经济的通知》	实施重大技术装备创新发展工程，做优做强信息通信设备、先进轨道交通装备、工程机械、电力装备、船舶等优势产业，促进数控机床、通用航空及新能源飞行器、海洋工程装备、高端医疗器械、邮轮游艇装备等产业创新发展
2022年	《信息通信行业绿色低碳发展行动计划(2022-2023年)》	建立完善绿色采购制度，引导设备供应企业加大绿色技术产品的研发与供给。推动各环节绿色包装循环再利用，提高废旧信息通信设备回收利用水平
2021年	《“十四五”信息通信行业发展规划》	提出四项重点任务，包括全面部署5G、千兆光纤网络、IPv6、移动物联网、卫星通信网络等新一代通信网络基础设施；统筹优化数据中心布局；构建绿色智能、互通共享的数据与算力设施；积极发展工业互联网和车联网等融合基础设施；加快构建并形成以技术创新为驱动，以新一代通信网络为基础，以数据和算力设施为核心，以融合基础设施为突破的新型数字基础设施体系
2021年	《关于加快推动制造业服务业高质量发展的意见》	推进“5G+工业互联网”512工程，打造5个内网建设改造公共服务平台，遴选10个重点行业，挖掘20个典型应用场景。在冶金、石化、汽车、家电等重点领域遴选一批实施成效突出、复制推广价值大的智能制造标杆工厂，加快制定分行业智能制造实施路线图，修订完善国家智能制造标准体系。支持符合条件的制造业服务企业到主板、创业板及境外资本市场上市融资
2019年	《产业结构调整指导目录(2019年本)》	将“二十八、信息产业”中的“1、宽带网络设备制造与建设”、“13、支撑通信网的路由器、交换机、基站等设备”和“17、数字移动通信、移动物联网、接入网系统、数字集群通信系统及路由器、网关等网络设备制造”列为鼓励类

来源：智研咨询

我国通信设备制造业发展起点较低，自改革开放以后，通过不断地引进、消化、吸收和创新，我国的通信设备制造业发展迅速。由于通信设备制造业在全球范围内的发展时间并不长，加上我国拥有廉价劳动力、巨大市场容量以及政府的大力支持等优势，我国的通信设备制造及加工水平不断提升，达到了世界领先的地步，现如今已然成为世界通信设备制造产业的中心，行业规模也随之不断扩张。

据智研咨询数据，2022 年，我国通信设备制造行业市场规模约为 25468.9 亿元，同比增长 6.1%。从市场结构方面来看，我国通信设备市场中，通信终端设备占比最高，约为 55%，通信系统设备占比约为 45%。

图表 70 2015-2022 年中国通信设备制造业市场规模及结构情况



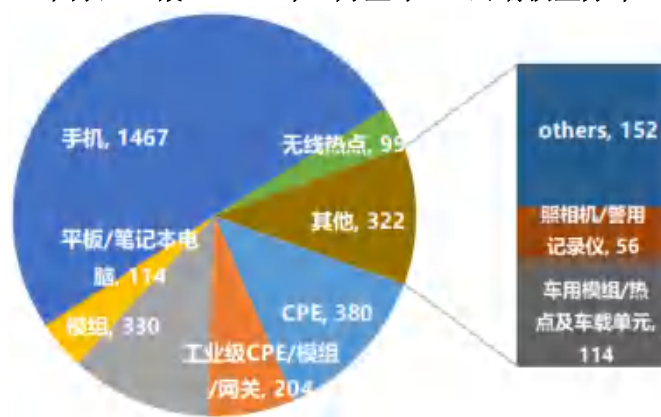
来源：智研咨询

各类端侧通信设备中，款型占比最大的是手机，但近年来，其它端侧通信设备发展迅速，终端类型和款型持续丰富，终端生态繁荣发展，行业终端厂商增长迅速。

据 TDIA 统计，截至 2023 年 9 月，全球 5G 终端达到 2916 款，非手机终端 1449 款，占比超过 49.6%，5G 终端呈现款型多样化发展趋势。其中：

- 129 个厂商发布 1467 款 5G 手机，款型占比为 50.3%；
- 130 个厂商发布 380 款 5G CPE，款型占比分别为 13.0%；
- 64 个厂商发布 330 款 5G 模组，款型占比分别为 11.3%；
- 92 个厂商发布 204 款 5G 工业级 CPE/模组/网关，款型占比分别为 7.0%；
- 34 个厂商发布 114 款平板/笔记本电脑，款型占比分别为 3.9%；
- 57 个厂商发布 114 款支持 5G 的车用模组/热点及车载单元，款型占比分别为 3.9%；
- 35 个厂商发布 56 款照相机/警用记录仪，款型占比为 1.9%。

图表 71 截至 2023 年 9 月全球 5G 终端款型分布



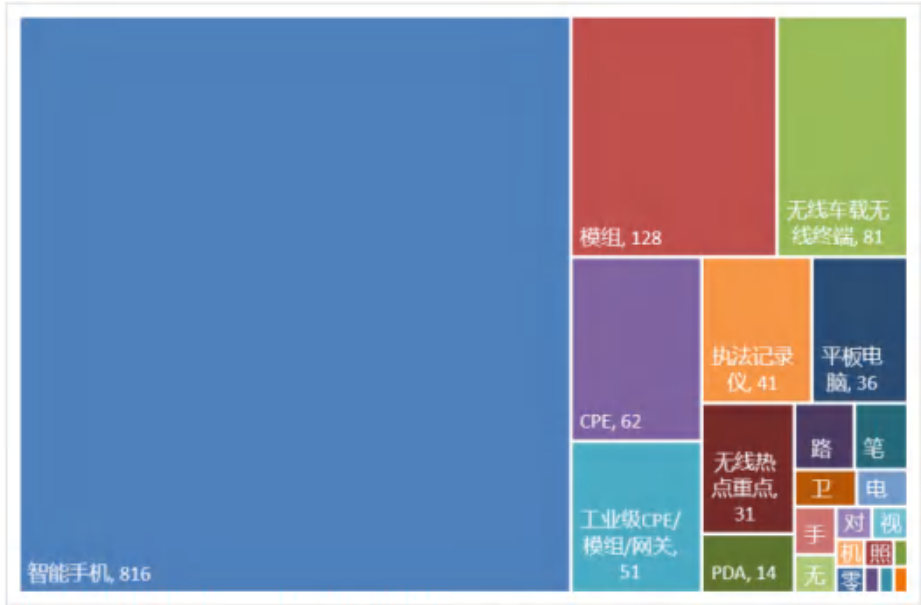
来源：TDIA

随着 5G 网络的快速发展以及工业互联网、车联网等 5G 行业应用的快速推进，越来越多厂商加大行业终端产品投入，CPE、模组、网关、车载单元等终端款型数量持续增加，

AR/VR 眼镜、无人机、机器人、游戏 PC 等更多新型 5G 终端出现。5G 终端尤其是行业终端的成熟发展既是 5G 行业应用发展的重要基础，更是 5G 行业应用多样化发展的重要呈现。

在我国，截至 2023 年 9 月底，我国共有 296 家终端厂商（新增 18 家）的 1315 款 5G 终端获得我国工信部核发的进网许可证（含试用批文）。在我国，支持 5G 的入网终端共分为四大类，智能手机仍是 5G 终端款型主力军，共有 816 款。另外三类分别是无线数据终端（422 款）、车载无线终端（81 款）以及卫星移动终端（6 款）。其中，无线数据终端又包含多种形态 5G 终端，包括 128 款模组、62 款 CPE、41 款执法记录仪、36 款平板电脑、51 款工业级模组/CPE/网关、31 款无线热点重点、14 款 PDA、9 款笔记本电脑、10 款路侧单元/车载单元、5 款电视、3 款视频通信终端、2 款机器人、4 款无人机、5 款手机壳、2 款零售终端、1 款编码器。

图表 72 截至 2023 年 9 月国内 5G 终端款型分布



来源: TDIA

此外，随着全球 5G 商用的规模推进以及行业应用的快速发展，全球 5G 终端生态逐步繁荣，参与企业不仅包括终端企业、设备企业、运营商等移动通信企业，还包括行业应用企业。据 TDIA 统计，截至 2023 年 9 月，全球发布 5G 终端的厂商达到 490 家，较前一季度新增 43 家。其中，发布智能手机 5G 的终端厂商有 129 家（新增 7 家），发布非智能手机 5G 终端的厂商有 395 家（新增 36 家）；在国内市场获得进网许可的 5G 终端厂商有 296 家（新增 18 家），获得智能手机 5G 终端入网许可厂商有 92 家，获得非智能手机 5G 终端入网许可厂商有 223 家。

6.4.5 5G 芯片

5G 芯片可分为三类：AP 芯片（应用处理器）、基带芯片、射频芯片。

5G 芯片的研发早在 2016 年以前就开始了，2008 年 NASA 领先提出 5G 概念，2014 年

全球主要运营商组成的下一代移动网络联盟（NGMN）宣布发起针对 5G 的全球项目。以高通、联发科、华为为代表的企业布局 5G 芯片的早期研究。

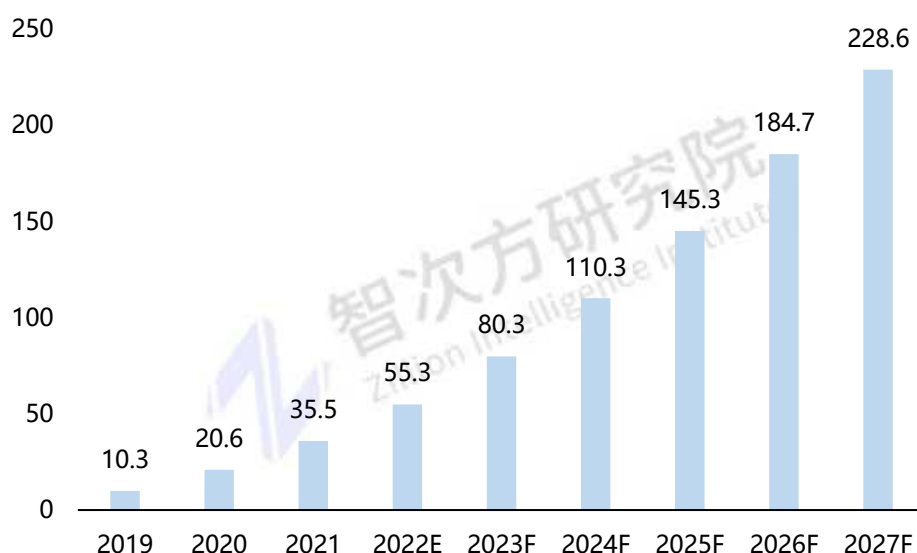
从 2016 到 2018 年，5G 芯片逐步推进试用阶段，2016 年 10 月，高通发布了 X50 5G 基带芯片。2018 年，华为、联发科、三星、英特尔分别发布了支持 NSA/SA 组网的 5G 芯片。

2019 年到 2020 年，5G 芯片开启商用发展阶段，随着 5G 标准的确定，各个厂商 5G 基带技术不断成熟，开始有了第二代 5G 基带。

从 2021 年开始，5G 芯片进入全面发展阶段。随着 5G 商用化的深化发展，使得 5G 芯片在电信基站设备、智能手机/平板电脑、互联网汽车、互联网设备和宽带接入网关设备等应用领域应用普及，行业进入全面发展阶段。

根据 Statista 估算，全球 5G 芯片市场将保持快速增长。2022 年，全球 5G 芯片市场规模 55.3 亿美元，2027 年有望增至 228.6 亿美元，2022-2027 年 CAGR 将达到 33% 以上。

图表 73 2019-2027 年全球 5G 芯片市场规模（亿美元）



来源：Statista，智次方研究院整理

5G 芯片中，难度非常高和主要的是基带芯片。

5G 基带芯片是智能手机、平板电脑和其他设备中的芯片，它有助于将数字数据转换为射频信号，反之亦然。它负责通过无线接入网络进行信号的传输和接收。此外，它还用于合成和解码 5G 技术中的基带信号。市场上提供了两种主要类型的 5G 基带芯片：单模和多模 5G 芯片。随着 2G 到 5G 的标准一路提升，若需一并兼容，其需要积累的技术将更多。

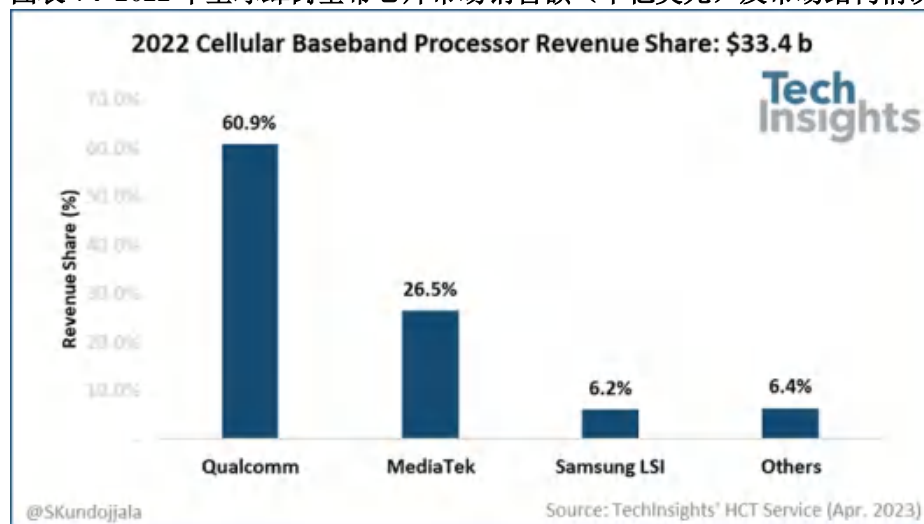
5G 基带芯片市场增长受到对全球电信设备、智能手机、互联网设备、互联网汽车、平板电脑和宽带接入网关的需求增加的推动。这些应用直接影响市场的增长，促使其扩展。5G 基带芯片的主要地区市场包括北美、欧洲、亚太地区、南美和中东非洲。这些地区在采用 5G 技术和推动市场发展方面处于领先地位。

据 TechInsights 数据，2022 年，全球基带芯片市场规模为 334 亿美元，同比增长了 7.4%。截至 2022 年底，5G 在基带市场的渗透率仍较低。不过，受 5G 渗透率提高的推动，2022 年

是 5G 基带芯片市场的连续第三年增长。2022 年全球 5G 基带芯片组合的增加，使其基带平均售价提高了 24%。另外，由于高通和联发科的高端 5G 芯片的推动，2022 年 5G 基带芯片的整体收入增长了 23%。

在 2022 年的全球蜂窝基带芯片市场销售额的厂商排名中，高通、联发科、三星 LSI、紫光展锐和英特尔分别位列前五。

图 74 2022 年全球蜂窝基带芯片市场销售额（十亿美元）及市场结构情况



来源: TechInsights

6.4.6 RedCap 芯片

面向多样化的 5G 目标场景，3GPP 提出了三类 RedCap 典型应用场景，分别为工业无线传感器、视频监控和可穿戴设备。

工业无线传感器设备包括工业环境中的压力传感器、湿度传感器、运动传感器、温度计、加速度计、驱动器等。其工业无线传感器需要业务可用性达到 99.99%，业务端到端时延小于 100ms，设备静止时的参考速率要求小于 2Mbps，用例电池使用寿命至少可持续几年。

视频监控在 5G 城市管理、工业/农业或各类区域监测场景中存在监控需求。视频监管在解决安全风险问题、提升管理手段，从而更有效地管控城市资源等方面提供帮助。通过将 5G 终端模组与监控摄像机集成，为视频监控提供灵活、低成本的回传手段。视频监管要求经济型视频监控的参考速率保持在 2-4Mbps，高端型视频监控保持在 7.5-25Mbps，业务量以上行为主；视频监控业务的时延要求小于 500ms；通信可靠性要求在 99%-99.9%之间。可穿戴设备主要包括智能手表、智能手环、医疗监控设备等，普遍要求设备体积小、功耗低。其要求下行参考速率为 5-50Mbps、上行参考速率为 2-5Mbps，下行峰值速率为 150Mbps、上行峰值速率为 50Mbps；电池的理想工作续航为数天甚至 1-2 周。

2022 年 6 月，3GPP R17 版本的冻结标志着 5G RedCap 正式进入产业化阶段。我国 IMT-

2020（5G）推进组基于产业发展节奏，分两个阶段规划我国 RedCap 技术试验：2022 年完成关键技术测试，2023 年完成设备端到端的互操作测试。

从芯片方面看，翱捷科技（ASR）、紫光展锐等厂商 2022 年 11 月前，基于芯片的 RedCap 测试终端完成了关键技术功能和外场性能测试。当前，部分厂家通过采用 5G 芯片裁剪版加快商用进度，达到商用水平的芯片已有 1 款，处于流片阶段的约有 3 家厂商，预计 2024 年上半年有望超过 4 款芯片达到商用水平。目前，产业界正加快进行 RedCap 芯片终端与 5G 系统的调试，预计 11 月前完成二阶段全部试验工作，为 RedCap 应用推广提供技术支撑。

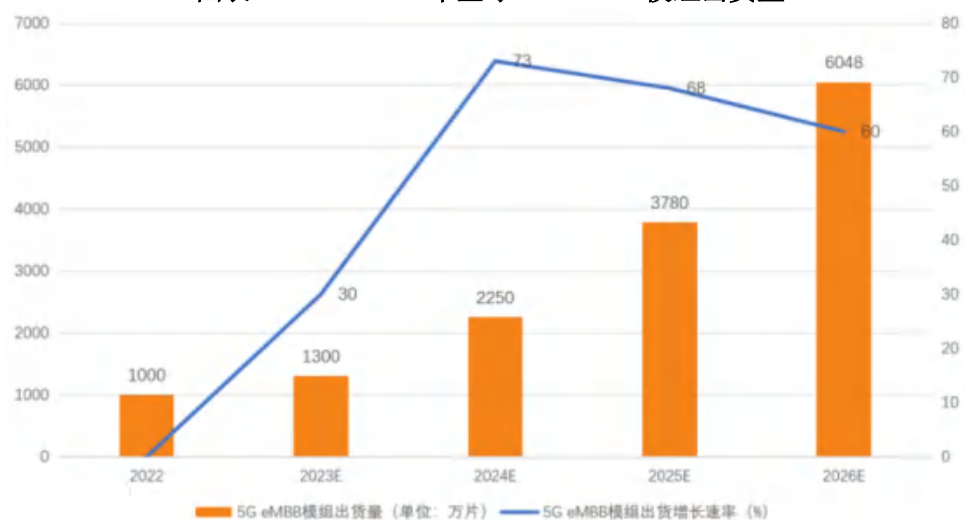
6.4.7 5G 模组

无线模组根据通信技术的不同，可划分为通信模组与定位模组。本报告重点研究通信模组。通信模组可以划分为蜂窝与非蜂窝两种制式。按照传输速率与覆盖范围等进行划分，蜂窝制式中的 5G eMBB、4G Cat 4 等适用于高速物联场景，未来有望广泛应用于自动驾驶、工业互联网等领域。蜂窝模组中的 4G Cat1 以及 5G NB-IoT 适用于低速/窄带物联，已广泛应用于智能标记、智慧城市、智慧农业、环境监测等领域。蓝牙、LoRa 等非蜂窝制式中适用于中低速物联场景，如全屋智能、智能零售与车联网等。其他如 RFID 等无源物联网应用目前已被广泛应用于快消品、物流包装、产品外包装、仓储货运等领域。

5G 模组较之前标准下的模组最大的不同在于其大连接（mMTC）和低时延（uRLLC）的特性。5G 模组更适合应用于工业制造（包括工业自动化、远程控制和监控）和车联网等对模组性能要求严格的领域。目前，5G eMBB 模组的价格仍偏高，同时其它配套基础设施缺乏，阻碍了其大规模上量。不过相关情况正在改善。在华为商用 5G 工业模组成功开发并定价 999 元/片前，5G eMBB 模组需要采购高通高达 2000-3000 元/片的产品，目前产品价格已有大幅改善；部分 5G 场景需要的其它配套设施，如网络切片与边缘计算技术等，目前技术也正不断成熟和推广普及，这些将为 5G eMBB 模组的快速推广提供可能。

根据物联传媒数据，目前在非手机市场上，相比预期，5G eMBB 模组的出货量较少。以 2022 年 5G eMBB 模组的总出货量为例，在全球范围内为千万级别，其中 20-30% 的出货量来自于中国市场。2023 年将有所增长，预计 5G eMBB 模组全球出货量可达到 1300 万片。2023 年之后，由于技术更成熟、应用市场挖掘更充分，加之前期基数少的原因，或将保持较高的增长速率，有望达到 60-75%。

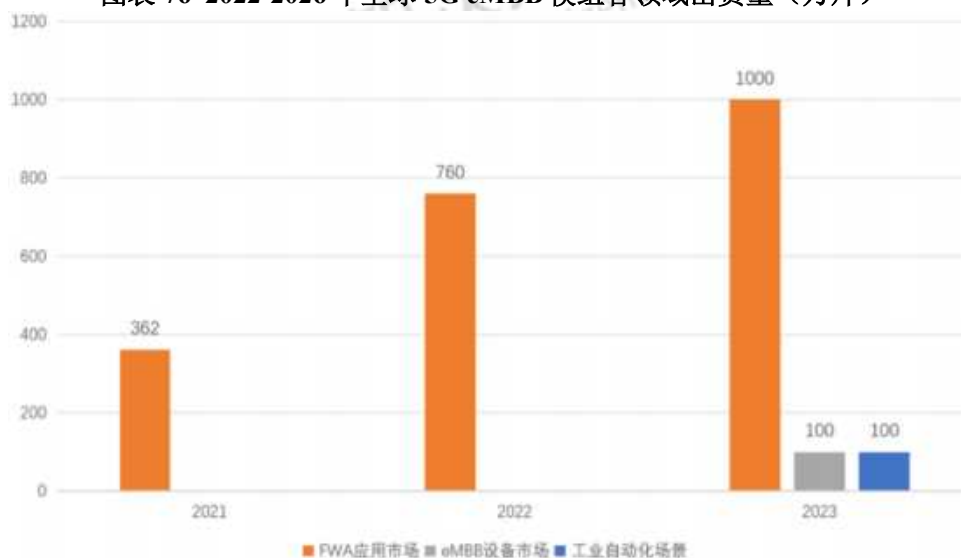
图表 75 2022-2026 年全球 5G eMBB 模组出货量



来源：物联传媒

从 5G eMBB 终端模组出货领域的角度来看，针对全球市场，物联网应用出货占比最大的是 FWA 应用市场，包含 CPE、MiFi、IDU/ODU 等多种终端形态的产品，其次是 eMBB 设备市场，该市场的终端形态主要有 VR/XR、车载终端等，然后是工业自动化市场，主要终端形态有工业网关、工卡等。其中最为典型的出货终端为 CPE，2022 年出货量约为 600 万片，预计 2023 年出货量达到 800 万片。

图表 76 2022-2026 年全球 5G eMBB 模组各领域出货量（万片）

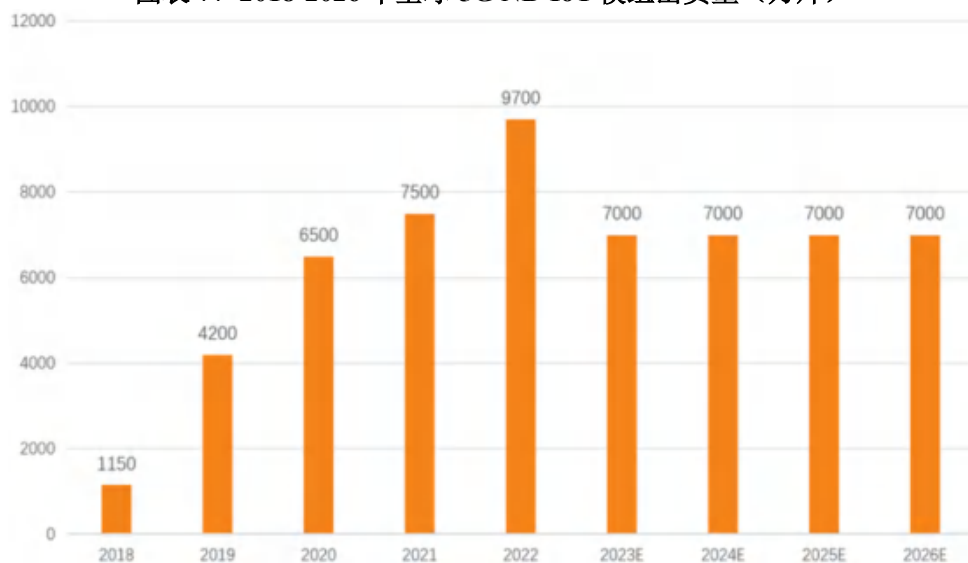


来源：物联传媒

针对国内市场，目前 5G 终端模组主要的出货领域是车载市场，但也仅有少数车厂（如比亚迪）使用的是 5G eMBB 模组，当然也有其他车厂正在联合模组厂商进行测试。预计 2023 年国内出货量能达到 100 万片。

另一领域的 5G NB-IoT 在经过前期高调宣传、高速发展之后，无论从模组出货量还是出货领域来看，5G NB-IoT 接下来几年发展都保持着一个比较平稳的状态。出货量方面，5G NB-IoT 保持在千万级别上下。

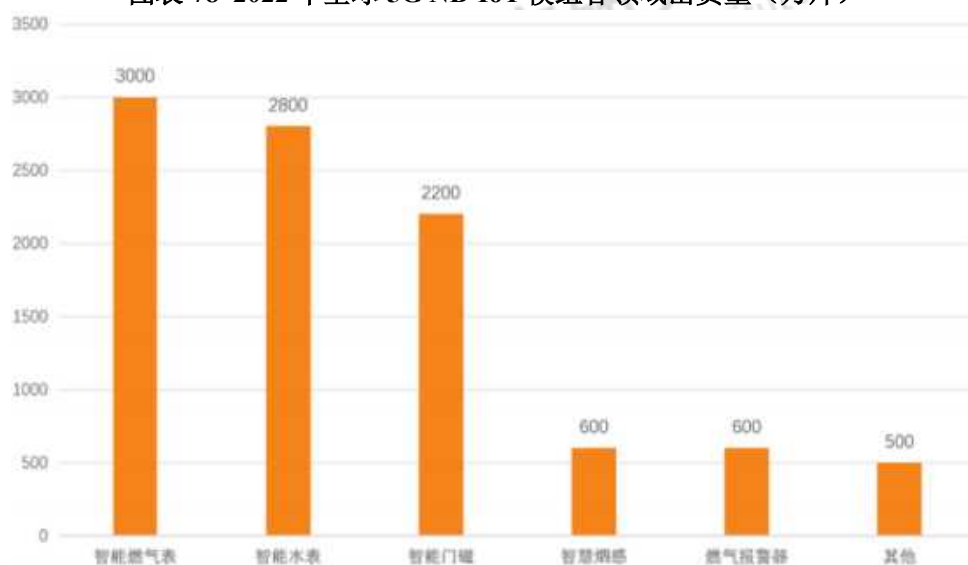
图表 77 2018-2026 年全球 5G NB-IoT 模组出货量（万片）



来源：物联传媒

出货领域方面，5G NB-IoT 并未在更多的应用领域激起水花，其应用领域仍然主要集中在智能表计、智慧门磁、智能烟感、燃气报警器等几个领域。2022 年，5G NB-IoT 的主要出货情况如下：

图表 78 2022 年全球 5G NB-IoT 模组各领域出货量（万片）



来源：物联传媒

6.4.8 RedCap 模组

目前已有 8 家以上 RedCap 模组开发厂商，其中，提供开发试验产品的厂商超过了 6 家，已能进行小批量生产的厂商超过了 3 家。但贴装类型产品尚未标准化，预计随着标准化的推进，模组厂商将有效降低开发和生产成本，吸引更多厂商入局。

与此同时，三大运营商均在联合终端合作伙伴，加速 RedCap 终端产品从原型到规模商用。在模组方面，中国电信致力于牵引性能提升，推动标准化，提升竞争力：一是制定

RedCap 模组企业合作规范，引导模组产业链对运营商频段、业务功能和性能的支持符合纳管要求（含 5G Inside）；二是推进模组软硬件接口和 OpenCPU 标准化及开发应用工作，提升单品规模，降低终端的硬件复杂度和成本；三是规模发展降成本，通过集约采购与不断扩大应用规模，力争尽快实现与 LTE Cat.4 模组价格有可比性的 RedCap 模组。

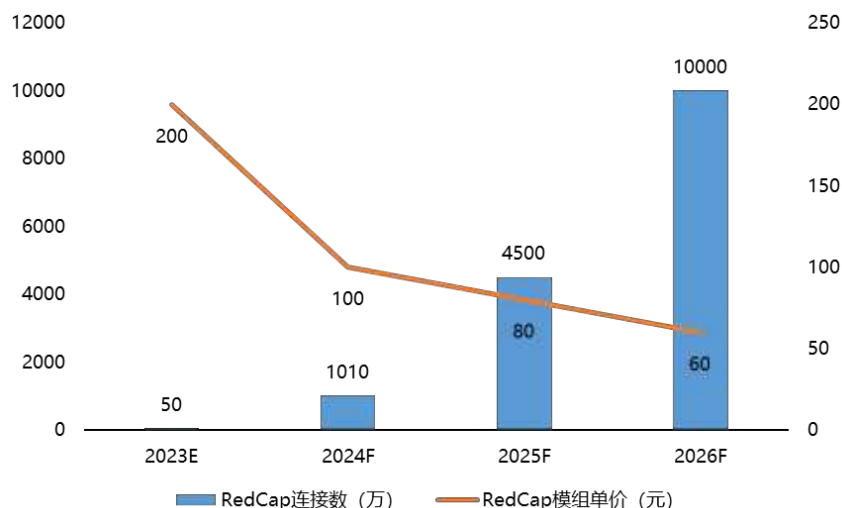
中国移动在 2023 年 5 月 6 日举行的中国移动 5G 发展大会上，已发布自身首款 RedCap 模组产品 MR880A，支持 5G 和 4G 双模，相对 5G NR 模组价格降低 50%以上；支持 5G LAN、BWP、网络切片、高精度授时等 5G 功能，支持中国移动 OneNET、OneCyber 平台；具备 LCC、M.2、Mini-PCIe 等多种封装。目前，中移物联正加快落实 RedCap“1+5+5”创新示范之城建设，开展二阶段测试验证工作，联合中移终端公司、中移研究院、浙江移动、广东移动、华为、中兴等，基于 MR880A 已在宁波和广州率先完成 RedCap 现网下，包括多点峰值速率、业务面/控制面时延、系统内/系统间移动性管理的测试验证。测试结果显示 MR880A 产品性能满足测试预期，有效验证模组的端网协同能力，为可穿戴设备、视频监控、智慧电力、工业控制等应用场景的规模上量提供数据支持，为 RedCap 全网规模商用奠定坚实基础。

中国联通已全球首发了 RedCap 通用模组雁飞 NX307，并携手华为在上海嘉定完成了商用网络下全频段（3.5GHz、2.1GHz、900MHz）RedCap 端到端验证。相关验证基于中国联通 5G FDD+TDD 全频段商用网络，展示了以雁飞商用模组为核心的生态能力，为中国联通加速 RedCap 全国商用实现“有 5G 的地方就有 RedCap”奠定了坚实基础。

随着 RedCap 的发展成熟，短期内，产业数字化和治理智能化将率先实现 RedCap 规模商用，其在电力行业、工业行业、视频监控等领域有望分别贡献千万级 RedCap 连接规模；在移动办公、智慧海域等领域有望分别贡献百万级 RedCap 连接规模。中长期内，生活智慧化将是大规模上量的主力军，带动 RedCap 千万级规模增长，车载及穿戴领域有望累计贡献 8000 万+ RedCap 连接规模。

智次方研究院预计，RedCap 将于 2024 年迎来爆发式增长，实现连接数超千万，模组单价将伴随连接数爆发而快速走低，价格有望在 2024 年底前降至 100 元左右；最早有望于 2026 年即实现连接数过亿，2026 年底前，模组单价有望低至 60 元/片。

图表 79 2023-2026 年 RedCap 连接数及模组单价走势预测



来源：智次方研究院

6.4.9 天线

为了满足高速率、低延时、高可靠性的需求，5G 对天线（发射端和接收端）提出了高要求。MIMO 与 Massive MIMO 多天线技术利用大数定律，有效克服了信号衰落，提高了 5G 信号传输的效率，同时降低了传输成本，为 5G 的大规模推广提供了可能。

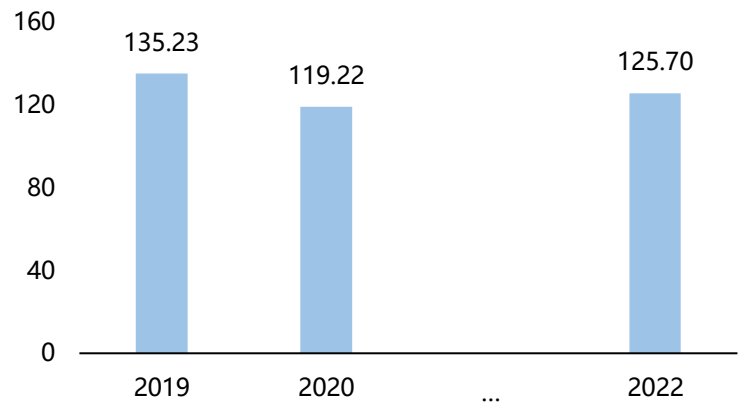
根据天线技术的不同，可以分为陶瓷天线、PCB 天线、FPC 天线、LDS 天线、LCP 天线，以及 MPI 天线。由于 5G 要求天线缩小净空区，使屏幕更靠近天线，市面上 LCP 天线与 MPI 天线更具优势。LCP 天线由液晶高分子聚合物（Liquid Crystal Polymer）制成，具有高频段低损耗、介电常数稳定、密封性好的优点，非常适合制造高频器件。此外，LCP 材料兼顾了大容量传输和厚度较薄的优势，满足天线小型化的需求，损耗因子小的特点则满足了日益减少的净空间要求。但多层 LCP 天线制造难度很高，良品率高，制造成本也相对较高。MPI 天线是改进配方的 PI 天线，其工艺基材配方的改进，使其在 10GHz~15GHz 的高频性能和 LCP 天线差不多，且价格远低于 LCP 天线，很好地解决了成本问题。

根据使用场景，天线可分为基站天线与终端天线。其中，终端天线用于无线电波的收发，连接射频前端，是接收通道的起点与发射通道的终点。终端天线种类较多，包括了通讯天线、Wi-Fi 天线、NFC 天线和蓝牙天线等。安费诺、Pulse 和 Molex 为国外主要供应商。国内主要供应商有硕贝德、信维通信、瑞声科技、杰盛康和辉登等，其中硕贝德和信维通信为其中细分龙头。

由于天线研发要求为下游客户实现定制化服务，对研发、测试设备的数量和性能要求较高。同时，高端品牌客户对天线产品精度的要求也越来越高，行业内企业需要在先进精密生产制造设备上较大投资，以提升企业的制造能力，获得行业内有利竞争地位，叠加近年来 5G 发展带动国产高端天线产品需求提升，我国天线市场规模近年来出现较大提升。

综合共研网和智研咨询等机构数据，2019 年，中国终端天线市场规模为 135.23 亿元，2020 年受新冠疫情等的影响，跌至 119.22 亿元；2022 年，我国天线市场规模达 626 亿元左右，较 2021 年增长 5.9%，其中终端天线市场规模约 125.7 亿元，开始恢复增长。

图表 80 2019-2022 年中国终端天线市场规模（亿元）



来源：共研网、智研咨询，智次方研究院整理

6.4.10 射频前端

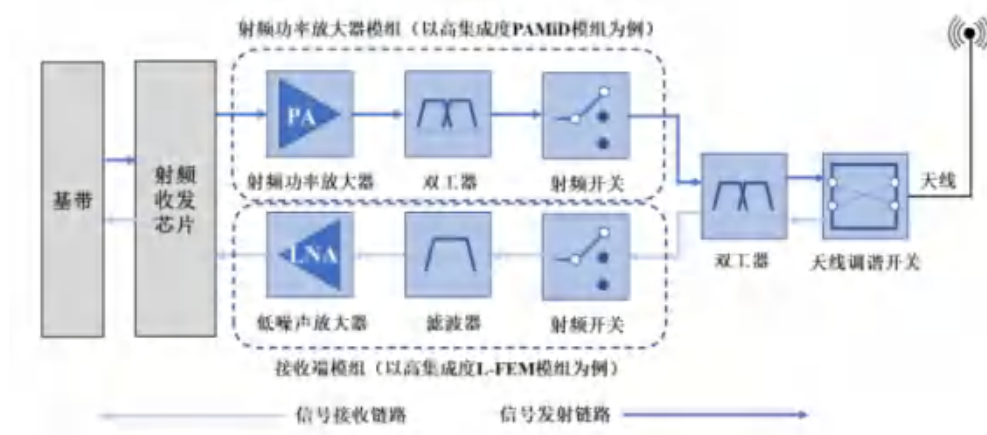
射频前端的功能为无线电波信号的发送和接收，是移动终端实现蜂窝网络连接，以及 Wi-Fi、蓝牙、GPS 等无线通信功能所必需的核心模块。射频前端可以进一步拆分为天线调谐器 Tuner、天线开关 Switch、滤波器 Filter、功率放大器 PA 和低噪声放大器 LNA。从功能来看，天线调谐器主要用于实现阻抗匹配，使天线效率最大化；天线开关主要用于实现信号发射与接收的切换，不同信号间的切换；滤波器主要用于保留特定频段内的信号，将特定频段外的信号滤除；功率放大器主要用于实现发射通道的射频信号放大；低噪声放大器主要用于实现接收通道的射频信号的放大。

图表 81 射频器件分类及对应功能

部件名称	功能简介
天线	接受和发射无线电电磁波
射频收发芯片 (Transceiver)	变频、信道选择、放大
基带芯片 (Modem)	合成即将发射的基带信号，或对接收到的基带信号进行解码
天线调谐器 (Tuner)	实现阻抗匹配，使天线效率最大化
天线开关 (Switch)	实现信号发射与接收的切换，不同信号间的切换
滤波器 (Filter)	保留特定频段内的信号，将特定频段外的信号滤除
功率放大器 (PA)	实现发射通道的射频信号放大
低噪声放大器 (LNA)	实现接收通道的射频信号的放大

来源：民生证券

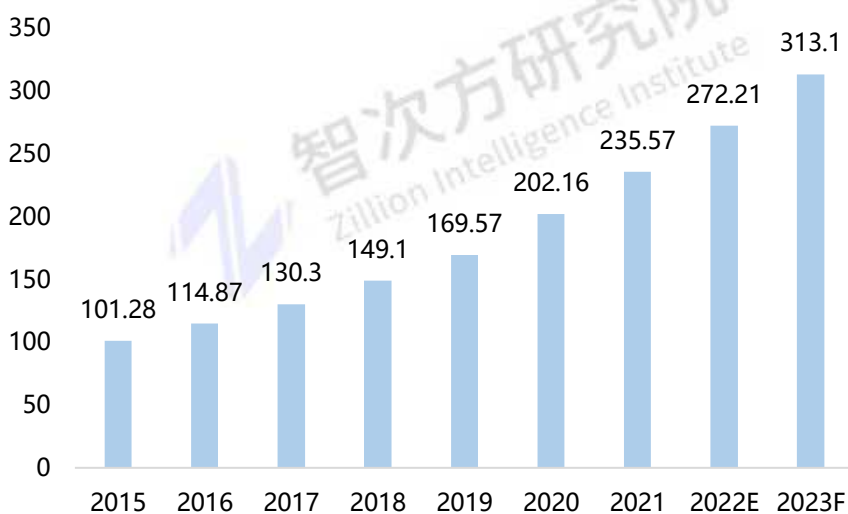
图表 82 射频前端简化结构



来源：唯捷创芯招股说明书、民生证券

5G 周期随着通信技术创新的大量涌现，网络高频化、前端模组化使得射频器件数量和价值量增加，促进 5G 射频前端市场规模扩张。据 QY Research 统计，2021 年，全球射频前端市场规模为 235.57 亿美元，同比增长 16.53%，预计 2022-2023 年行业市场空间仍将维持 15%左右的稳健增速，至 2023 年全球射频前端市场空间有望达到 313.1 亿美元。

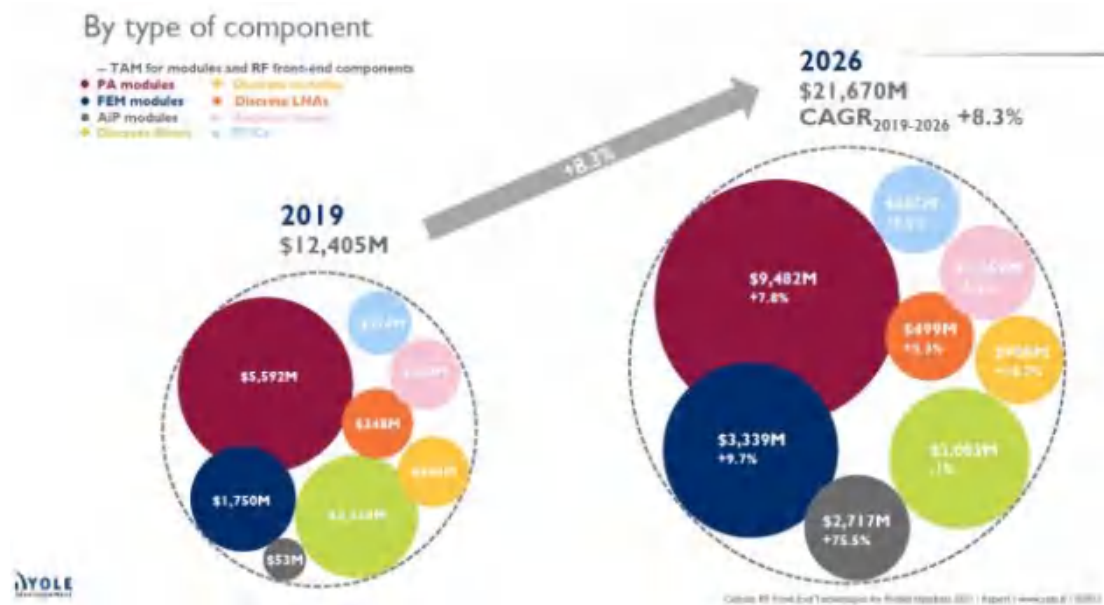
图表 83 2015-2023 年全球射频前端市场规模（亿美元）



来源：QY Research，智次方研究院整理

另外，据 Yole 数据，作为射频前端的核心零部件，全球射频前端芯片 2019 年市场规模约为 124.05 亿美元，预计 2023 年有望达 170.65 亿美元，2026 年或进一步增至 216.7 亿美元，2019-2026 年 CAGR 约 8%。

图表 84 2019-2026 年全球射频前端芯片市场规模（亿美元）



6.5 企业介绍

6.5.1 基础电信服务

中国电信

中国电信集团有限公司是国有特大型通信骨干企业，拥有全球规模最大的宽带互联网网络和技术领先的移动通信网络，连续多年位列《财富》杂志全球 500 强。公司为全球客户提供跨地域、全业务的综合信息服务能力和客户服务渠道体系。

中国移动

中国移动通信集团有限公司，于 1997 年 9 月 3 日在香港成立，公司为客户提供全业务通信服务，主营业务包括移动话音和数据、有线宽带，以及其他信息通信服务，是中国内地最大的通信服务供应商，亦是全球网络和客户规模最大、盈利能力领先、市值排名位居前列的世界级电信运营商。

中国移动基于 5G 优势场景，与合作伙伴推进千行百业数字化转型，已经落地一系列案例，包括智能工业、矿山、医疗等应用领域。在智慧工业领域，中国移动打造“1+1+1+N”（1 类 5G 工业网关、1 张 5G 工业网络、1 个工业互联网平台、N 个应用方案）工业产品体系，助力工业企业制造转型升级，并且已有多个标杆案例，例如与中航强度所打造 5G+MEC 企业专网，基于 5G+AGV 机器视觉，实现了损伤自动化巡检与智能识别、5G 全景监控等。

中国联通

中国联合网络通信集团有限公司，于 2009 年 1 月 6 日在原中国网通和原中国联通的基

础上合并组建而成，公司经营业务包括固定通信业务，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。

中国广电

中国广播电视网络有限公司是 2014 年 5 月 28 日正式挂牌成立的中央文化企业，2019 年 6 月，中国广电也正式获得 5G 牌照，同时拥有 700Mhz 黄金频段，将依托既有广电网络优势进行 5G 建设，目前是国内第四大运营商。

中国广电积极推动中国有线电视网络与广电 5G 网络整合发展，包括对全国有线电视网络的升级改造，打造覆盖全国的广电 5G 网络，基于与中国移动 5G 网络的共建共享，为超高清视频、智能制造、电力、港口、矿山等场景提供服务。广电目前已落地多项解决方案，例如青岛前湾港集装箱码头 5G 覆盖解决方案，利用广电 5G 打造承载港口调度系统及远程控制功能。5G 网络共建共享方面，中国广电与中国移动签订了 5G 共建共享合作框架协议及补充协议，基于 700MHz 网络合作共建，并开始实质性推动 700MHz 网络建设。

6.5.2 网络规划设计

吉大通信

吉林吉大通信设计院股份有限公司成立于 1985 年 4 月，主营业务包括通信领域内各专业、各种规模的规划、可行性研究、评估、方案设计、项目建议书、技术规范书、勘察、设计、优化和技术咨询、技术研发等工作。

中国移动设计院

中国移动通信集团设计院有限公司是中国移动通信集团公司直属设计院，是国家甲级咨询勘察设计单位。公司主营业务是承接对外承包工程业务。包括各种规模信息通信工程、通信信息网络集成、通信机房建筑及民用建筑工程的规划、可行性研究、评估、勘察、设计、咨询、项目总承包等。

6.5.3 网络工程优化

三维通信

三维通信股份有限公司成立于 1993 年 5 月，公司于 2007 年在深交所上市，总部坐落于中国浙江省杭州。公司主营业务包括向海内外客户提供专业的无线覆盖、无线安全、无线网络、工业物联网、通信设施租赁、卫星通信、互联网内容营销业务等领域的产品及运营服务。

三元达

福建三元达控股有限公司成立于 1998 年，主营业务为用户提供移动通信网络延伸覆盖、

网络优化、室内分布系统、系统集成、无线接入系统、数字电视网络覆盖、通信软件开发以及 ICT 综合信息服务等产品及服务。公司主营产品包括自激抑制型数字无线直放站、多载波基站放大器、多频段无线信号屏蔽器等。

宜通世纪

宜通世纪科技股份有限公司于 2001 年 10 月 9 日成立，是提供通信网络技术服务和系统解决方案的高新技术企业。公司主营业务包括为电信运营商和设备厂家提供包括核心网、无线网、传输网等全网络层次的通信网络工程建设、维护、优化等技术服务，并提供一体化、全方位的业务支撑与 IT 应用的系统解决方案。

6.5.4 网络运营支持

亚信科技

亚信科技控股有限公司于 1993 年成立，是领先的软件产品、解决方案和服务提供商。公司为客户提供高可靠性、高稳定性、高可用性的电信级软件产品组合，公司主营业务及产品包括 AI 人工智能平台、AIF PaaS 平台、计费产品、大数据产品、客户关系管理产品、5G 网络智能化产品、开发运维一体化产品、数据库产品等全套 AISWare 产品体系。

AISWare 5G-OSS 是一套面向运营商 5G 网络运维管理需求的支撑系统（同时兼容 4G 网络）。基于亚信科技通信人工智能平台和智能运维平台，为 5G 网络全生命周期提供智能化运维保障能力，主要包括：智能化的故障管理、性能管理、资源管理、运维流程管理等。

东方国信

北京东方国信科技股份有限公司于 1997 年成立，2011 年上市。公司是我国独立第三方、为客户加工数据领先的大数据上市企业，为运营商提供电信领域的 BI（商业智能）、CRM（客户关系管理）、CTI 等软件开发、服务与解决方案，也在金融互联网、政府、工业领域有业务布局。

东软集团

东软集团股份有限公司于 1991 年成立，是中国第一家上市的软件公司，主营业务包括电信业务运营支持、智慧城市、医疗健康、智能汽车互联及软件产品与服务。东软为传统运营商以及泛电信运营商，提供通用化、定制化的 BSS 业务运营支撑平台、运营商经营分析系统及业务综合管理的集中解决方案。

6.5.5 连接管理平台

电信 CTWing

CTWing 是中国电信物联网能力的统一数字开放平台，作为中国电信新型数字基础设施能力底座，汇聚了中国电信云网融合、5G 全连接管理、设备管理、城市感知、端到端安全

等综合能力。目前，平台已服务 2.6 亿用户，其中 5G NB-IoT 用户规模突破 1 亿，全球第一，成为全球规模最大的窄带物联网服务平台；物联网设备连接超 6000 万，平台月均调用次数近 200 亿次；平台打造的天翼智慧社区行业应用产品，全国落地部署超 2 万。

联通智联

联通智联雁飞·智连 CMP 平台以 5G 为引领，以做强 5G 智慧连接服务为目标，基于泛在融合物联网，为企业客户提供安全可控、计费灵活、自主运营的物联网连接管理能力，目前已承载连接数超过 3 亿。该平台由联通数科公司开发并发布，联通数科承担着中国联通物联网核心能力建设、产品研发及集约化运营服务等重要责任，联通数科以连接为基础、以平台为引擎、以“物”为核心，构筑 5G+AIoT 核心能力，全面推动万物互联、物网融合、人物协同。

中移物联 OneLink

中移物联 OneLink 是中国移动新一代物联网连接管理平台。平台提供物联卡连接管理服务，OneLink 聚合运营商、合作伙伴、第三方能力和资源，打造共赢的物联网产业生态。

6.5.6 终端及部件

6.5.6.1 手机

华为

华为技术有限公司创立于 1987 年，是一家以手机、宏基站、微基站、小基站、交换机、路由器等产品研发、设计、生产、销售为主营业务的技术企业。华为已经发布多款 5G 手机。2023 年 8 月，华为发布 Mate 60，其国产化率达 98%，基于自主可控的技术体系，关键的麒麟 9000S 芯片（支持 5G）和射频芯片均为自主设计和国产制造。

OPPO

OPPO 广东移动通信有限公司，成立于 2004 年，是一家全球性的智能终端产品制造商和移动互联网服务提供商，OPPO 公司致力于先进和精致的智能手机、高端影音设备和移动互联网产品与服务，业务覆盖中国、美国、俄罗斯、欧洲等 40 多个国家和地区。

苹果

美国苹果公司成立于 1976 年，是世界知名的科技公司，公司主营业务包括设计、开发和销售消费电子、计算机软件、在线服务和个人计算机等。公司于 2020 年 10 月发布首款支持 5G 网络配置的智能手机 iPhone 12。

三星

三星集团成立于 1938 年，是韩国最大的跨国企业集团，三星集团主营业务涉及电子、金融、机械、化学等众多领域，具体产品包括手机、家电影音、芯片半导体等，三星最近发布集成了 5G 模组的 Exynos 1080 的 5nm 芯片。

vivo

vivo 是一家全球性的移动互联网智能终端公司，致力于为消费者打造拥有极致拍照、畅快游戏、Hi-Fi 音乐的智能手机产品。

小米

小米科技有限责任公司成立于 2010 年，2018 年在香港交易所上市，小米专注于智能硬件和电子产品研发的科技企业，主营业务包括高端智能手机、互联网电视及智能家居生态链建设。小米已经发布多款 5G 手机，例如小米 11 是首批搭载 5G 高通公司骁龙 888 SoC 芯片的手机。

6.5.6.2 AR/VR

PICO

PICO 成立于 2015 年 3 月，于 2021 年 9 月并入字节跳动。PICO 以“创造全新连接，拓展生活体验，释放无限潜能”作为品牌使命，致力于成为领先的世界级 XR 平台，成就开发者与创作者，共同为全球消费者创造更美好的生活体验。截至 2022 年 9 月，PICO 拥有相关专利国内授权 476 项，国内申请合计 970 项，海外专利授权 59 项，海外申请合计 242 项。技术内容覆盖 UI 与人体工程、光学设计与算法、整机系统与低延迟算法、头部追踪与手势识别、眼球追踪与注视点渲染、Haptics 与触觉反馈、3D Sound 等领域。代表产品包括 PICO 4、PICO Neo3 一体机等。

大朋 VR

大朋 VR，简称 DPVR，团队建成于 2015 年，是国际领先的软硬件一体化的全栈 XR 技术与产品公司，致力于建设元宇宙的基础设施，并在其中打造更加富有效率的交互内容和形式。目前客户遍及海外 40+ 国家，服务全球 13000+ 开发者。秉承让 VR 成为一种生活方式的使命，大朋 VR 通过不断的创新，持续打造性能强、体验佳的革命性产品和内容，让用户享受 VR 科技的乐趣。

旗下拥有头显及泛娱乐 VR 内容聚合平台 3D 播播，通过头显和内容捆绑大量用户。可以提供从家庭个人使用到观看电影或 VR 游戏，再到大型企业公司用于教育和培训以提高员工技能的。大朋 VR 更加偏向全球 B 端市场，希望把握数字化时代下 VR 商用场景继续激增的市场机遇。

3Glasses

深圳市虚拟现实技术有限公司（简称 3Glasses），是国内最早涉足虚拟现实和混合现实的公司，同时专注于智能穿戴设备的发展。截至 2021 年 3 月公司共有专利 422 项、是微软全球首批 MR 合作伙伴。凭借多年虚拟现实技术及行业经验，积累 3000+ 开发者入驻、6000+ 体验内容、签约内容量 1000+（其中游戏数量 60+）。未来，3Glasses 将一如既往脚踏实地赋能线下泛娱乐业态，沿用先体验后消费的商业模式，在 VR 教育、VR 电竞、VR 体

验店等多个场景提供更好更多的解决方案，让更多人享受虚拟现实的美好。

6.5.6.3 无人机

航天彩虹

航天彩虹无人机股份有限公司是中国航天科技集团有限公司第十一研究院控股的上市公司，成立于 2001 年 11 月，2017 年 12 月完成重大资产重组，成为我国证券市场军用无人机第一股，目前拥有特种飞行器 and 新材料两大主业，是集团公司特种飞行器产业总体牵头单位，中国电子商会常务理事单位。

航天彩虹拥有“南洋科技”和“东旭成”两大自主品牌，确立了国内新材料行业领跑者地位，质量处于世界先进水平，在民用领域广泛应用，是军贸反哺国内装备建设的一个典范。公司作为我国高端无人机产业的主导力量、无人机载智能弹药产业的重要力量和无人机应用技术服务的核心力量。

大疆创新

大疆创新（DJI）成立于 2006 年，在无人机、手持影像、机器人教育、智能驾驶及更多前沿创新领域不断革新技术产品与解决方案，以一流的技术产品重新定义了中国制造的内涵，并在更多前沿领域不断革新产品与解决方案，重塑人们的生产和生活方式。DJI 大疆创新与全球合作伙伴携手开拓空间智能时代，让科技之美超越想象。如今已发展成为空间智能时代的技术、影像和教育方案引领者。

零度智控

零度智控（北京）智能科技有限公司，简称零度智控（ZEROTECH），总部位于北京市，是智能飞行器产品和智能无人机整体解决方案供应商。公司以固定翼核心控制系统起步后业务扩展至多旋翼无人机领域，技术池已覆盖飞控、云台、高清图传、CV、双目、稳像等无人机关键领域。产品多应用于测绘、安防、影视、农业、电力、科研等领域。

6.5.6.4 端侧通信设备

飞猫

（1）企业介绍

北京中元易尚科技有限公司（飞猫），2008 年 6 月成立于北京中关村，国家高新技术企业，北京市“专精特新”小巨人企业。公司专注于设计、研发、销售 4G/5G 移动通信产品及物联网连接解决方案，在北京、深圳分别设有物联网软件研发中心和智能硬件产品研发中心，在呼和浩特设有客服及云数据中心，致力于为人和机器提供简单、灵活、智能、可靠的上网服务。

作为国内领先的 5G 及物联网连接方案提供商，飞猫产品已销往全国各地及海外近 20 个国家（东南亚、非洲、中东、欧洲、美洲），并在主要地区设立了办事处，产品市场占有率

率名列前茅。

（2）典型案例

飞猫 5G 无线路由器为智慧医疗、智能充电桩、数字化转型企业提供高速、可靠的 5G 联网能力，终端配有 TR069 远程管理协议、支持 WiFi6、锁频、飞猫分身卡技术等多项功能，与飞猫 iot 物联网管理平台相结合，提供远程管理、远程监控、远程策略切换等能力，帮助企业降本增效。

在具体案例中，飞猫 5G 无线路由器与某省移动 5G 运营商强强联手，为急救车内搭载 5G 网络，发挥 5G 技术的高速率、低延时。其飞猫 5G 无线路由器外观小巧，可提供 TR069 远程管理协议，支持 WiFi 6 的同时可锁住高效频段，在急救车中占地面积小而美观，强大的功能辅助急救途中的数据上传稳定，缩短抢救前与医院内接诊医护信息同步时间，让医院内等待接急诊医护更快做出急救方案。锁定高效频段，让信息搜集、传达时间加快，极大缩短了抢救响应时间，为被救者争取更大生机。同时，司机可根据车上的 5G 导航系统精准导航，避开拥堵路段，最短时间到达医院。

图表 85 案例项目架构图



来源：飞猫

（3）应用效果

该设备为用户提供 5G 网络的高速率、低时延、广连接、高可靠性的物联网服务。搭配飞猫高可靠网络连接解决方案，可通过网络管理中增加网络切换策略管理，将数据传输稳定性提升至 99.999%，帮助企业提升运营效率，降低网络运营成本。

该设备可支持的方案已经在中小微企业、智能充电桩、智慧医疗、媒体直播、数智化转型企业等多个领域应用落地，合作客户包括毛戈平美妆、某新能源充电桩运营商、某省急救中心、北京冬奥会媒体直播等。

有人物联

（1）企业介绍

有人物联成立于 2012 年，国内领先的工业物联网软硬件解决方案服务商，国家级专精特新“小巨人”企业，现有员工 600 余名，融资近 2 亿元，拥有自建工厂，具备从芯片到云端的全产业链服务能力，为客户提供物联网模组、网关终端、云平台、系统解决方案及 OEM/ODM 制造服务。基于弗若斯特沙利文对 2016-2022 年中国工业通信网关市场的调研，有人物联被确认为“中国工业通讯网关，连续七年全网销量第一”。

成功案例包括：智能工厂、智慧农业、光伏新能源、新零售等。

（2）典型案例——M 系列积木式边缘网关应用

方案采用有人 M 系列积木式边缘网关，在泵房中主动采集各类传感器数据，并经过计算和主动上报，实现终端到云服务器的数据同步，进一步实现水务泵房的组态管理，大屏展示以及远程监管控制，促进水务物联网的快速发展。

有人 M 系列积木式网关集成主动采集、边缘计算、主动上报和联动控制等数采网关的核心功能，同时配备各类 IO 接口，实现数采和网络 IO 功能的聚合，可以普遍应用在各种工业控制和数采现场，实现数采的同时，通过 DO 和 AO 对泵房的各种阀门和变频器实现控制，联动控制也能实现本地异常紧急报警功能，避免因网络延时导致异常，无法及时处理而产生损失。

网关集成了 4G 和以太网双网络，并自带路由功能，可以接入摄像头等需要联网的设备，同时网关具备 VPN 功能，可以接入各种 VPN 服务，实现安全的内网穿透，实现 PC 对网关及网关路由下其他网络设备的快速调试、固件升级、参数调配等。

图表 86 案例项目架构图



来源：有人物联

（3）应用效果

M 系列积木式网关解决了当前水务泵房统一远程监管的需求，并且通过网关的边缘采集，实现数据快速统一上报传输，组态式集中式管理。通过 VPN 隧道打通内网，实现现场联网设备的远程调试和远程控制，本地的联动闭环管理，解决了紧急报警并及时处理的痛点。助力搭建高度数字化的新一代物联网泵房，保障供水运行平稳安全，生产生活用水稳定有序。

M 系列积木式网关典型客户：该方案已经在智能楼宇监控、无人值守泵站、环保行业、工业采集、储能柜、智能交通等领域得到应用。

深圳宏电

深圳市宏电技术股份有限公司成立于 1997 年，是全球领先的物联网无线通信产品提供商及行业智能解决方案服务商。深圳宏电持续推动物联网技术与产业数字化创新发展，率先基于移动通信技术自主研发推出国内首款物联网 M2M 网关产品。宏电以 5G+AI+IOT 为技术路线，已发布多款不同形态的 5G 物联网通信终端，应用于 5G 热点覆盖、智慧工厂、智慧医疗、无人巡检等多个行业领域，成功实施超 400 个 5G 应用试点项目。

映翰通

北京映翰通网络技术股份有限公司，主营业务包括为客户提供工业物联网通信（M2M）产品以及物联网（IoT）领域“云+端”整体解决方案，应用覆盖电力、工业、交通、零售、医疗、农业、环保、地震、水利、油气等行业，市场范围覆盖中国、美国、德国、英国、意大利等全球主要发达工业国家。

中微普业

北京中微普业科技有限公司成立于 2004 年，在通信技术领域，是一家通信设备及终端制造商、信号系统集成商，提供产品设计、研发、制造及服务。主要业务包括信号探测与控制、信息接入与传输、自动化装备开发及定制化解决方案。中微普业在北京、成都、东莞、厦门设有研发和制造中心，在上海、武汉设有客户联络处。研发领域涉及射频微波、光、嵌入式、机械设计、自动化、工业设计、软件、通信等多个专业领域。

6.5.6.5 5G 芯片

高通公司

美国高通公司（Qualcomm）成立于 1985 年，是全球领先的无线科技创新者，也是 5G 研发、商用与实现规模化的推动力量。高通公司主营业务包括芯片半导体、技术授权及投资业务，具体产品包括蓝牙、射频芯片、处理器及 Wi-Fi 等。高通公司于 2020 年 2 月发布第三代 5G 基带芯片 X60，高通公司 X60 支持目前主要频段及其组合的 5G 基带及射频系统，并且支持 SA、NSA 双组网，也支持毫米波、Sub-6GHz（FDD/TDD）、5G TDD 和 FDD 载波聚合和动态频谱共享。

海思

深圳市海思半导体有限公司，于 1991 年启动集成电路设计及研发业务，2004 年注册成立实体公司，主营业务包括海思芯片对外销售、服务及提供智能家庭、智慧城市及智能出行等泛智能终端芯片解决方案。

联发科

中国台湾联发科技股份有限公司成立于 1997 年，是全球著名 IC 设计厂商，专注于无线通讯及数字多媒体等技术领域。公司主营业务及产品包括智能电视、语音助理设备（VAD）、安卓平板电脑、功能手机、光学与蓝光 DVD 播放器，其中芯片技术在市场上具有领先的地位。

紫光展锐

（1）企业介绍

紫光展锐是世界领先的平台型芯片设计企业，是全球少数全面掌握 2G/3G/4G/5G、Wi-Fi、蓝牙、电视调频、卫星通信等全场景通信技术的企业之一。在核心的 5G 领域，紫光展锐是全球公开市场 3 家 5G 芯片企业之一。

紫光展锐具备大型芯片集成及套片能力，产品包括移动通信中央处理器，基带芯片，AI 芯片，射频前端芯片，射频芯片等各类通信、计算及控制芯片等，场测覆盖全球 133+国家和地区，通过全球 260+运营商的出货认证，拥有包括荣耀、realme、vivo、三星、摩托罗拉、海信、中兴、京东、银联、格力在内的 500 多家客户。

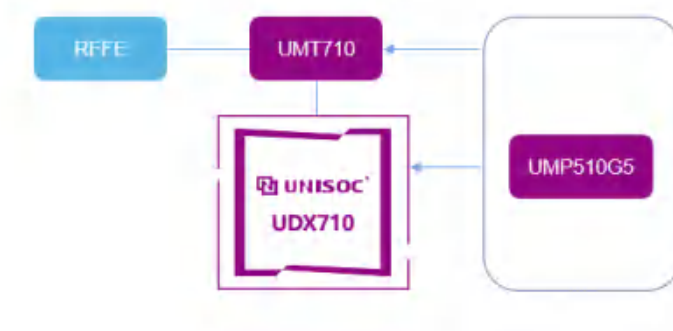
紫光展锐曾多次获得国家科学技术进步奖，其中特等奖 1 次、一等奖 2 次，累计申请专利超 11000 项，拥有 3G/4G/5G、多卡多待、多模等核心专利。

（2）典型案例

紫光展锐 V510 是全球已实现成熟量产的 5G 基带芯片平台，同时支持 2G/3G/4G/5G 网络，支持 SA 和 NSA 双架构，，充分满足 5G 发展阶段中的不同通信及组网需求，已应用在 CPE、MiFi、工业网关及物联网终端在内的多种产品形态上，为全球用户带来 5G 高速连接体验。

紫光展锐 V516 是业界首个支持 5G R16 Ready 的物联网 5G 基带芯片平台，支持 5G LAN、CAG、5G 网络多切片，低时延可靠性达 99.99%，并可实现 ms 级的空口时延和精度达 1us 的 5G 网络授时。V516 面向垂直行业可有效降低 5G R16 技术的行业应用门槛，引领 5G 进一步赋能千行百业，并催生新的数字生态，推动多个行业领域乘着 5G R16 的东风扬帆远航。

图表 87 紫光展锐 V510\V516 套片构成图



来源：紫光展锐

（3）应用效果

搭载紫光展锐 V510\V516 的多款 5G 数据终端，已在海内外量产商用；全球主流模组厂商已基于 V510\V516 芯片推出多款 5G 模组，为各个行业应用场景带来 5G 技术创新。

目前，基于 V516，紫光展锐已携手生态伙伴实现全球首个基于 3GPP R16 协议版本的业务验证，并推出多款 5G R16 模组和终端产品，为 5G R16 标准迈向商用奠定了重要里程碑。V516 有效降低了 5G R16 技术的行业应用门槛，引领 5G 进一步赋能千行百业。

紫光展锐持续推动 5G 在社会经济各领域的规模商用，搭载展锐 5G 芯的 5G 模组和 5G 终端，已在全球多个市场赋能超百个行业终端应用案例，5G 技术深度赋能智慧医疗、智慧物流、智慧电力、智慧采矿、智慧交通、智能制造、智能园区等行业的智能化升级。

6.5.6.6 RedCap 芯片

高通公司

高通技术公司 2023 年 2 月宣布推出全球首个 RedCap 调制解调器及射频系统——骁龙®X35 5G 调制解调器及射频系统。与传统的移动宽带终端相比，搭载骁龙 X35 的 NR-Light 终端外形更小巧、成本更低、续航更持久。

除骁龙 X35 外，高通技术公司还推出骁龙®X32 5G 调制解调器及射频系统，这款从调制解调器到天线的解决方案旨在助力打造复杂度更低、成本高效的 RedCap 终端。

紫光展锐

2023 年 10 月，紫光展锐携手中国联通 5G 物联网 OPENLAB 开放实验室共同完成 RedCap 芯片 V517 创新孵化，并实现在联通 5G 全频段 3.5GHz、2.1GHz、900MHz 下的端到端业务验证测试。

紫光展锐携手中国联通 5G 物联网 OPENLAB 开放实验室（简称“OPENLAB 实验室”）共同完成 RedCap 芯片 V517 创新孵化，并实现在联通 5G 全频段 3.5GHz、2.1GHz、900MHz 下的端到端业务验证测试。

依托端网协同的测试能力及标准化的测试方案，本次联合实验充分验证了紫光展锐

V517 芯片在功能及性能方面具备商用能力，为 RedCap 的自主研发作出了积极贡献。

6.5.6.7 5G 模组

移远通信

上海移远通信技术股份有限公司是全球领先的物联网整体解决方案供应商，拥有涵盖 5G、LTE/LTE-A、NB-IoT/LTE-M、车载前装、安卓智能、WCDMA/HSPA (+)、GSM/GPRS 和 GNSS 模组的完备产品线以及丰富的行业经验，可提供包括蜂窝通信模组、物联网应用解决方案及云平台管理在内的一站式服务。公司产品广泛应用于车载运输、无线支付、智慧能源、智慧城市、无线网关、工业应用、医疗健康和农业环境等领域。

广和通

广和通始创于 1999 年，是中国首家上市的无线通信模组企业。作为全球领先的物联网无线通信解决方案和无线通信模组提供商，广和通提供融合无线通信模组、物联网应用解决方案及云平台在内的一站式服务，致力于将可靠、便捷、安全、智能的无线通信方案普及至每一个物联网场景，为用户带来完美无线体验，丰富智慧生活。在万物互联的 5G 时代，广和通全球首发 5G 模组，引领 5G 的行业普及和应用，其全产品线涵盖 5G、LTE/LTE-A、NB-IoT/LTE-M、车载前装、安卓智能、WCDMA/HSPA (+)、GSM/GPRS、Wi-Fi、GNSS 等技术，为云办公、智慧零售、C-V2X、智慧能源、智慧安防、工业互联、智慧城市、智慧农业、智慧家居、智慧医疗等行业数字化转型保驾护航。

美格智能

美格智能技术股份有限公司是一家无线通信模组及解决方案提供商，专注于 4G LTE、4G LTE-A、NB-IoT、CAT-M、5G sub-6G、5G 毫米波、WIFI6 等无线通信模组、解决方案、智能终端的设计、研发和销售，模组产品主要应用于物联网、车联网、智能物流、智能家居、智能电网、金融支付、智能安防、工业路由等领域。

日海智能

日海智能科技股份有限公司成立于 1994 年，是一家在深交所上市的国家高新技术企业。公司专注于为国内外电信运营商、电信主设备商和网络集成商提供一流的通信网络连接、分配、保护的产品及整体解决方案。公司业务体系包括 5G 小基站、AI 物联网终端、AI 物联网大中台、AI 边缘计算设备、智能化通信设备、相关综合解决方案及工程服务。

6.5.6.8 RedCap 模组

中移物联 OneMO

2023 年 8 月，中移物联 OneMO RedCap 模组 MR880A 于“5G RedCap 技术与物联网应用创新研讨会”获颁“5G RedCap 优秀产品和解决方案”荣誉。MR880A 是一款专为 5G RedCap 应用场景而设计的 5G Sub-6GHz 模块，采用 3GPP Release 17 RedCap 技术，支持 5G

NR 和 LTE-TDD/FDD 国内频段，满足国内运营商使用需求；支持 LCC（29*32mm）、M.2（30*52mm）、Mini-PCIe（30*51mm）等多种通用封装，兼容 5G 和 4G 主通信模组，适配性强，可以帮助客户提升终端开发速度；支持多种 5G 融合能力，包括 uRLLC、网络切片、5G LAN、高精度授时等，集成多种标准工业接口；支持 ows/Linux 操作系统下的 USB 和 PCIe 等多种驱动和软件功能，可极大地拓展其在 IoT 和 eMBB 领域的应用范围。MR880A 主要面向智慧工厂、视频监控、智慧电力、智能穿戴、车载通信等多种行业应用。

利尔达

利尔达 NR90 系列模组是专为高可靠、低时延、大连接、中高速率应用场景设计的 5G RedCap 模组，具备频段全面、速率满足普遍场景需求、封装全面、接口丰富、兼容性强等优势。

NR90 系列模组支持 OpenCPU 开发，可提供更大的用户使用空间；基于利尔达自主研发的“凌云”系统框架，支持 OpenWRT 特性，可为用户提供更丰富更易用的二次开发能力；基于利尔达“微服务”软件功能，模组内置了 JS、Lua、Python 虚拟机，可为用户提供低代码、可视化的软件开发环境，让 RedCap 模组更“好用”。

同时，利尔达 NR90 系列模组向上兼容 5G eMBB 指令集，向下兼容 LTE AT 指令集，并支持客户自定义扩展 AT 指令，便于用户终端产品从 4G 向 5G 快速迭代。模组还内置 WEBUI，支持用户自行配置、外部调用。灵活的软件能力，让 RedCap 模组更“易用”。

通过更小的尺寸、更低的功耗、更少的天线数量，NR90 系列模组将更好地赋能 5G 技术在智慧工业、能源电力、视频监控、移动宽带、车联网、智能穿戴等垂直行业，助力 RedCap 技术快速商用。

6.5.6.9 天线

立讯精密

立讯精密工业股份有限公司于 2004 年成立，2010 年 9 月于深交所上市，是全球连接器厂商的龙头企业。公司总部位于广东东莞。公司研发生产的产品包括连接器、连接线、马达、无线充电、FPC、天线、声学 and 电子模块等，应用领域包括消费电子、通讯、企业级、汽车及医疗等。

信维通信

深圳市信维通信股份有限公司成立于 2006 年，2010 年在深交所上市，是全球领先的一站式泛射频解决方案提供商。公司主营业务及产品包括泛射频零部件及相关模组的研究、开发、销售及制造。

歌尔股份

歌尔股份有限公司于 2001 年 6 月成立，2008 年 5 月在深交所上市，是全球布局的科技创新型企业。公司主营业务包括声光电精密零组件及精密结构件、智能整机、高端装备的

研发、制造和销售，目前已在多个领域建立了综合竞争力。同时，歌尔还致力于为手机、平板、可穿戴等移动终端产品提供定制化的整体天线解决方案。

6.5.6.10 射频前端

昂瑞微电子

北京昂瑞微电子技术有限公司成立于 2012 年 7 月，是中国领先的射频前端芯片和射频 SoC 芯片的供应商。公司主营业务包括射频/模拟集成电路和 SoC 系统集成电路的开发，以及应用解决方案的研发和推广。

海思

深圳市海思半导体有限公司，于 1991 年启动集成电路设计及研发业务，2004 年注册成立实体公司，主营业务包括海思芯片对外销售、服务及提供智能家庭、智慧城市及智能出行等泛智能终端芯片解决方案。华为海思射频前端团队于 2018 年组建，目前已经取得较突出的成绩，首款 PA 模组 Hi6D03 已应用于 Mate 20X 上。



VII 5G 应用

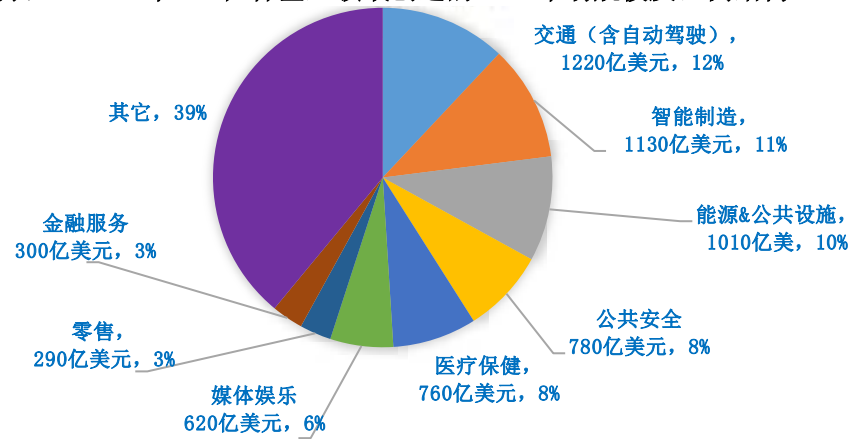
7.1 概述

目前，5G 已在我国工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥重要作用，形成多个具备商业价值的典型应用场景。截至 2023 年 9 月底，5G 行业应用已融入国民经济 97 个大类中的 67 个，较 2022 年增加了 27 个；5G 应用案例累计超过 9.4 万个，较 2022 年大幅增加了约 7.4 万个，全国“5G+工业互联网”项目超过 7000 个。工业互联网、智慧矿山、智慧医疗、智慧港口等行业已进入快速发展阶段，文旅、物流、教育等行业正在探寻行业用户需求，明确应用场景，开发产品并形成解决方案。智慧城市和融合媒体等行业需求正在逐步清晰。金融、水利等行业正在积极进行技术验证。根据中国信通院对 5G 行业应用发展的问卷调查结果，八成行业单位认为 5G 应用能提质降本增效，提升安全可靠。5G 成为支撑行业转型升级的重要驱动力，助力企业在提质增效、节约成本、提升安全可靠、节能减排等方面实现突破。

具体而言，在工业领域，我国已形成 5G+机器视觉、5G+远程辅助等 40 余个应用场景的解决方案，工业领域的 5G 应用已逐步深入生产经营核心环节。在采矿领域，5G+远程掘进、5G+智能综采、5G+井下设备远程操控、5G+无人矿卡等十余种解决方案已经实现试点或商用，全国 50 强煤炭企业的 5G 应用占比高达 72%。在电力领域，初步形成 5G+配网差动保护、5G+精准负荷控制、5G+机器人巡检等配用电环节解决方案。在港口领域，5G+远程控制龙门吊、5G+无人集卡等应用解决方案逐渐成熟。在医疗领域，5G+急救车、5G+远程会诊、5G+远程院后康复治疗等解决方案实现探索与部署，5G+急诊救治体系已在超过 70 个地级市建成使用。

根据中国联通的估算，到 2025 年，全球 5G 创造的 ICT 市场规模将达到 6200 亿美元，其中交通、智能制造、媒体娱乐等领域的市场规模较大。

图表 88 2025 年 5G 在各垂直领域创造的 ICT 市场规模及比例结构



来源：中国联通，智次方研究院整理

7.2 智慧建筑

智慧建筑是建筑智能化系统实施运用的产物，建筑智能化系统是指在建筑内以综合布线为基本传输媒质，以 5G、局域网等网络（包括硬件和软件）为主要通信和控制手段，对各类子系统通过智能化系统集成进行综合配置和综合管理，形成一个设备和网络、硬件和软件、控制管理和提供服务有机综合于一体的综合建筑环境。

国内市场方面，随着我国建筑业整体竣工面积的稳定，老旧小区改造加速，智能化建筑工程实施面积持续增长，2012 年时，仅为 32.13 亿平方米，其中 60%以上是低水平的存量建筑改造面积，附加值相对较低，近几年随着我国智慧建筑的持续发展，新建的智慧建筑面积显著上升，同时存量建筑改造加速，建筑智能化工程建筑面积持续稳定增长，2019 年达到了 61.75 亿平方米。由于智慧建筑正处于快速成长期，随着大型建筑智能化系统解决方案提供商的经验积累逐渐，其获得大型工程和大额订单的能力也随之加强，因而未来从事建筑智能化实施的企业数量会逐步增加，同时这也为智慧建筑行业相关公司提供了良好的发展空间。

另外，随着建筑行业数字化和智能化的推进，以及国内市场认可度的逐年提升，我国建筑信息化软件的需求量逐年增长。据智研咨询数据，2022 年，我国建筑信息化需求量约 468.3 万套，较 2021 年增长 2.6%左右。目前，国内建筑行业很多细分市场仍存在空白，尤其是信息化和互联网领域，具有巨大发展空间。未来我国建筑业未来将朝着集约化经营发展，政策引导和行业发展趋势都将推动产业集中度的提升，实现良性发展。企业应积极拥抱互联网+和 BIM+，找准定位并挖掘细分领域新机会，方有望在竞争中加速变革并率先实现转型升级。

图表 89 2011-2022 年中国建筑信息化软件需求量（万套）



来源：智研咨询

全球市场方面，据市场研究机构 MarketsandMarkets 发布的数据，全球智能建筑市场规模预计将从 2021 年的 726 亿美元增长到 2026 年的 1216 亿美元，预测期内 CAGR 为 10.9%。由于各种因素，如对节能系统的需求增加、支持物联网的 BMS 的采用率上升以及行业标准

和法规的增加，预计将推动全球智能建筑解决方案和服务的采用。

图表 90 2021-2026 年全球智能建筑市场规模（亿美元）



来源: MarketsandMarkets

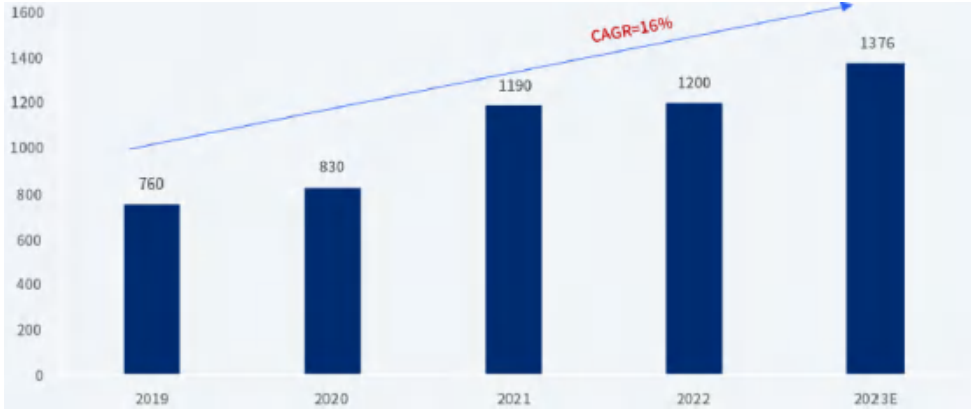
7.3.1 智慧园区

智慧园区是利用 5G、物联网、BIM、云计算、大数据、人工智能、区块链等技术来感知、监测、分析、控制、整合园区各个关键环节的资源，在此基础上实现人、物、园区功能系统间无缝连接与协同联动的智能自感知、自适应、自优化，从而对民生、环保、公共安全、园区功能、商务活动等多种园区需求做出智能化响应的综合系统。

近年来，随着城市化加速发展，国内智慧城市建设步伐不断加快，与此同时，党中央和国务院也更加注重智慧园区的建设与发展。在《“十四五”数字经济发展规划》明确提出全面深化重点产业数字化转型和推动产业园区和产业集群数字化转型，为引导产业园区加快数字化转型、提升数字化水平明确了方向。各省市为了推动本区域内园区及产业数字化转型发展，也相继出台了规划和指导意见。

智慧园区作为产业升级转型的重要载体，产业稳步增长。据爱分析数据，中国智慧园区的市场规模由 2019 年的 760 亿元增至 2022 年的 1200 亿元，预计 2023 年将进一步增至 1376 亿元，2019-2023 年 CAGR 达到 16%。

图表 91 2019-2023 年中国智慧园区市场规模（亿元）



来源：爱分析

目前随着全球物联网、移动互联网、云计算等新一轮信息技术的迅速发展和深入应用，园区信息化、智慧化建设已成为发展趋势。未来在国家宏观政策引导，叠加园区发展趋势的双重因素影响下，我国园区智慧化建设需求预计将持续高速增长。

7.3.2 智慧社区

智慧社区是指在社区统一建设智慧社区系统，运用移动物联网、大数据、人工智能等技术，建立神经元系统全覆盖，按照物联、数联、智联三位一体打造物联网平台，及时发现社区管理问题和风险，以智能化引领城市管理和社会治理能力的提升。

我国智慧社区的建设，从 2012 年作为智慧城市的典型应用，逐步发展到 2014 年作为智慧城市的必选项进行专项建设。2014 年 5 月住建部发布的《智慧社区建设指南（试行）》提出，到 2020 年，50%以上的社区实现智慧社区标准化建设，建立完善的社区服务体系、可持续发展的社区治理体系和智能化社会服务模式。近年来，我国政府进一步推出政策发展智慧社区，推进智慧社区建设；尤其自疫情爆发以来，我国政府持续强化智慧社区政策赋能。

图表 92 2014-2022 年智慧社区政策概览

政策名称	颁布日期	颁布主体	政策要点
《智慧社区建设指南(试行)》	2014 年 5 月	住建部	第一次对智慧社区的评价指标原则、总体框架及支撑平台等进行了系统性的阐述，对智慧社区的实践具有极其重要的指导意义。
《全国民政标准化“十三五”发展规划》	2016 年 8 月	民政部	提出应着重开展社区信息化和智慧社区建设等标准研制，从国家层面引导智慧社区建立相关标准，进而实现规范化管理。
《“十三五”国家信息化规划》	2016 年 12 月	国务院	提出推进智慧社区建设，完善城乡社区公共服务综合信息平台建立网上社区居委会，发展线上线下相结合的社区服务新模式。

《关于加强和完善城乡社区治理的意见》	2017 年 6 月	国务院	提出务实推进智慧社区信息系统建设，积极开发智慧社区移动客户端。
《绿色社区创建行动方案》	2020 年 7 月	住房和城乡建设部等部门	提出提高社区信息化智能化水平，包括推进社区市政基础设施智能化改造和安防系统智能化建设，整合社区安保、车辆、公共设施管理、生活垃圾排放登记等数据信息，推动门禁管理、停车管理、公共活动区域监测、公共服务设施监管等领域智能化升级等。
《“十四五”城乡社区服务体系建设规划》	2021 年 12 月	国务院	规划提出，到 2025 年年末，社区线上线下服务机制更加融合，精准化、精细化、智能化水平持续提升。
《关于深入推进智慧社区建设的意见》	2022 年 5 月	住房和城乡建设部等九部门	意见提出，到 2025 年，基本构建起网格化管理、精细化服务、信息化支撑、开放共享的智慧社区服务平台，初步打造成智慧共享、和睦共治的新型数字社区。
《关于全面推进新时代民政标准化工作的意见》	2022 年 7 月	民政部 市场监管总局	围绕加强基层治理体系和治理能力现代化建设，实施“新时代新社区新生活”服务质量提升行动，加快推进社区服务、智慧社区等系列标准研制，提高基层治理精细化、智能化水平。
《“十四五”国家科学技术普及发展规划》	2022 年 8 月	科技部 中央宣传部 中国科协	深入实施科普信息化提升工程，强化科普信息与智慧教育、智慧城市、智慧社区等深度融合。
《关于在城乡社区做好新型冠状病毒感染“乙类乙管”有关疫情防控工作的通知》	2023 年 1 月	民政部 农业农村部等	引导社会力量参与建设开发智慧社区信息系统和简便应用软件，完善城乡社区疫情防控工作信息化支撑，推动社区疫情防控工作与居民群众需求精准对接，并为老年人、孤儿、事实无人抚养儿童、农村留守儿童、残疾人等群体保留必要畅通的线下渠道。
《智慧社区需求与场景》	2023 年 11 月	工信部	在场景与业务方面，明确了智能安防、智能消防、智能停车、智慧水利、智慧路灯等各种细分应用场景功能所需。 在第三方面应用场景上，针对智慧社区党建、治理、物业、服务等也做了详细的规定。

来源：政府网站、观研天下，智次方研究院整理

根据观研天下数据，2021 年，全球智慧社区行业市场规模达到 1696.77 亿美元，同比增长 0.46%。

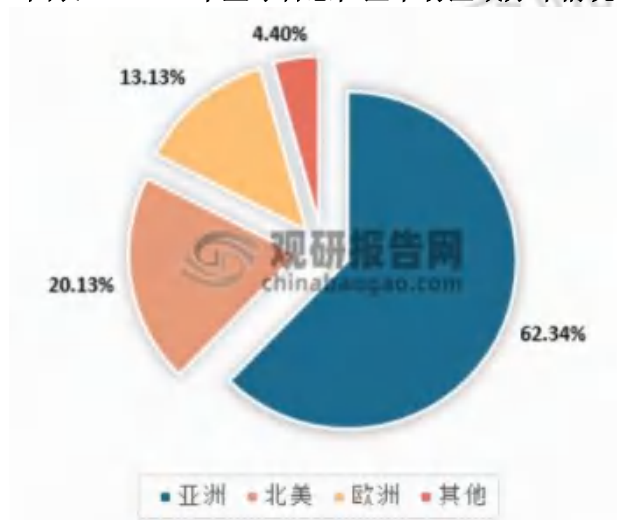
图表 93 2017-2021 年全球智慧社区市场规模



来源：观研天下

从区域分布来看，近年来，随着亚洲发展中国家基础设施投资规模不断扩大，全球智慧社区行业发展规模持续向亚洲倾斜，其已成为主要市场。根据观研天下数据，2021 年，亚洲的智慧社区市场份额占比达 62.34%，北美市场占比排第二，为 20.13%。

图表 94 2021 年全球智慧社区市场区域分布情况



来源：观研天下

在中国市场，智慧社区行业发展潜力巨大，市场规模呈现稳定增长趋势。根据观研天下数据，2021 年我国智慧社区市场规模已达到 5950 亿元，同比增长 10.08%，2022 年行业规模已超过 6000 亿元。

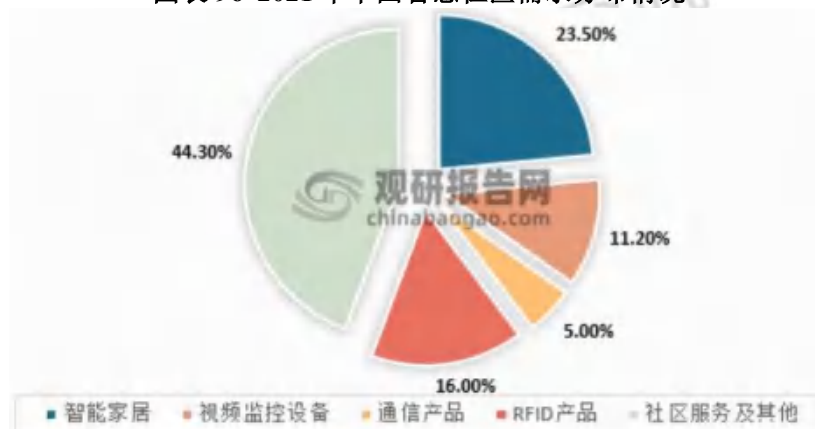
图表 95 2017-2022 年中国智慧社区市场规模



来源：观研天下

具体从产业规模分布结构来看，智能家居需求较高，在智慧社区产业规模中占比最大，达到了 23.47%；其次为智慧社区视频监控设备、智慧社区通信，占比分别为 11.17%、5.05%，社区服务及其他占比 44.3%。

图表 96 2021 年中国智慧社区需求分布情况



来源：观研天下

随着技术发展日新月异，智慧社区建设有望较好地融合新技术。目前，智慧社区利用互联网技术建成了多个智能化的信息管理系统，这些系统以满足居民生活需求为出发点，具备强大的实用性功能，能够为居民生活提供便捷化、高效率的服务。未来随着 AI、生物识别等新兴技术的革新，行业在下游需求促动的影响下，从自身产品迭代能力以及市场前景来看，具有非常可观的发展前景。智研咨询预测，我国智慧社区市场规模有望在 2028 年突破万亿元大关。

图表 97 2023-2029 年中国智慧社区市场规模预测



来源：智研咨询

7.3.3 智慧商超

智慧商超是通过物联网、智慧终端、云计算等科技手段对传统商超进行数字化、智慧化、智能化的一种改造，它使得人与人、人与物变得更智能、快捷交流，将极大提高用户购物体验，提高运营效率，降低运营风险，降低管理成本。

电商竞争白热化，使线上获客成本持续增长，互联网公司纷纷转移线下，巨头布局加速行业发展；全球实体零售发展放缓，亟待寻找新的增长动力；中国实体零售发展处于初级阶段，流通效率整体偏低；消费者数字化程度越来越高，认知全方位，购物路径呈现全渠道趋势；消费者的消费方式不断升级，新一代消费新内容、个性多样，消费新主张，品质、智能消费。原来实体零售重点关注的是商品、渠道，希望用商品价格提升竞争力。但随着消费观念和习惯的改变，单纯低价格已经吸引不了消费者。现在的消费者更注重商品的品质，更希望能有极致化的体验服务。适应消费升级需求，支持新型消费发展，应大力发展流通新业态新模式，推动实体商业企业加快数字化、智能化改造和跨界融合，为传统门店和社区小店打造数字化供应链体系，实现线下人、货、场的精准匹配。

随着智能手机的普及和消费者尤其是年轻一代对购物效率的日趋重视，智慧商超将成新兴商超发展的重要方向。未来智慧超市在智能场景、购物方式及个性化营销等方面拓展更多让人耳目一新的功能。

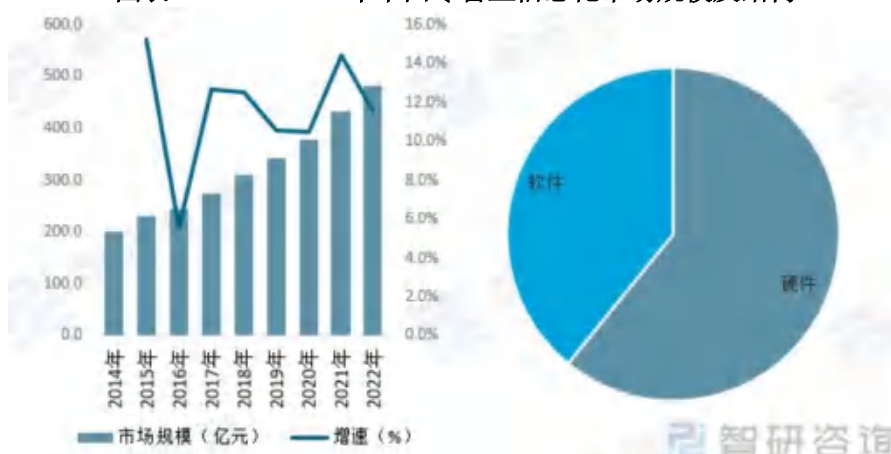
在智能场景方面，智慧商超可大大提升运营效率，给顾客带来优质购物体验的电子价签、自助结账、刷脸支付等新技术目前已应用到超市中；未来 AR、人工智能等新技术也将相继应用到超市中。这些新技术的应用，可以打造出智能化的线下购物场景，满足消费者对购物便捷化、智能化的需求。

在购物方式上，智慧超市可以更好地融合线上。超市可使用电子价签让变价系统智能化，从而实现线下所有商品价格与线上商城实时同价。在线上，消费者可通过公众号、小程序、APP 购买超市商品，可选择自提或配送到家，在线下，消费者用微信或 App 扫描

MTag 电子价签上的二维码，即可跳转到线上商城页面，了解商品的详细情况及用户评价。

中国零售业正迅速转向新零售模式，即线上线下融合的全渠道经营。电子商务、社交媒体、无人零售店等形式的兴起，正在改变消费者购物方式。新零售模式强调以消费者为中心，提供一体化的购物体验，通过多渠道接触消费者，提高品牌忠诚度。中国零售业的信息化发展正处于一个高速增长的阶段，技术创新不断推动着行业的变革。然而，也面临着数据安全、合规性、消费者隐私等一系列挑战。未来，随着技术的深入发展，中国零售业有望实现更高水平的智能化、数字化，为消费者提供更优质的购物体验。根据智研咨询数据，2022 年中国零售业信息化行业市场规模约为 482.72 亿元，其中硬件占比 60.89%。

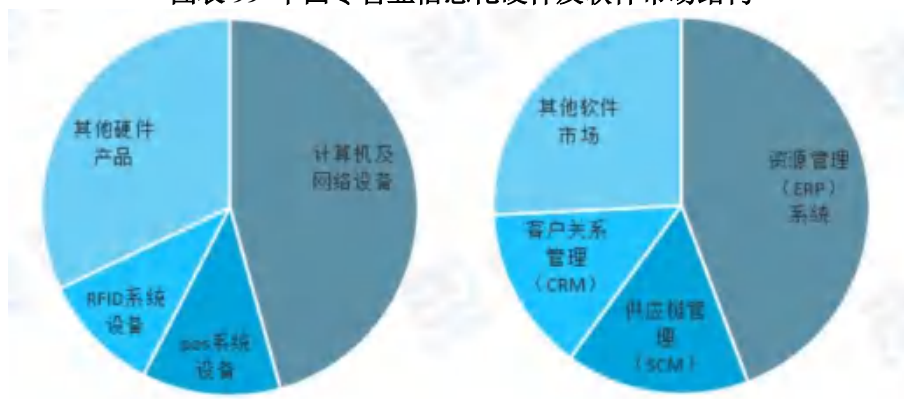
图表 98 2014-2022 年中国零售业信息化市场规模及结构



来源：智研咨询

从零售业信息化硬件市场结构来看，计算机网络设备占比最重，占比为 45.67%，其次为 pos 系统设备，占比为 11.92%，RFID 系统设备占比为 10.33%，其他硬件产品占比 32.08%。从零售业信息化软件市场来看，资源管理 ERP 系统占比最重，占比为 44.27%，其次为供应链管理（SCM）占比为 15.78%，客户关系管理（CRM）占比为 14.18%，其他软件占比为 25.77%。

图表 99 中国零售业信息化硬件及软件市场结构



来源：智研咨询

7.3 车联网

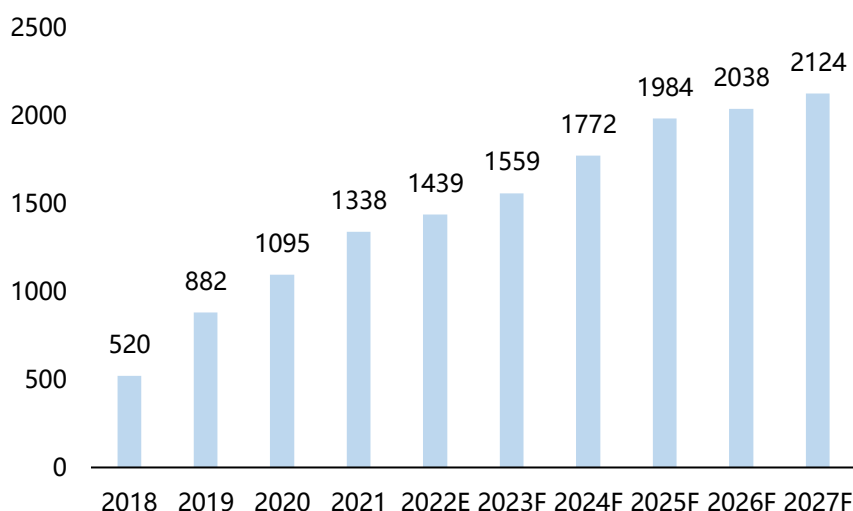
车联网的概念源于物联网，即车辆物联网，是以“车-路-云-网-图”等道路交通各要素为信息感知对象，实现车与云平台、车与车、车与路、车与人、整车环境等全方位网络链接的信息通信技术。车联网将大幅提升车辆整体的智能驾驶水平与社会交通服务的智能化水平。

车联网可以划分为四个阶段，目前正处于第三阶段：

- 阶段一：2009-2016 年，2G/3G 和 4G 的应用，为汽车接入网络提供底层基础设施。
- 阶段二：2016-2020 年，大数据分析开始广泛应用，保险行业及部分金融机构可以利用数据对车主行为决策等进行分析。
- 阶段三：2020-2022 年，5G 技术的发展与 V2X 技术的推出，为车物对接成为可能，车联网功能被大大丰富了。
- 阶段四：拥有系统化的智能计算与判断能力，可实现全自动驾驶与智能驾驶远程连接。

按照行业惯例，汽车更新换代周期为 8-10 年左右，预计整体车联网市场将在 2025 年至 2030 年实现爆发性增长。2022 年，中国智能网联汽车出货量预计将达到 1439 万辆，智能汽车渗透率约为 24%。根据 GGAI《中国智能网联汽车导航市场报告》与中国汽车工程学会预测，中国 2025 年智能网联汽车出货规模将达到 1984 万辆，相较 2022 年增加 37.9%，智能网联汽车将占到整体汽车出货量的 80%，到 2030 年，中国智能网联汽车的出货占比将达到 100%。

图表 100 2018-2027 年中国车联网汽车出货量（万辆）



来源：GGAI《中国智能网联汽车导航市场报告》，智次方研究院整理

目前，车联网领域发展较快的重要子板块包括智能车载终端、路网基础设施与车载智能平台等。

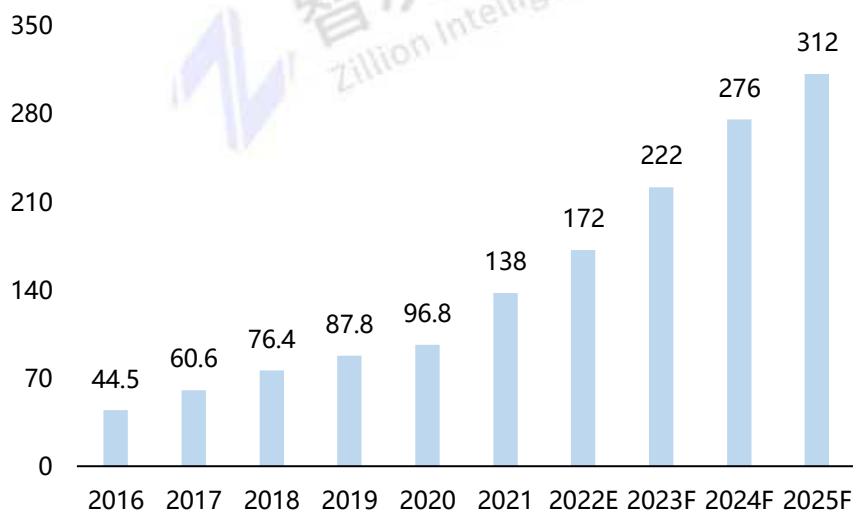
7.3.1 智能车载终端

智能车载终端（VST）将 GPS 技术、北斗定位技术、里程定位技术及汽车黑匣等技术进行了融合，增强了对运输车辆的现代化管理，具体包括车辆动态监测管理（车速、里程、到站时间、堵车、火警、故障等）、车辆卫星 PS 定位监测、电子站牌控制管理、智能终端驾乘人员身份识别、终端数据采集、智能车辆终端应急时间处理等。随着当前技术的发展而不断丰富，智能车载终端的应用从早期的系统监测和数据记录，发展为集导航、娱乐、社交等功能于一体的新型产品形态，日前人工智能等技术的广泛应用，支持语音操控与车载功能进行互动，大大提升了驾车过程的操作便利性，丰富了驾车体验。

车载终端主要包括前装 T-Box、智能汽车后视镜及后装 OBD 等产品，目前车载 T-box 主要以 4G 为主，主要原因是 5G-V2X T-box 部署成本仍较高，且周边路网基础设施仍处于早期建设阶段，车辆搭载 5G-V2X T-box 难以实现“车路协同”功能，未来随着车联网产业的发展，基于 5G-V2X 的前装、后装产品将在车联网、自动驾驶中扮演重要角色。

前装 T-Box 指满足车规要求的车载远程信息处理终端，主要实现道路交通信息、车辆远程控制及车辆诊断辅助等功能。国内前装 T-Box 厂商主要包括华为、经纬恒润等，国际厂商主要有博世、法雷奥等。2021 年我国 T-Box 市场规模达到 138 亿元，预计 2025 年这一数字将达到 312 亿元，2021-2025 年 CAGR 达到 22.6%。

图表 101 2016-2025 年中国 T-Box 市场规模（亿元）

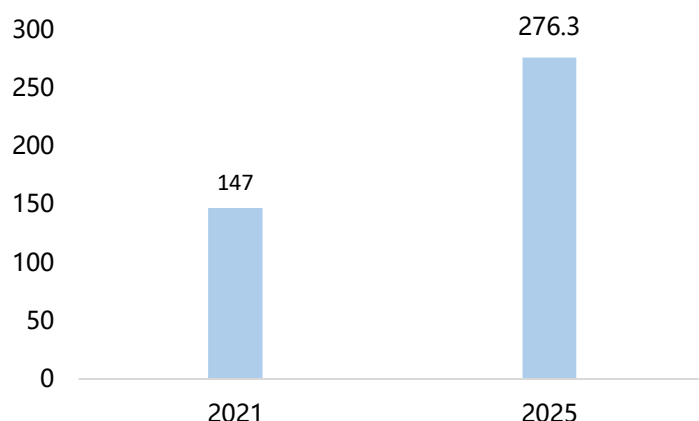


来源：头豹研究院，智次方研究院整理

近年来，智能汽车后视镜是车载终端的另一主要增长点，行车安全辅助、流媒体及行车记录都可以一体化整合进后视镜系统当中。

后装 OBD 主要指车辆车载诊断系统，实现车辆定位跟踪及驾驶行为分析等功能。目前海外后装 OBD 市场成熟，国内市场以相对低端的产品为主，市场门槛较低，产品毛利率较低。据 Statista 数据，2021 年，全球 OBD 市场规模达 147 亿美元，预计 2025 年，这一数据将增至 276.3 亿美元，CAGR 达 17.1%。

图表 102 2021-2025 年全球 OBD 市场规模（亿美元）

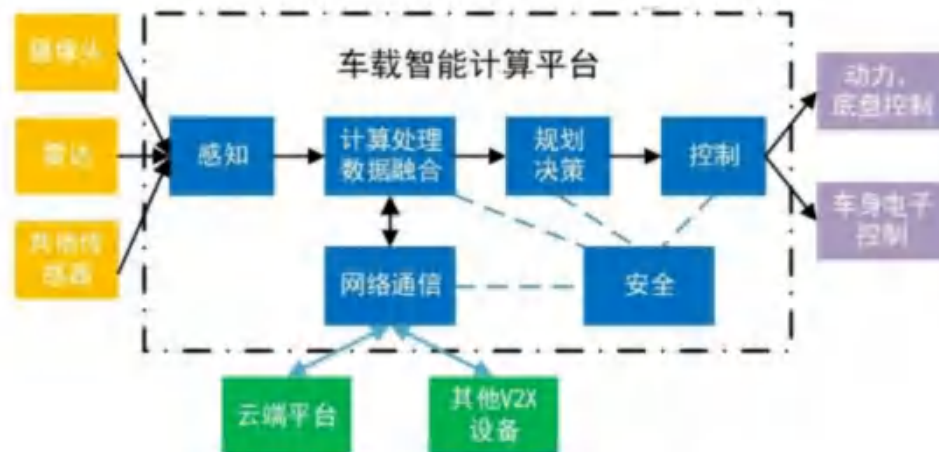


来源：Statista，智次方研究院整理

7.3.2 车载智能计算平台

车载智能计算平台是智能汽车的“大脑”，通过车身传感器收集并传输环境数据与车身定位信息，并上传智能平台进行复杂的逻辑计算，整合分析海量数据并达到汽车自动决策或决策推荐的效果。为满足高算力需求，目前车载智能计算平台采用多个 SoC 集成的办法，实现多类计算单元（如 CPU、GPU、FPGA、ASIC 等）协同工作。

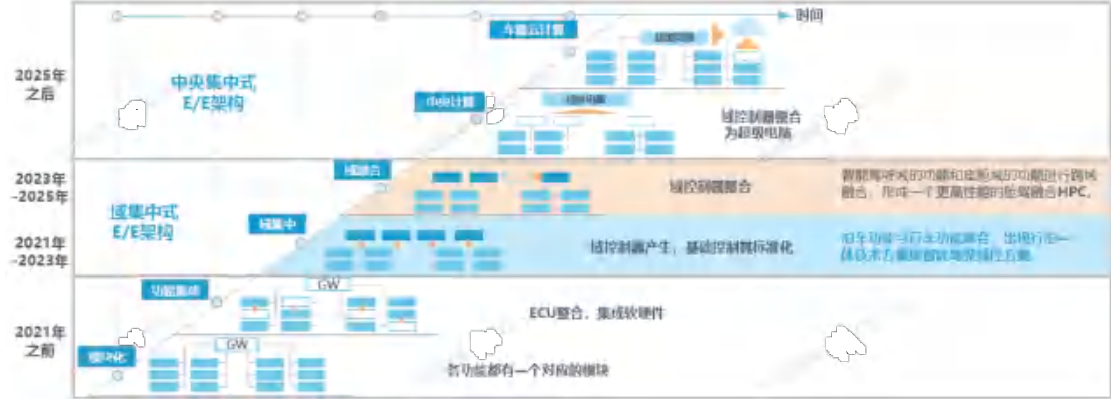
图表 103 车载智能计算平台功能定位



来源：中国软件评测中心《车载智能计算平台白皮书》

遵循整车 E/E 架构发展路径，车载智能计算平台的发展历程可分为三大阶段，分别为分布式 E/E 架构平台（包括模块化架构与功能集成架构）、域集中式 E/E 架构平台（包括域集中架构与域融合架构）以及最终的中央集中式 E/E 架构平台。目前国内已有多家企业发布了相关产品，并持续深耕更具有性价比的产品方案。随着 E/E 架构的升级至域融合架构阶段（本质上仍属于域集中式 E/E 架构），各域功能之间会实现跨域融合，高性能计算平台（跨域融合 HPC）也将在 2023 年迎来量产。主机厂对于车载智能计算平台的关注度逐渐提高，使本土供应商可凭借车载智能计算平台获得先发优势与弯道超车的最佳机遇。

图表 104 车载智能计算平台发展历程



来源：博世、亿欧智库

通过架构模块看，车载智能计算平台的生态圈主要由传统汽车零部件企业、车载芯片厂商、算法解决方案商、系统软件厂商以及主机厂构成。相较于本土企业，国外大厂已构建了成熟生态以及深度合作关系。

业务发展方面，车载智能计算平台产业链上下游企业不断拓展自身业务线、提升软硬件协同发展的能力。底层芯片在提供硬件芯片外，正在沟通软件算法的能力；中间件企业逐步提供功能软件以及应用软件算法相关业务；主机厂不再仅是零部件集成商，开始自研应用软件相关业务，希望实现产品的自主可控。企业业务不断拓展过程中，也为产业链提供更加开放多元的合作模式与可能。

图表 105 车载智能计算平台产业结构



来源：亿欧智库

域控制器作为集中式架构的核心，域内大部分功能将由域控制器控制实现。域控制器利用处理能力强大的 SoC 主控芯片计算，通过系统软件（操作系统、中间件）和应用算法实现对域内功能的集中控制。SoC 主控芯片提供硬件计算能力，使更多核心功能集中在域控制器内，系统功能集成度提高的同时，对功能感知与执行硬件要求降低。

软件架构层，操作系统主要负责对硬件资源进行合理调配，以保证各项功能的有序进行，并提供丰富的标准化软件接口支持，支撑上层的应用算法。大量的应用算法提供更多功能体验。更灵活的整车 OTA 可带来应用算法的不断增加更新，使车企有能力为用户提供不断迭代升级的功能体验。

智能驾驶功能的渗透率稳步提升，随着 E/E 架构的升级，前视一体机将逐步被替代，适用于行泊一体的域控制产品将成为车企布局智能驾驶业务过程中的核心硬件。当前域控产品的发展过程中，适用于 L2 级别行泊一体的轻量级域控凭借成本优势，成为传统主机厂的首选。具有更高算力面向 L2+/L3 级别行泊一体域控制器，成为新势力车企布局高阶智能驾驶的关键。根据亿欧智库数据，中国智能驾驶域控制器市场在轻量级域控与高算力域控的稳定增长下，2025 年市场规模将达到 322.7 亿元。

图表 106 2021-2025 年中国智能驾驶域控制器市场规模（亿元）



来源：亿欧智库

智能座舱域将 HUD、仪表、车载信息娱乐等座舱电子以及交互方式进行融合集成。相较于智能驾驶域，座舱域控制器相对较为成熟，座舱域控制器将成为 L2 及以上级别智驾车型的标配，同时随着芯片会有所升级但是整体大规模放量，后续价格依次降低。根据亿欧智库数据，预计 2025 年中国智能座舱域控制器市场规模将达到 430.2 亿元。

图表 107 2021-2025 年中国智能座舱域控制器市场规模（亿元）



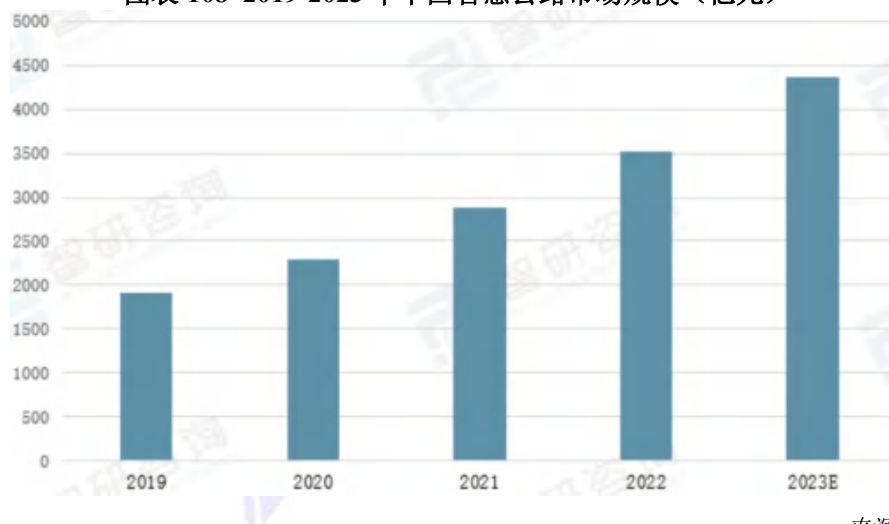
来源：亿欧智库

7.3.3 公路智能

公路智能是在交通领域中充分运用 5G、物联网、云计算、人工智能、自动控制、移动互联网等现代电子信息技术面向交通运输的服务系统，对于充分保障交通安全、发挥交通基础设施效能、提升交通系统运行效率和管理水平具有重要意义。通过信号机、视频检测器、行人检测摄像机、边缘计算装置、RSU 设备 RFID 读写器等传感设备收集数据，为基础设施提供接入平台的能力。道路的数字化动态信息的收集传输，增强了智能平台的分析能力，提升了路侧交通基础设施智能水平的同时，为系统性升级车联网“车-路-云-网”提供可能。

根据智研咨询数据，2019 年以来，我国智慧公路市场规模持续上涨，2022 年，我国智慧公路市场规模为 3519.8 亿元，同比增长 22.45%，预计到 2023 年底，我国智慧公路市场规模将上涨至 4367 亿元。

图表 108 2019-2023 年中国智慧公路市场规模（亿元）



来源：智研咨询

7.4 智慧工业

智慧工业是指将信息技术、网络技术和智能技术应用于工业领域，并与未来先进制造技术和绿色节能降碳技术相结合，形成的新的数字化、智能化和绿色化工业体系。它在自动化生产制造的基础上，增加了数字化和智能化能力，采用计算机技术模拟企业在采购、制造、质检、用能、物流、营销、服务等全价值链过程中的活动，以进行分析、推理、判断、构思和决策，从而扩大、延伸甚至替代人类大部分的体力和脑力劳动，实现知识密集型生产和运营。

工业企业经过智慧物联赋能升级，将实时采集和高效分析生产数据，提高人机协同度、强化生产过程可控性、减少生产线上的人工干预和改善产品质量等，实现简易自动化下的智能制造（LCIM 低成本智造）；同时，可望全面掌握产销流程，优化供应链体系，降低产品成本和能源资源消耗，把传统生产运营范式提升到数字化、智能化和绿色化新阶段。

智慧工业作为新一代信息通信技术、智能技术、先进制造技术与绿色节能降碳技术融

合的产物，是深化供给侧结构性改革、推动工业做强做优做大的重要引擎。在构建新发展格局的大背景下，促进信息通信技术与工业融合创新，加速传统制造业向智能制造和服务型制造的转型提质升级，推进智慧工业现代化进程，已成为我国政产学研各界的广泛共识。

在政策护航方面，中国在 2015、2016 年分别提出了“工业互联网”和“智能制造”的发展规划和目标；2021 年，先后再出台《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》和《“十四五”智能制造发展规划》等文件，全面部署“十四五”时期两化深度融合和智能制造发展工作重点，在更广范围、更深程度、更高水平上加速工业数字化转型，实现两化融合发展；2022 年，党的二十大报告进一步提出将基本实现新型工业化作为 2035 年基本实现社会主义现代化的一项重要目标，要求加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。

在基础支撑方面，作为智慧工业主要基础设施的工业互联网网络、平台、安全三大体系建设不断完善。截至 2022 年底，标识解析体系建设取得标志性成果，5+2 国家顶级节点全面建成，二级节点实现 31 省（区、市）全覆盖，服务企业 23 万家；有影响力的平台达到 240 个，双跨工业互联网平台服务企业数量突破 720 万家；工业互联网安全深度行活动深入推进，千余家企业积极开展分类分级安全管理实践，发现、处置安全风险，企业安全防护水平得到提升。

在产业发展方面，一是融合应用实践日益活跃。智慧工业相关解决方案/产品在 45 个国民经济大类得到广泛应用。根据工信部数据，截至 2023 年 7 月，我国各地建设数字化车间和智能工厂已近 8000 个，涌现出一大批数字化、网络化建设的示范工厂、标杆工厂、灯塔工厂。截至 2022 年底，“5G+工业互联网”建设项目超 4000 个。我国工业企业关键工序数控化率和数字化研发设计工具普及率分别达到 58.6%、77%，重点工业互联网平台连接设备超过 8100 万台（套）。试点示范项目生产效率平均提高 45%、产品研制周期平均缩短 35%、产品不良率平均降低 35%。二是产业供给能力显著增强。工业互联网产业加快壮大，2022 年产业规模达到 1.2 万亿元。智能制造装备市场满足率超过 50%，主营收入超 10 亿元的系统解决方案供应商超 40 家。全国已形成具有行业和区域影响力的工业互联网平台近 100 个，各类型工业 APP 数量超过 35 万个，有力支撑了工业提质降本增效。

在技术提升方面，我国智能制造水平正在稳步提升。根据中国电子技术标准化研究院数据，2019-2022 年，我国制造企业智能制造能力成熟度处于一级及以下的比例，已由 85% 降至 63%；其中，32% 的制造企业已达到智能制造能力成熟度一级，量大面广的中小企业开始了数字化改造，成为智能制造发展的生力军。二级（实现核心业务环节的数字化网络化）、三级（实现网络化集成及单点智能）、四级及以上（实现深度智能化，引领中国式智能制造创新发展）的制造企业比例分别由 2019 年的 12%、2% 和 1%，升至 2022 年的 21%、12% 和 4%。随着 IT 与 OT 技术的不断完善，20 世纪 90 年代逐步形成的包括 ERP、MES、SCADA、PLC 和 I/O 在内的 5 层架构界限正变得愈发模糊。新型数据采集体系架构处于不

断创新完善当中，有望在 5 层架构中引入具有更高可扩展性及成本效益的工业连接解决方案新模块。随通信方式智能化的深入，OT 数据集成要求不断提高，空前拉近了信息技术与工业各环节。为了降低 IT 技术与工业生产业务之间的信息孤岛，IT 与 OT 团队的协同与融合已成为必选项。

图表 109 智慧工业领域 IT 与 OT 融合发展趋势



来源：头豹研究院

智慧工业的重点应用场景包括智慧工厂、智慧供应链与智慧矿山等。

7.4.1 智慧工厂

智能工厂的架构分为 5 个层面，自下而上分别为基础设施层、智能装备层、智能产线层、智能车间层和工厂管控层。工厂智慧化的前提是工厂的数字化与数据信息的平台化。工厂的数字化转型过程中涉及到大量不同系统与工具，如 MES、WMS、工业看板、智能工业传感器等。5G 通信技术具有广连接、低延迟等特征，促进了工业生产个性化、与柔性制造需求。5G+MEC 边缘智能可以很好地解决工业企业数据隐私安全、异构网络融合等核心痛点。5G 技术亦可以赋能工业设备，在远程维护、实时数据采集、工厂设备远程管理、机器视觉产品检测等领域能够很好地发挥 5G 技术优势。

图表 110 智能工厂的 5 层架构



来源：东滩智库

5G 赋能的智慧工厂，以网络化、智能化为核心，实现了信息流、物流、资金流、业务流、价值流的有机统一，灵活响应需求变化、快速反应生产问题，实现工厂需求到生产端到端的信息拉齐统一。在实现工厂内部数据统一的基础上，工厂可以将数据服务向外蔓延，最终实现与供应商、合作伙伴如元器件厂商、智慧工厂方案商、集成商、工厂上游供应商、产品下游消费者全产业链的数据拉通，最大程度整合产业连资源，减低生产成本。

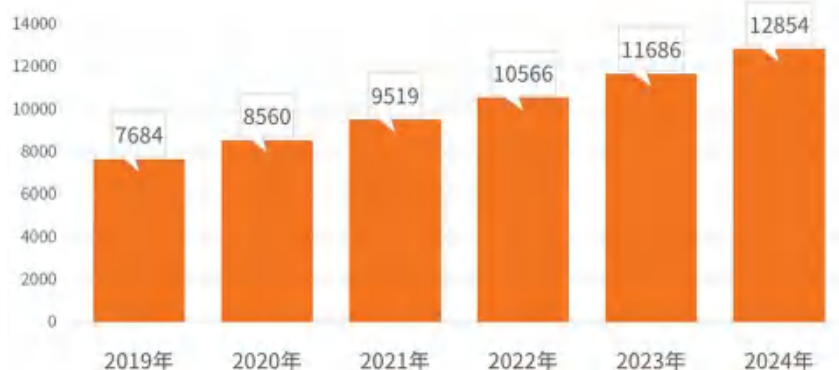
工厂的智能化转型主要有 3 个特征：生产过程自动，生产单元智能化，以及个性化定制。不同行业，如石化、钢铁、冶金、建材、纺织、造纸、医药、食品等制造领域，企业发展智能工的重难点集中在从 0-1 建设生产过程数字化、生产管理数字一体化，以及供应链协同化与产业大数据应用上。

《“十四五”智能制造发展规划》中提出，要建设智能制造示范工厂，实现泛在感知、数据贯通、集成互联、人机协作和分析优化，建设智能场景、智能车间和智能工厂；通过智能车间/工厂建设，带动通用、专用智能制造装备加速研制和迭代升级；鼓励各地方、行业开展多场景、多层级应用示范，培育推广智能化设计、网络协同制造、大规模定制、共享制造、智能运维服务等新模式。

随着工厂智慧化进程的不断演进，据 Mordor Intelligence 数据，2023 年全球智能工厂市场规模估计约为 3231.3 亿美元，预计到 2028 年将达到 5142.9 亿美元，2023-2028 年 CAGR 为 9.74%。

在中国市场，SK 海力士根据当前各行各业建设智慧工厂的热情及扩张速度估算，2021-2024 年，中国智慧工厂行业市场规模将保持 10%以上的年均增速，到 2024 年，中国智慧工厂行业市场规模将达到 12854 亿元。

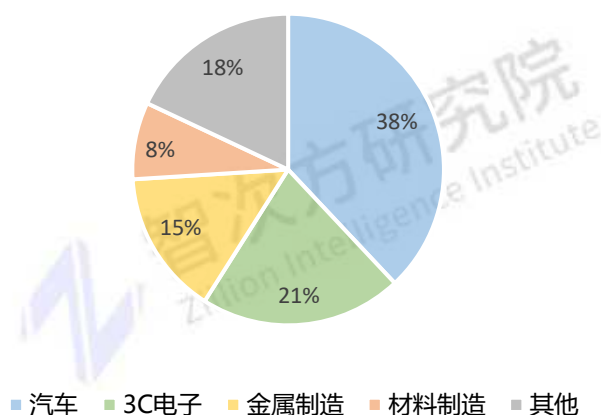
图表 111 2019-2024 年中国智慧工厂行业市场规模（亿元）



来源：SK 海力士

据中商情报网数据，2022 年中国智慧工厂下游应用集中在汽车、3C 电子、金属制造、材料制造等领域。其中汽车制造领域的智慧化程度最高，该领域建造智慧工厂的价值规模占到全国各领域的 38%。

图表 112 2022 年中国智慧工厂下游应用结构

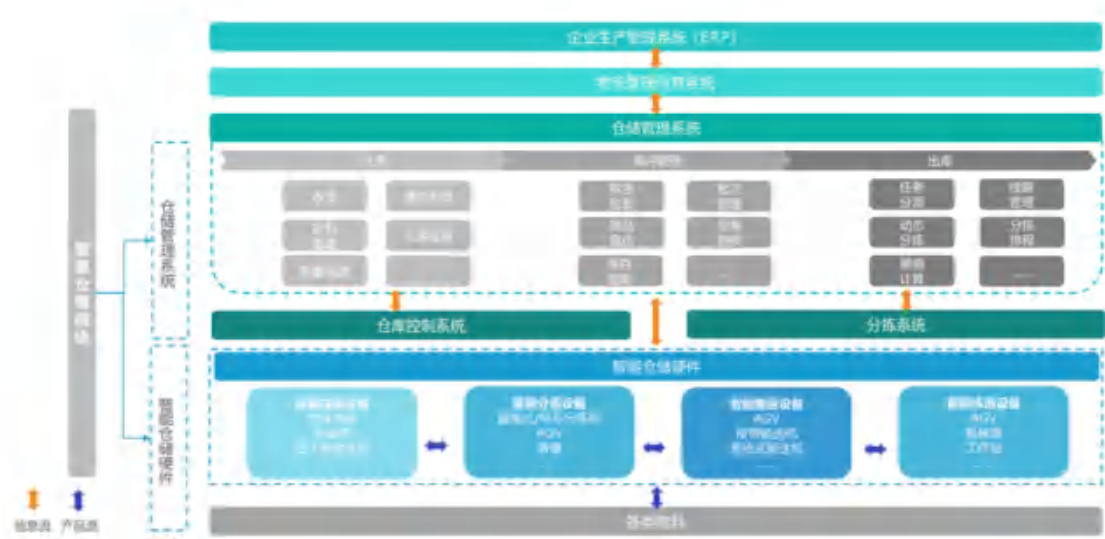


来源：中商情报网，智次方研究院整理

7.4.2 智慧供应链

智慧供应链是指围绕企业核心业务，通过对企业信息流、产品流、资金流、经由原材料采购、产品生产、分销、零售等环节的数据打通与共享，将供应商、制造商、分销商直到最终用户连成一个整体的功能网链结。其中仓储物流是贯穿产业各环节不可或缺的一部分。供应链物流中的仓储体系包括仓储库房管理，也包括供应链上下游物品的进出货管理、库存管理、货物分拣、包装、配送及管理计划、执行和控制的各项活动。

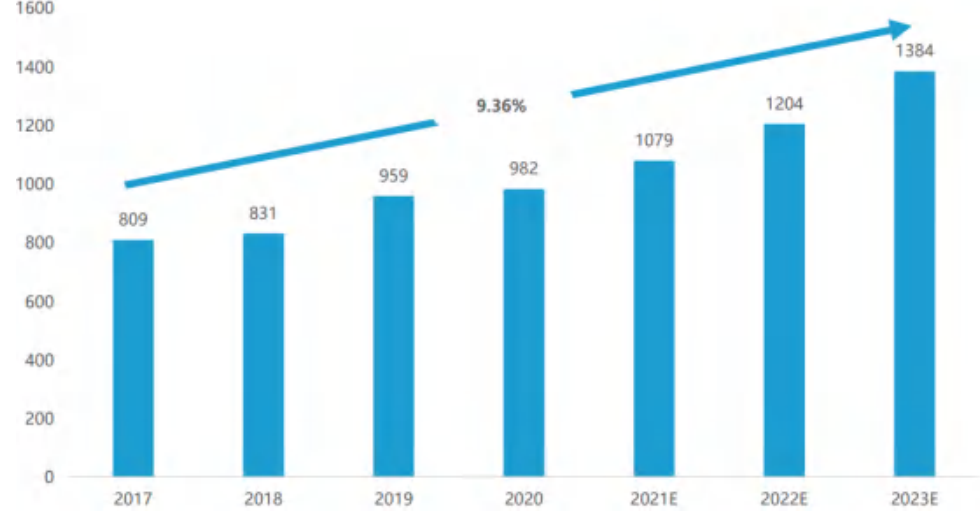
图表 113 智慧仓储体系架构



来源：亿欧智库

据亿欧智库测算，预计到 2023 年智能仓储市场规模有望达到 1384 亿元，2017-2023 年 CAGR 为 9.36%，具有相当的成长空间。

图表 114 2017-2023 年中国智能仓储市场规模（亿元）



来源：亿欧智库

近年来，我国产业链供应链数字化转型步伐明显加快，新增企业数量实现新突破，重点项目建设加快推进，呈现强劲增长态势。根据中国物流与采购联合会发布的《产业链供应链数字经济发展报告 2023》，我国产业链供应链数字经济发展态势良好，整体产业链供应链数字经济市场持续保持快速增长。2022 年产业链供应链数字经济市场规模 43.82 万亿元，从 2018 到 2022 年整体市场规模年均复合增长率达 11.59%。2023 年产业链供应链数字经济市场规模有望达到 51.65 万亿元。

图表 115 《产业链供应链数字经济发展报告 2023》核心数据



来源：中国新闻网

从产业链供应链数字经济重点项目来看，2022 年新增重点项目数达到 912 个，占比约为 46.18%，新增重点项目数保持高速增长。近三年的重点项目中，涉及大数据的数量最多，其次为云计算、人工智能、工业互联网等。

从产业来看，近三年产业链供应链数字经济重点项目中，制造业的项目数量最多。此外，金融业、通用产业、物流产业的产业链供应链数字化情况也成效显著。随着技术创新与场景开发进一步深入，产业链供应链数字化应用的效果有望快速释放。

7.4.3 智慧矿山

智慧矿山指在矿山自动化、信息化、数字化的基础上，通过云计算、大数据、物联网、人工智能、5G 等新一代信息技术在矿山领域的全面应用，实现矿山 CPS 中物理世界和信息世界的融合，达到人、机、环、管等环节全时全域的集约、安全、高效、绿色等目标。

传统矿山行业是高危、劳动密集型行业，需要一个可靠高效的数据采集和信息传输系统，促进矿山人、机、物的全面互联。5G 大带宽、低时延的技术加持，使设备远程控制成为可能。这一创新大大降低了矿山企业运维成本与施工风险，实现矿山少人化，提高矿山智能决策、智能感知与执行能力，矿山“装-运-排”24 小时自动化不间断生产成为新趋势。

智能矿山基于现代智能化理念，关注效率问题、安全问题和效益问题，将 5G、物联网、人工智能、自动控制、工业互联网、机器人化装备等与现代矿山开发技术深度融合，形成矿山全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的完整智能系统，实现矿井开拓、采掘、运通、分选、安全保障、生态保护、生产管理等全过程的智能化运行。实现智能矿山的核心要素是将现代信息、控制技术与采矿技术融合，在纷繁复杂的资

源开采信息背后找出高效、安全及环保的生产路径，对矿井系统进行最佳的协同运行控制，并根据地质环境及生产要求变化自动创造全新的控制流程。

智慧矿山主要研究领域包含基础支撑系统、生产辅助系统、穿爆系统、采装系统、运输系统、排土系统、地面生产系统、综合管理系统八个方向。其中，细分绿色管理、无人驾驶和信息通讯技术是智慧矿山的重点研究领域。

图表 116 智慧矿山主要研究领域

研究领域		研究内容
基础支撑系统标准	信息通讯标准	矿井工业以太网、煤矿无线网络、通信系统、5G通信网络、信息安全等
	数据中心标准	煤矿数据分类、煤矿数字治理、煤矿数据管理、数据描述与数据字典、接口协议、数据采集与存储、数据仓库与服务、数据安全等
	管控平台标准	综合管控平台、调度中心、可视化支撑平台、决策支持模型、大数据分析平台、数字交付平台、GIS平台设计、地质数据可视化处理、地质信息三维建模、数字航拍等
生产辅助系统标准	勘探测量标准	勘探设备智能化、遥感技术、遥感设备智能化、无人机测量系统、无人测量、自动建模、储量估算等
	生产协同标准	路径优化、边坡设计、进度计划、料流规划、产量计划、矿山规划等
穿爆系统标准	钻孔控制标准	钻机爆破孔定位、自主导航、自主穿孔、钻机作业监测、钻机远程控制、岩性识别、故障自主检测等
	爆破控制标准	爆破设计规范、爆破孔导航设计、爆堆检测、爆堆评价等
	工艺控制标准	炮孔定位、装药车工艺控制、智慧装药、自动计量、自主行驶等
采装系统标准	电铲控制标准	电铲远程操控系统、电铲计量称重、自主装卸、自主挖掘、电铲作业监测、电铲故障诊断等
运输系统标准	无人驾驶标准	无人驾驶系统、精确定位技术、跟车避障建模、车辆控制决策等
	辅助驾驶标准	卡车调度、燃油监测、胎压监测、路径规划、三维地图、故障检测等
排土系统标准	推土机控制标准	推土机自动作业、推土机远程控制、推土机故障诊断等
地面生产系统标准	生产系统标准	破碎机无人值守、带式输送机监控、带式机器人巡检、堆取料远程控制、破碎站、堆取料机以及带式输送机视频监控等
	工艺系统标准	设备智能快速对接、自动识别和定位、自动化卡车快速装载、设备智能化诊断等
综合管理系统标准	绿色管理标准	粉尘智慧化管控、缺水水再利用、生态治理等
	安全管理标准	边坡监测、风险预警、安全巡检、无盲区监测等

来源：观研天下

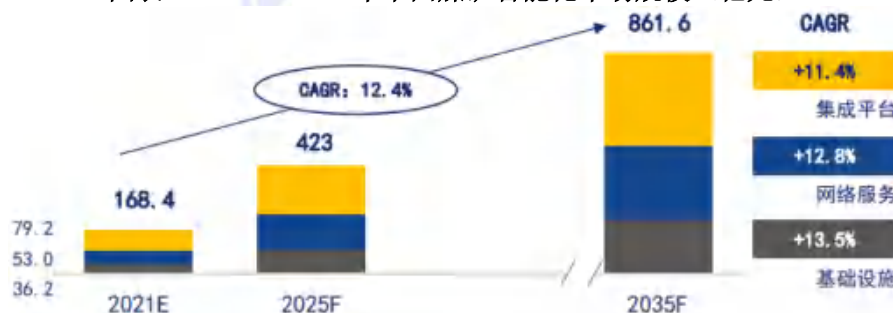
目前，智慧矿山的应用包括智能采煤、智能掘进、智能巡检、无人矿卡、高清视频监控、AR 远程指导等。2022 年，打造智能、经济、安全、环保的创新型矿山生产体系，实现安全员下车无人化操作的常态化运营，成为智慧矿山的全新变革方向。

智慧矿山对 5G 的需求包括，解决矿山生产事故频发、工作强度较高、招工难及人工成本上升等问题，是典型的急需数字化改造的传统行业。目前 5G+智慧矿山典型的落地场景包括地下实时定位服务、超高清视频实时监控、远程设备控制及 5G 对于传统光纤通信方式的替代。

工信部、国家发改委等部委出台的《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》等，提出“加快新一代信息技术等现代信息技术在煤炭工业领域的推广应用”，推进矿区 5G 网络系统等融合基础设施建设。在建设模式方面，工信部、国家能源局陆续出台《有色金属行业智能矿山建设指南》《煤矿智能化建设指南》等指导性文件，鼓励有条件的矿区开展新型网络技术的规模化实验和应用部署。在应用体系方面，基于 5G 低时延特性的智能采集与深海控制类应用、基于 5G 广连接特性的环境监测与安全防护类应用以及基于 5G 大带宽特性的井下巡检类应用不断成熟，山西、内蒙古、山东、甘肃等多地采矿类 5G 融合应用项目不断涌现，5G 融合应用在采矿业表现出了巨大的市场空间和强劲的发展后劲。

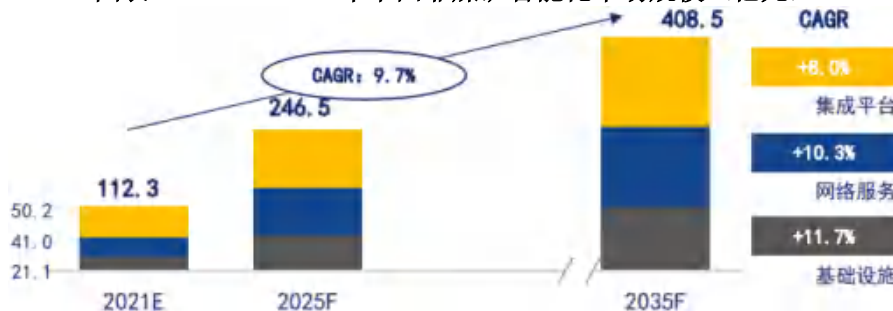
根据新华社数据，目前全国煤矿智能化采掘工作面已达到 1300 余个，有智能化工作面的煤矿达到 694 处（全国煤矿总数约 4400 处），渗透率 15.8%，计划进行智能化建设的投资总规模接近 2000 亿元，目前已完成投资超过 1000 亿元。“十四五”期间，智慧矿山将以大型化、集中化、少人化迎来高速增长，智慧矿山市场规模将以年均超 10% 的高速持续增长，其中集成平台、网络服务、基础设施三方面将增大信息化投入，到 2025 年总的市场规模约为 670 亿元，2035 年有望增至 1270 亿元以上。

图表 117 2021-2035 年中国煤矿智能化市场规模（亿元）



来源：新华社、《中国移动矿山行业数智化转型咨询服务白皮书》、华金证券

图表 118 2021-2035 年中国非煤矿智能化市场规模（亿元）



来源：新华社、《中国移动矿山行业数智化转型咨询服务白皮书》、华金证券

7.5 智慧医疗

智慧医疗是将物联网、大数据、AI 等新兴技术融合赋能医疗健康领域，实现医疗健康服务的智能网联化，进而提高医疗健康服务的资源利用效率，以及市场透明化和标准化。截至目前，全球半数人口缺乏基本的医疗服。其中部分原因在于所处地理位置偏远、与医疗保健资源或专业人员距离遥远。远程医疗有助于将基本医疗服务延伸到这些人。

智慧医疗作为提高医疗品质、效率与效益的新型医疗模式，已经成为推动我国数字经济飞速发展的“新动能”。根据观知海内信息网数据，2022 年我国智慧医疗应用规模约为 780.5 亿元，预计未来行业将继续高速发展，到 2023 年国内智慧医疗应用规模可达到 936.6 亿元。

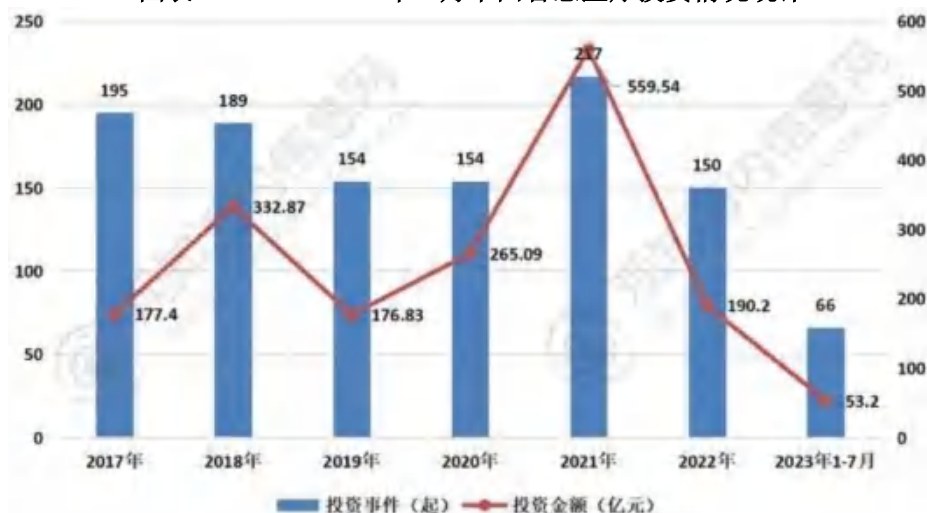
图表 119 2017-2023 年中国智慧医疗应用市场规模（亿元）



来源：观知海内信息网

近年来，我国智慧医疗市场规模呈加速增长趋势，互联网医疗企业、技术型企业、传统医疗信息化企业纷纷加入智慧医疗赛道，寻求与智慧医疗的衔接点，进行转型升级，投融资规模快速增长。观知海内信息网的数据显示，2022 年我国智慧医疗投资数量共 150 起，投资金额达 190.2 亿元。2023 年截至 7 月，我国智慧医疗投资数量共 66 起，投资金额达 53.2 亿元。。

图表 120 2017-2023 年 7 月中国智慧医疗投资情况统计



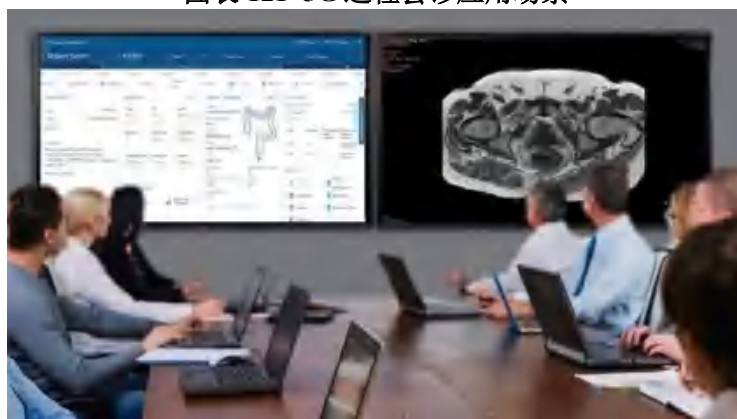
来源：观知海内信息网

随着 5G 正式商用的到来以及与大数据、互联网+、人工智能、区块链等前沿技术的充分整合和运用，5G 医疗健康发挥越来越大的作用。5G 网络低时延、高可靠、大带宽的技术核心能力，将实现海量医疗设备的连接、对本地医疗设备数据进行边缘智能处理、开展超高清医疗影像传输等，为客户提供优质的本地及远程医疗服务。5G 技术在智慧医疗中的 10 大应用场景包括：

- 远程会诊

由于远程医疗对图像传输有着特殊的要求，一般需要 1080P、30FPS 以上的实时视频要求，4G 网络还远远达不到标准。而 5G 网络高速率的特性，能够支持 4K/8K 的远程高清会诊和医学影像数据的高速传输与共享，并让专家能随时随地开展会诊，提升诊断准确率和指导效率，促进优质医疗资源下沉。在新冠疫情中，业界便利用 5G 开展除了语音以外的大量高清视频会议，实现远程会诊。

图表 121 5G 远程会诊应用场景



来源：小善心网

- 远程超声

5G 的毫秒级时延特性，将能够支持上级医生操控机械臂实时开展远程超声检查。相较

于传统的专线和 Wi-Fi，5G 网络能够解决基层医院和海岛等偏远地区专线建设难度大、成本高，及院内 Wi-Fi 数据传输不安全、远程操控时延高的问题。

- 远程手术

5G 网络高速率、大带宽、低时延的特性，可有效保障远程手术的稳定性、可靠性和安全性，利用 5G 网络切片技术，专家可随时随地掌控手术进程和病人情况。

- 应急救援急救

5G 医疗应急救援系统通过网络切片、边缘计算、大数据等技术，以 5G 急救车为基础，配合人工智能、AR、VR 和无人机等应用利用 5G 医疗设备可以第一时间完成验血、心电图、彩超等一系列检查，并通过 5G 网络将医学影像、病人体征、病情记录等大量生命信息实时回传到医院，实现院前院内无缝联动打造 5G+智慧医疗系统存在的问题和建议，大大缩短抢救响应时间，为病人争取更大生机。

图表 122 5G 救护车



来源：小善心网

- 远程示教

5G 手术示教指通过对于医院手术相关病例进行直播、录播等形式进行教学培训。5G 手术示教系统核心功能包括手术图像采集、手术转播、手术指导、手机等移动端应用等。

- 远程监护

依托 5G 低时延和精准定位能力，可以支持可穿戴监护设备在使用过程中持续上报患者位置信息，进行生命体征信息的采集、处理和计算，并传输到远端监控中心，远端医护人员可实时根据患者当前状态，做出及时的病情判断和处理。

- 智慧导诊

智慧导诊一般分为两种形式：机器人 AI 导诊导航和立式大屏导诊。智慧导诊设备涵盖的功能有：业务资讯、挂号预约、健康宣教、院内导航、医生排班信息查询等。

- 智慧院区管理

患者体征实时监测、院内人员安全管理、医疗设备全生命周期管理是智慧医院建设中

的共同诉求。利用 5G 海量连接的特性，构建院内医疗物联网，将医院海量医疗设备和非医疗类资产有机连接，能够实现医院资产管理、院内急救调度、医务人员管理、设备状态管理、门禁安防、患者体征实时监测、院内导航等服务，提升医院管理效率和患者就医体验。

● 移动医护

移动医护将医生和护士的诊疗护理服务延伸至患者床边。在日常查房护理的基础上打造 5G+智慧医疗系统存在的问题和建议，医护人员通过 5G 网络可以实现影像数据和体征数据的移动化采集和高速传输、移动高清会诊，解决 Wi-Fi 网络安全性差的问题，提高查房和护理服务的质量和效率。

● AI 辅助医疗

随着计算机技术和医学影像技术的不断进步，医学影像已逐渐由辅助检查手段发展成为现代医学最重要的临床诊断和鉴别诊断方法。5G 智慧医疗解决方案以 PACS 影像数据为依托，通过大数据+人工智能技术方案，构建 AI 辅助诊疗应用，对影像医学数据进行建模分析，对病情、病灶进行分析，为医生提供决策支撑，提升医疗效率和质量，能够很好的解决我国的医学影像领域存在诸多问题。

7.5.1 远程会诊

远程会诊，是通过电子邮件、网站、信件、电话、传真等现代化通讯工具，实现对患者的病历分析与病情诊断，从而远程提供治疗方案会诊体系，提高了会诊的便利性，结合信息技术大数据技术，提高了会诊的可靠性与准确性，有力的带动了传统治疗方式改革和进步，为医疗走向区域扩大化、服务国际化提供了坚实的基础和有力的条件。

会诊步骤主要包括：前期设备与材料准备、主治医生了解病史、历史检查报告、专家询问病情、专家意见诊断与治疗建议、专家接受医院主治医生提问、患者与专家交流意见、医院出具最终诊断意见书。

借助先进通讯设备，收集并共享患者数据信息，远程会诊很好地解决了专家资源少、患者分散就医难等、医疗系统数据难以整合等问题。

在新冠疫情大流行期间，远程医疗已成为医疗保健的重要组成部分。尽管远程医疗服务甚至在大流行开始之前就已集成到大多数医疗保健系统中，但只有在新冠疫情危机期间，服务才开始广泛使用。希腊研究与技术基金会于 2021 年 10 月发表的一篇文章解释说，在大流行期间，新冠疫情是数字医疗保健创新的催化剂和加速器。监管机构努力消除人工智能和数字健康中的数据孤岛，以更好地促进创新。此外，美国已批准立法，允许更无缝的数据流，而欧盟则整合了成员国之间的数据，以允许在大流行期间跨境交换电子健康记录（EHR）。根据发表在卫生事务上的一项研究，2022 年 9 月，在新冠疫情大流行期间，一小部分初级保健医生负责远程患者监控（RPM）的使用量增加了 4 倍以上。远程医疗解决方案已经证明能够在新冠疫情大流行等高压时期提高健康结果，并与传统医疗保健服务相

结合，预计将进一步增加对远程医疗服务的需求。

根据 Mordor Intelligence 数据，全球远程医疗的市场规模将从 2023 年的 1514.2 亿美元增至 2028 年的 2900.1 亿美元，在预测期间（2023-2028 年）的复合年增长率为 13.88%。

图表 123 2023-2028 年全球远程医疗市场规模等情况



来源: Mordor Intelligence

中国市场方面，得益于政策推广以及实际需求增长，近年来国内远程医疗（包括远程患者监测、在线咨询等）市场快速增长，根据共研网数据，2022 年中国远程医疗行业市场规模为 482.2 亿元，同比增速在 40% 以上。

图表 124 2017-2022 年中国远程医疗市场规模及增速



来源: 共研网

7.5.2 远程手术

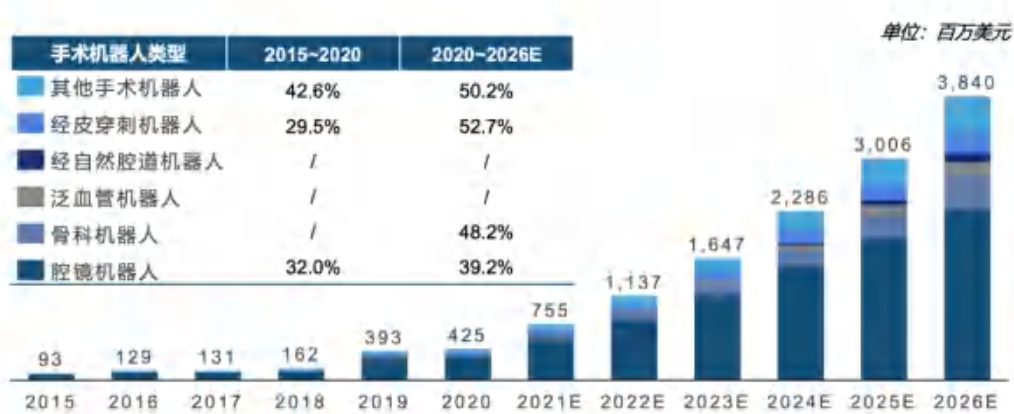
远程手术是指医生与病患身处异地，医生根据传输过来的现场影像，对患者进行手术操作。远程手术对时延的要求高，若要正常进行手术业务，需要将时延控制在 125ms 以内，时延在 50ms 以内才能达到极佳的业务体验。对于远程手术所需要的医疗设备，如手术机器人等，对带宽的上行要求达到 100Mbps、下行要求达到 150Mbps。

2021 年 12 月 22 日，首都医科大学宣武医院联合广西百色市人民医院共同完成一例 5G 远程机器人辅助脑出血手术，北京、百色两地专家远程连线，探讨 5G 远程+机器人模式在脑出血这样常见的临床手术中的作用，再次将远程手术推上风口，远程手术结合机器人手术成为医学界的焦点。远程机器人的实践成就不仅仅只在脑出血辅助项目上，在脑起搏器手术、腹腔镜手术、骨科手术、心血管疾病手术领域也均有成就。

根据 ReportLinker 发布的《2023 年手术机器人全球市场报告》数据，全球手术机器人市场规模预计将从 2022 年的 56.8 亿美元增长到 2023 年的 66.8 亿美元，增长率为 17.6%。

结合资产信息网、千际投行、国海证券等机构数据，2023 年，中国手术机器人市场规模预计为 16.47 亿美元，在全球的占比达 24.7%；预计 2026 年将增至 38.4 亿美元，3 年间增幅达 133.2%。

图表 125 2015-2026 年中国手术机器人市场规模



来源: 资产信息网、千际投行、国海证券

7.5.3 5G 救护车

5G 救护车通过 5G 网络信号源及院前急救详报系统，可将急救转运监护仪监测到的病人生命体征数据实时传送到目的地医院。救护车车载设备如心电监护仪、全自动呼吸机、除颤仪等都与 5G 路由器组网连接，车内诊疗设备采集的病患数据、诊疗数据、监护影像，通过 5G 高速网络可实施传递给国内外专家，结合上述远程会诊、远程手术技术，真正实现上车即就医。

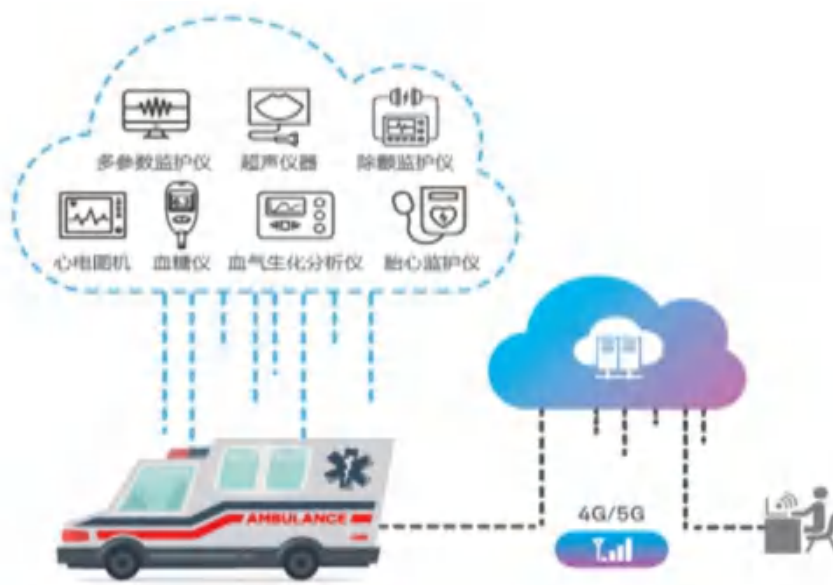
截至目前，5G 救护车已有较多成功应用案例。例如：

2021 年 8 月，成都市第三人民医院急诊中心通过 5G 救护车成功实现了对患者的救治。救护车有 6 块电子大屏幕，实时显示救护车定位、患者生命体征、心电图、急救数据信息等。5G 救护车信息系统，体现了“上车即入院、救护车就是移动监护室”的新一代急救理念，实现了患者在转运过程中的精细化监测，最大程度为患者提供及时、可靠的帮助服务。

2023 年，山西左权县医疗集团 120 急救指挥中心接到急救电话，调度人员通过 5G 应急救援调度系统，快速定位到距离求助地点最近的 5G 急救车，并第一时间向医护人员派发急

救出诊任务。不到 10 分钟，医护人员就到达现场，将患者抬上 5G 急救车，急速赶往 60 多公里外的县城医院。在救护车上，医护人员为患者接上心电监测仪等设备，心电图、超声图像等信息通过 5G 网络同步呈现在左权县医疗集团急救指挥中心。医院的医护人员同步调取患者病史信息，初步诊断其为心绞痛，随车医护人员立即采取相应的急救措施。在 5G 急救车上，患者接受了输液治疗，症状有所缓解，生命体征趋于平稳。1 个多小时后，患者被送达医院，接受进一步救治。

图表 126 5G 救护车示意图



来源：MedTrend 医趋势，智次方研究院整理

7.6 智慧物流

随着大数据、云计算、人工智能、区块链等新技术加快推广应用，建设高效化的物流体系已成为当今物流行业发展的基本要求。智慧物流体系是中国物流产业发展和转型的必由之路，以现代信息技术为标志的智慧物流正步入快速发展阶段。

智慧物流是以信息化为依托并广泛应用物联网、人工智能、大数据、云计算等技术工具，在物流价值链上的六项基本环节（运输、仓储、包装、装卸搬运、流通加工、配送、信息服务）实现系统感知和数据采集的现代综合智能型物流系统。智能化的物流手段贯穿运输、仓储以及派送阶段，而 5G 是实现智慧物流的重要支撑。

在运输阶段，5G 在物流追踪方面的应用有一定潜力。随着业务发展和客户需求不断提升，企业对货物的追踪可视化将有更大的需求，对货物位置、车辆状态的监控需要大连接和大带宽能力，以及对高速移动信息传输的强适应性。未来，在一些贵重品和特殊运输场景下，5G 可以发挥网络优势。

在仓储阶段，云化机器人、AGV、高清监控等是当下智慧仓储园区的重要应用方向，基于以上能力可以实现高效拣选、分拣、园区管理等。5G 网络在机器人云化的过程中，提

供低时延高可靠的无线通信网络，实现对高速分拣机器人等设备的远程操作和监控。5G+AVG 可实现灵活、自避障的场内运输。基于 5G 的高清视频监控则可实现对仓储园区的高效运营。

在配送环节，各企业基于先进机器人、无人机、自动驾驶、高清定位等技术，开展高效配送载具和系统的开发。目前大多数物流企业都在无人运输和配送的领域展开探索，而无人化运输和配送需要超低时延的网络支持，5G 的技术特性能够对其形成很好的匹配。

在技术、市场、政策的多重推动下，我国智慧物流发展迅速，市场规模较大。根据中国报告大厅网数据，我国智能物流市场规模由 2017 年的 3375 亿元增长至 2022 年的 6995 亿元，年均复合增长率达 15.7%。随着物流业与 5G 等新一代信息通信技术的融合进一步深化，预计 2023 年我国智能物流市场规模将增至 7903 亿元。

图表 127 2017-2023 年中国智慧物流市场规模



来源：中国报告大厅

7.6.1 AGV

AGV 小车通常装备电磁或光学等自动导航装置，能够沿规定的导航路径行驶，可以实现无人物流运输。AGV 小车有助于实现物流自动化，小车支持自动配送、自动充电功能，且设备小巧灵活，有助于提升企业效率。

中国政府重视推动 AGV 产业发展，2021 年 12 月，工信部、国家发展改革委、科技部等十五个部委联合印发了《“十四五”机器人产业发展规划》，强调了研制 AGV、无人叉车，分拣、包装等物流机器人的重要性，以满足 3C、汽车零部件、锂电池、新能源汽车、光伏、半导体等领域的大负载、轻型、柔性、双臂、移动等协作机器人需求。

2022 年 11 月，工信部印发《中小企业数字化转型指南》，鼓励应用仓库管理（WMS）、订单管理（OMS）、运输管理（TMS）等解决方案和无人搬运车（AGV）、自主移动机器人（AMR）等硬件，使用第三方物流平台，推动仓储物流环节数字化。开展产品全生命周期管理，构建产品数字镜像，提升产品数据管理水平，发展基于数字化产品的增值服务，拓展业务范围，创新盈利模式。

2023 年 1 月，工信部等十七部委印发《“机器人+”应用行动实施方案》，提出到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。聚焦 10 大应用重点领域，突破 100 种以上机器人创新应用技术及解决方案，推广 200 个以上具有较高技术水平、创新应用模式和显著应用成效的机器人典型应用场景，打造一批“机器人+”应用标杆企业，建设一批应用体验中心和试验验证中心。

GGII 数据显示，2022 年中国市场移动机器人销量创新高，达到 8.14 万台，同比增长 27.67%；市场规模 96.73 亿元，同比增长 23.83%。与此同时，海外需求持续释放，移动机器人出口占比近 26%，创历史新高。预计 2023 年中国移动机器人销量有望突破 11 万台，同比增速将超过 40%，市场规模超 130 亿元。

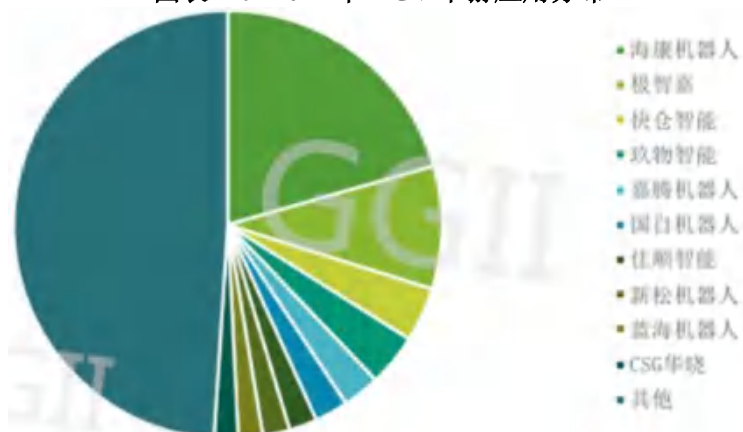
图表 128 2017-2027 年中国 AGV 市场销量及增速



来源: GGII

现阶段，中国移动机器人市场仍属于竞争型市场，行业集中度正逐年提升，2022 年中国移动机器人行业集中度 CR5=40.70%（即前 5 家移动机器人厂商市占率之和为 40.70%），较 2021 年略有提升，马太效应初步显现，各厂商之间差距正在逐渐扩大。

图表 129 2021 年 AGV 下游应用分布



来源: GGII

从细分产品看：

（1）潜伏式 AGV

GGII 数据显示，2016-2022 年中国市场潜伏式 AGV 销量由 3020 台提高至 51200 台，年均复合增速超 45%，预计 2023 年市场增速在 30-40% 左右，销量有望突破 7 万台。

图表 130 2016-2023 年中国市场潜伏式机器人销量及增速



来源: GGII

图表 131 2022 年中国潜伏式 AGV 市场格局（按销量）



来源: GGII

（2）移载式 AGV

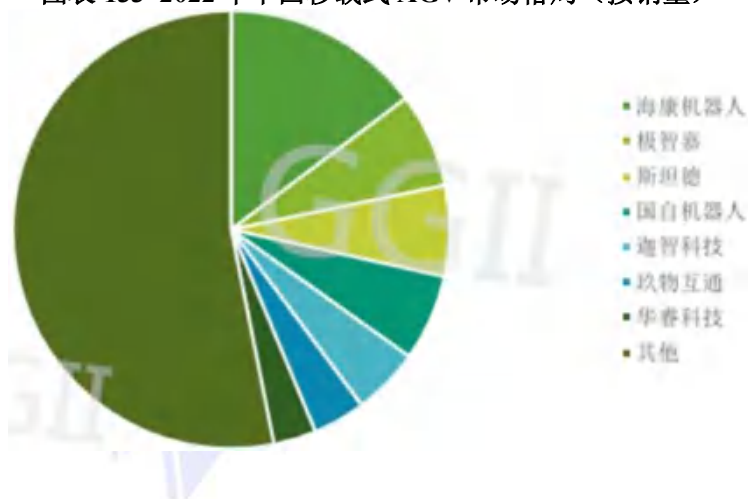
GGII 数据显示，2016-2022 年中国市场移/重载式 AGV 销量由 210 台提高至 6429 台，年均复合增速超过 60%，预计 2023 年市场增速在 40% 左右，销量突破 9000 台。

图表 132 2016-2023 年中国市场移/重载 AGV 销量及增速



来源: GGII

图表 133 2022 年中国移栽式 AGV 市场格局 (按销量)



来源: GGII

(3) 叉车式 AGV

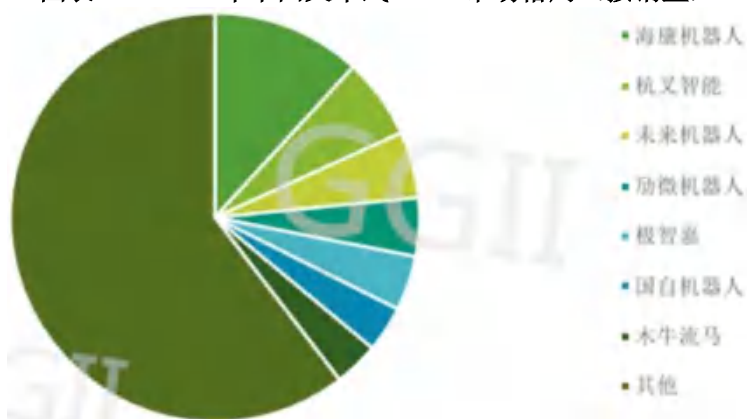
GGII 数据显示, 2017-2022 年中国市场叉车式 AGV 销量由 750 台提高至 11315 台, 年均复合增速近 72%, 预计 2023 年叉车式 AGV 市场增速将超过 80%, 销量突破 2 万台。

图表 134 2016-2023 年中国市场叉车式 AGV 销量及增速



来源: GGII

图表 135 2022 年中国叉车式 AGV 市场格局（按销量）

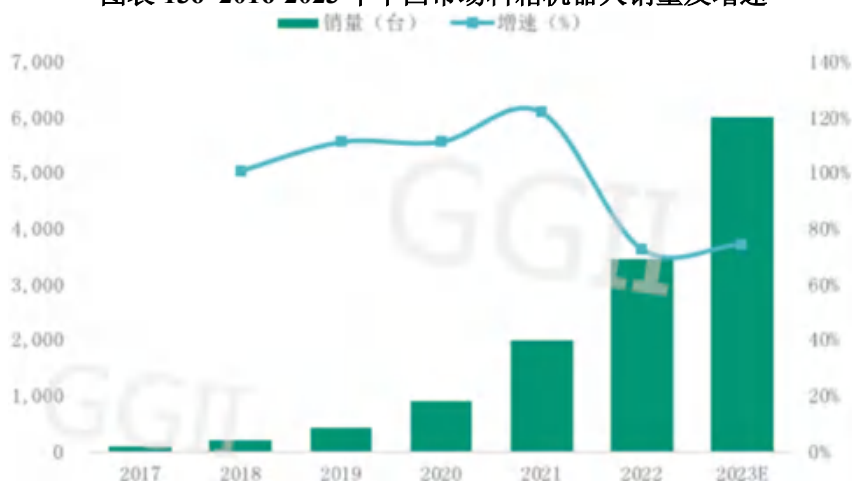


来源: GGII

（4）料箱式 AGV

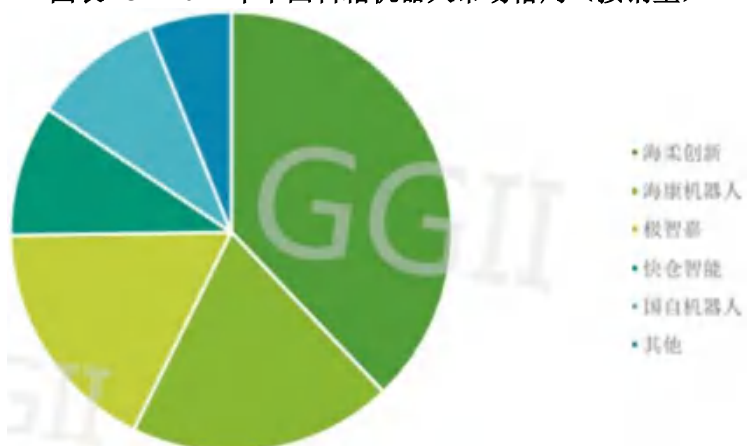
GGII 数据显示，2017-2022 年中国市场料箱机器人销量由 100 台提高至 3454 台，年均复合增速超 100%，预计 2023 年销量有望突破 6000 台。

图表 136 2016-2023 年中国市场料箱机器人销量及增速



来源: GGII

图表 137 2022 年中国料箱机器人市场格局（按销量）



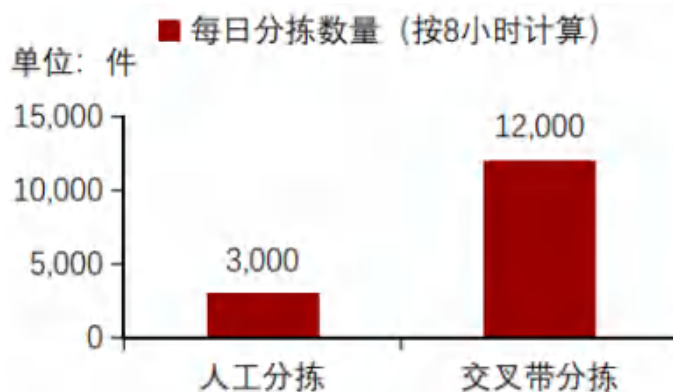
来源: GGII

7.6.2 交叉带分拣

交叉带分拣系统由带式输送机 and 小型台车联接在一起，当“小车”移动到所规定的分拣位置时，转动皮带，完成把商品分拣送出的任务，适宜于分拣各类小件商品，如食品、化妆品、衣物等。

交叉带分拣机是目前智能物流分拣系统行业最主流的应用，可以有效提升分拣效率，按每日 8 小时计算，交叉带分拣机比人工分拣效率高约 40 倍。

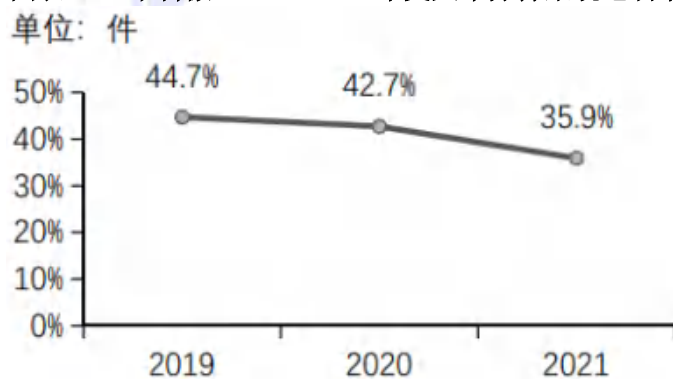
图表 138 人工分拣与交叉带分拣效率对比



来源：头豹研究院

交叉带分拣系统的毛利率水平较高，以中科微至为例，其 2021 年毛利率达到了 35.9%，主要由于交叉带分拣系统等智能分拣系统厂商大多具备生产用于分拣系统的核心设备组件，整体成本控制能力较强。

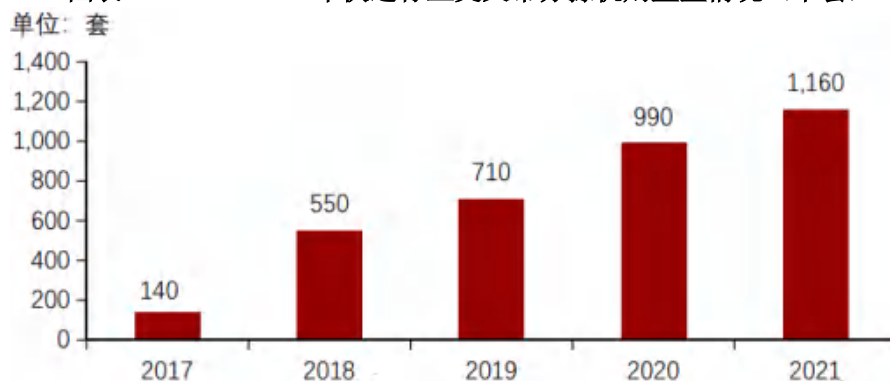
图表 139 中科微至 2019-2021 年交叉带分拣系统毛利率



来源：中科微至招股说明书、头豹研究院

随着顺丰与京东等大型民营企业布局物流厂站与分拣中心，我国交叉带分拣市场进入发展起步期。2017-2021 年，随着电商行业、短视频及直播带货领域的蓬勃发展，物流快递业务量激增，中转分拣环节降本增效的需求凸显，本土民营企业大幅进入物流领域，快速拉低物流行业分拣环节成本，我国交叉带分拣市场进入快速增长期。2021 年，中国快递行业交叉带分拣机购置量达到 1160 套。

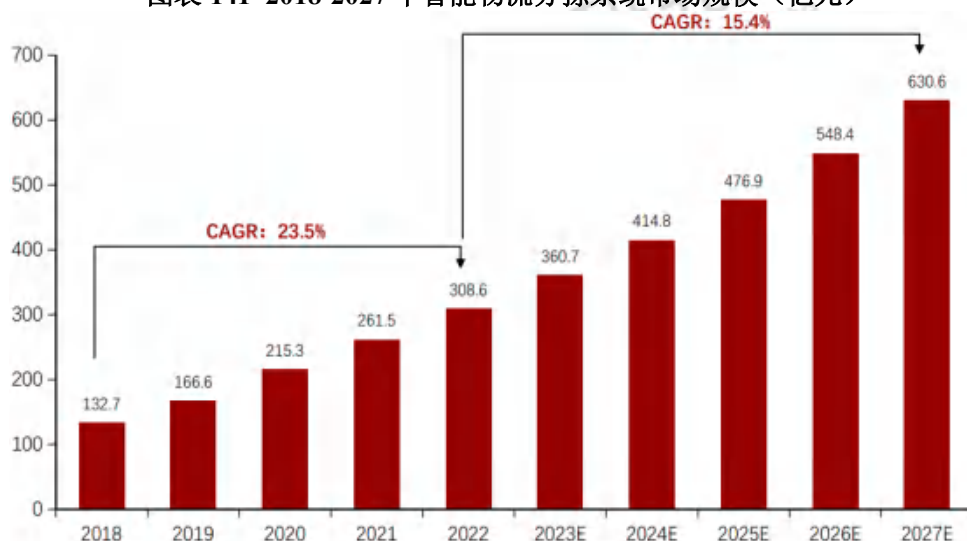
图表 140 2017-2021 年快递行业交叉带分拣机购置量情况（千套）



来源：头豹研究院

随着快递物流市场规模的扩大与竞争加剧，同时政府政策指导降低物流费用，中国智能物流分拣行业市场规模不断扩大：市场规模由 2018 年的 132.7 亿元提高至 2022 年的 308.6 亿元，CAGR 为 23.5%。随着 5G、物联网、人工智能技术应用渗透率的进一步提升，生鲜分拣、工业制造物料分拣、智慧机场的行李分拣系统等新兴分拣需求不断涌现，预计未来智能分拣市场规模将进一步上升，帮助分拣环节降本增效，2027 年市场规模有望增至 630.6 亿元，2022-2027 年 CAGR 为 15.4%。

图表 141 2018-2027 年智能物流分拣系统市场规模（亿元）



来源：头豹研究院

7.6.3 车载监控

车载监控系统由车载 MDVR、车载摄像头、各类传感器、监控平台、网络传输等产品构成。采用嵌入式处理器和嵌入式操作系统，结合音视频压缩/解压缩技术、GPS 全球定位技术、5G 无线通讯技术、USB 通信技术、高级车载电源管理技术、GIS 地理信息技术，可支持视频预览、语音对讲/监听、图像抓拍、GPS/北斗定位、录像回放、轨迹回放、云台控制、车辆运营管理系统等功能，实现各类车型 24 小时安全监控。

车载监控产品具有外观小巧简洁、低功耗、无噪音、安装灵活方便、系统运行稳定等特点，可广泛应用于公交、长途客运、旅游大巴、物流货运、警用执法车辆、火车、地铁、轮船、飞机等移动交通工具。同时，车载视频监控市场是一个典型的利基市场，具有小批量、多品种、需求高度碎片化等特点，柔性生产与柔性制造是车载监控产品厂商的主要生产方式。

综合 Marketsandmarket、前瞻产业研究院等机构数据，2023 年全球视频监控市场预计将成长到 683.4 亿美元；2020 年中国视频监控设备下游应用结构中，交通领域占比约为 15%，由此二者结合推测，预计全球 2023 年交通行业视频监控市场规模有望达 102.5 亿美元。

7.7 智慧城市

智慧城市通过运用人工智能、物联网和数据通信等技术，对市数据信息进行收集与整合，识别和分析。通过最大化暴露各种城市活动需求与问题，最高效进行资源调度并做成及时响应，大大提升城市现代化与人民生活幸福感。通过各级政府、企业和全社会的共同努力，智慧城市蓝图拥有统一协调指挥中心、完整管理体系、功能齐全、反应灵敏、运转高效、资源共享、保障有力，拥有符合要求的应急指挥调度体系，能有效应对各类突发事件，并为应对其他灾害提供有力的支持。

近年来，北京、上海、广州、深圳等城市不断加快智慧城市建设。北京市发布《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》，提出在北京全域打造智慧城市应用场景，鼓励全域场景创新，吸引各行业、各领域新技术在京孵化、开展应用，加速形成创新生态，力争到 2025 年智慧城市产业实现营业收入 3500 亿元。

上海市印发《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023-2026 年）》，明确提出到 2026 年底，全市新型基础设施建设水平和服务能级迈上新台阶，实现“4 个建成”：初步建成以 5G-A 和万兆光网为标志的全球双万兆城市；加快建成支撑人工智能大模型和区块链创新应用的高性能算力和高质量数据基础设施；初步建成全球规模最大、种类最全、综合服务功能最强的创新基础设施集群；全面建成泛在融合的超大规模城市智能终端设施体系。

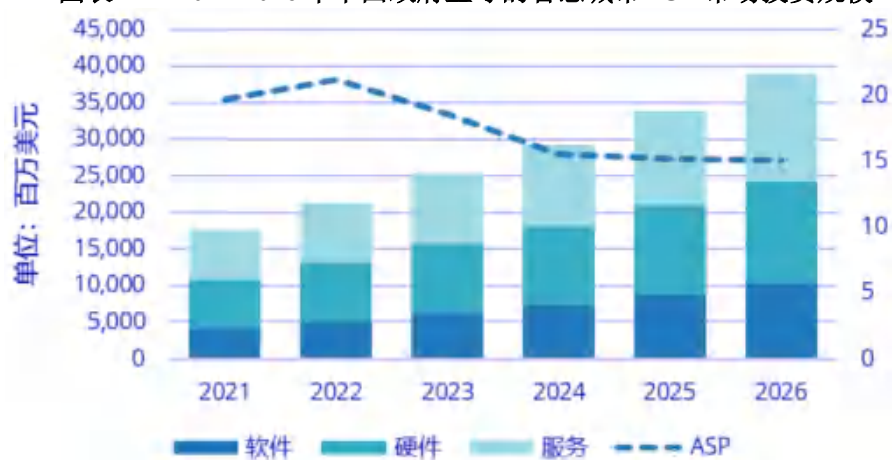
广州市发布《广州市新型智慧城市和“新城建”十大标杆应用场景》，强调发挥场景驱动作用，加快智慧城市应用落地，助力将广州打造为独具“世界水准、中国气派、湾区特色、岭南风韵”的城市发展标杆，让城市管理更智慧、城市运行更安全、城市生活更美好。

深圳市发布《深圳市数字经济产业创新发展实施方案（2021-2023 年）》，将智慧城市产业列为重点领域给予扶持。

根据 IDC 于 2023 年 1 月发布的《IDC 中国智慧城市建设情况及趋势分析，2022-2026》报告，2022 年，中国政府主导的智慧城市 ICT 市场投资规模为 214 亿美元，其中硬件产品投入达到 81 亿美元，占总体投入的 37.9%；软件投入为 51 亿美元，占总体投入的 23.8%；

服务投入为 82 亿美元，占总体投入的 38.3%。IDC 预计，到 2026 年，中国政府主导的智慧城市 ICT 市场投资规模将达到 389 亿美元，2022-2026 年的 CAGR 为 17.1%。

图表 142 2021-2026 年中国政府主导的智慧城市 ICT 市场投资规模



来源: IDC

7.7.1 智慧环保

智慧环保作为智慧城市的重要组成部分，是针对传统环境保护工作痛点，运用新一代信息技术，整合环保领域物联网，实现环境及污染信息全面感知、环保数据迅速传输、应急事件智能决策等功能的环保服务新业态。

近年来，环保行业利好政策不断出台，我国环境保护工作已进入新的发展阶段。2021 年是“十四五”的开局之年，在全面加强生态环境保护、深入打好污染防治攻坚战的大背景下，环境监测政策密集落地，国家在生态环境保护方面目标不变、力度不减。“十四五”期间，中国大气环境监测国控点位数有望从 1436 个增至 2000 个，地表水国控断面数由 2050 个增至 4000 个。“十四五”新增的大气及水质国控监测点位有望带来大量新增设备需求。

在基础信息设施持续完善、关键信息技术加速更新迭代的催化下，我国智慧环保行业面临良好发展前景。中商产业研究院数据显示，中国智慧环保市场规模由 2018 年的 521 亿元增长至 2022 年的 772 亿元，复合年均增长率为 10.3%，预计 2023 年将进一步增至 805 亿元。

图表 143 2018-2022 年中国智慧环保市场规模（亿元）



来源：中商产业研究院

智能环境监测包括水、土、气、辐射、噪音等各领域的污染监控，最终目标是搭建海统筹、整合统一的生态环境监测网络。我国污染治理方式在预防性、及时性以及精准性等方面有所欠缺，市场仍处于发展初期，规模较小。据中国环境保护产业协会、中商产业研究院等机构数据，2017-2019 年我国环境监测产品的销量处于上升趋势，从 5.66 万台增长至 13.78 万台。2020 年，受到疫情影响，部分环保项目开工率、工时、完工率等指标均受到不利影响，但市场规模仍维持在高位，销量为 12.69 万台。2021 年我国环境监测产品的销量达 18.55 万台，预计 2023 年我国环境监测产品的销量将达 23.34 万台。随着智慧环保市场的快速发展，智能检测领域前景可期，未来市场增长空间巨大。

图表 144 2017-2023 年中国环境监测产品销量



来源：中国环境保护产业协会、中商产业研究院

根据中国环境保护产业协会统计数据，截至 2021 年度，行业内主要环境监测企业环境监测产品的营收总额达 120 亿元，预计 2023 年行业内主要环境监测企业环境监测产品的营收总额将达 141.96 亿元。

图表 145 2017-2023 年中国环境监测产品营收



来源：中国环境保护产业协会、中商产业研究院

7.7.2 智慧应急

应急产业在我国是新兴产业，是指为突发事件预防与应急准备、监测预警、处置救援提供专用产品和服务的产业。智慧应急是智慧城市建设的重要内容，也是国民经济重要的战略性新兴产业和科技先导产业。应急响应解决方案应用范围广泛，包括政府政务、安全生产、自然灾害、交通、能源、水利以及园区等领域场景。

图表 146 智慧城市应急响应解决方案应用范围



来源：公开资料，智次方研究院整理

进入高质量发展新阶段，我国安全应急产业地位更为重要、更为凸显。自 2014 年国务院印发《关于加快应急产业发展的意见》以来，机构改革促进地方人防应急信息化建设与属地城市发展深度融合，各级政府和企业积极行动。2022 年，国务院进一步印发《“十四五”国家应急体系规划》，明确提出要“壮大安全应急产业”。应急产业基本涵盖消防产业、安防

产业、安全产业、防灾减灾产业、信息安全产业、公共安全产业、紧急救援产业、应急通信等等，涉及装备、材料、医药、轻工、化工、电子信息、通信、物流、保险等十多个领域，其市场前景广阔。

在基础设施层面，智慧应急基础设施建设初步完成，建设向平台层与应用层推进。目前各地的应急通信、信息基础设施和应急指挥场所建设已经初步完成，具备条件的地方政府已经开始建设智慧应急平台与应用系统，强化信息系统接入和数据资源融合，以实现纵向的业务协同和横向的数据连通。

在应用层面，应急管理管理部明确部委将统一建设应用系统并向全国免费推广，地方政府应尽量统建应用系统。

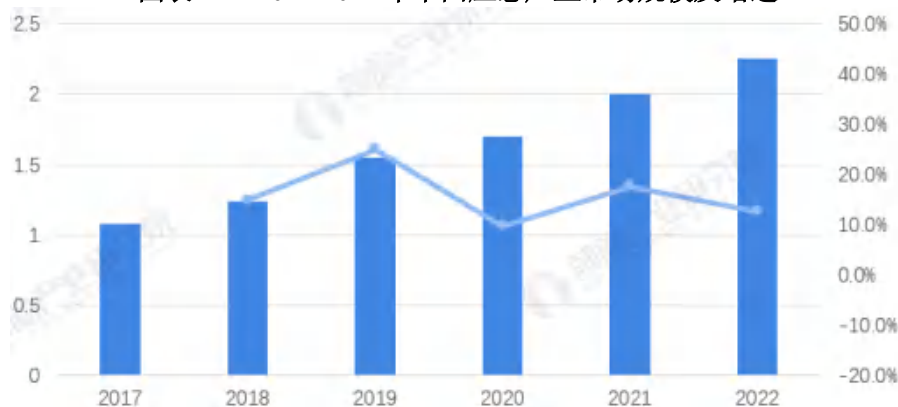
在平台层面，部委将建设应急管理大数据应用平台，地方利用部级大数据应用平台开发定制化大数据应用。

在能力体系层面，应急能力体系进一步向基层延伸，市场下沉到地市和区县。一方面，随着市级、县级应急管理部门相关业务梳理和整合工作逐步完成，基层应急能力建设将得到强化，信息化建设也随之加快。另一方面，多省发布了市级以及区县的应急指挥中心建设指南和建设要求，相关的应急平台和应用会跟随之延伸到地市和区县。

下一阶段，自然灾害防治、城市安全、安全生产三个方向将成为智慧应急建设的重点领域。自然灾害防治方向，九大防治工程将进一步推进自然灾害防治体系的建设，风险普查、综合监测预警、防汛内涝等方面的市场受到重点关注。城市安全方向，第一批 18 个试点城市的城市安全风险监测预警平台建设取得一定成效，以及城市生命线在安徽的实践形成了一定示范效应，成功经验的推广会带动其他地方的相关建设需求。安全生产方向，围绕危化品、矿山等企业的安全监管要求，以及与工业互联网建设的联系更加紧密的，融合大数据、物联网、AI 等基础能力的安全生产风险监测预警系统建设需求明显增多。

据工信部数据，2016-2022 年我国应急产业市场规模保持平稳增长，预计到 2026 年，我国安全应急产业市场规模将达到 3.7 万亿元，年复合增长率将达到 13%。初步核算，2022 年我国应急产业市场规模为 2.25 万亿元。

图表 147 2017-2022 年中国应急产业市场规模及增速



来源：工信部、前瞻产业研究院

根据 IDC 发布的《中国智慧应急解决方案市场份额，2022：“数智”推动应急能力提升》报告，2022 年，中国智慧应急整体市场规模为 104 亿元。

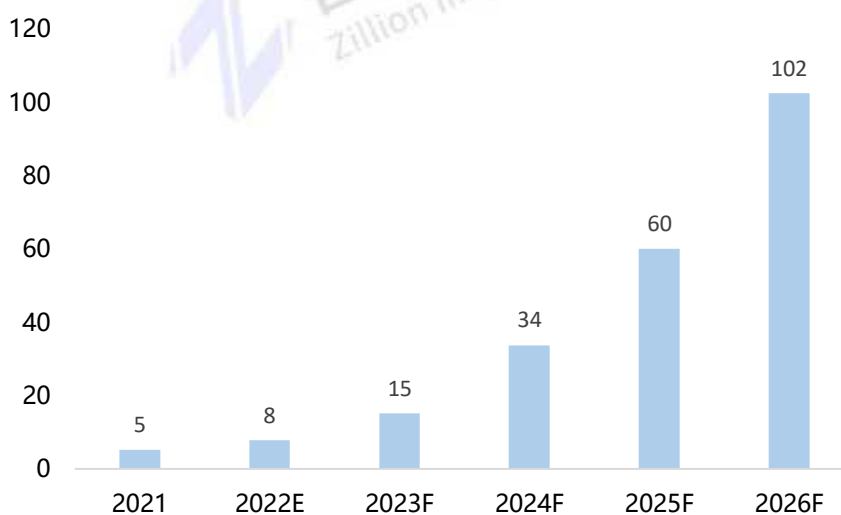
7.7.3 市民互动数字人

得益于 5G、AI、CG、XR 等领域的技术发展，虚拟数字人应用逐渐走向成熟。据新华网报道，2021 年，中国虚拟数字人相关企业融资共 2843 起，融资额达 2540 亿元。数字人市场目前处于快速增长中，相关产品已被广泛应用于政务、教育、医疗、通信、金融等行业。市民互动数字人是虚拟数字人在政务领域最常见的应用，通过引入基于 RPA、对话式 AI、IDP 等多种产品，市民互动数字人可以自动完成业务数据的采集、录入和上传等服务，将原先部分低效的人工操作转化为机器人自动操作，大幅提升了工作效率和服务质量，降低了人工操作的出错概率，帮助提高了审批效率，并降低了能耗和物耗等。

虚拟数字人产业链上游主要包括数字人形象设计厂商、工具渲染类厂商、人物塑造类厂商以及人工智能人物与场景建模厂商；中游为 AI、XR 等基础设施供应商，或硬件设备厂商；下游为各领域应用需求方。

综合 IDC 及量子位等机构数据，2022 年中国虚拟数字人核心产业市场规模为 8 亿元，预计 2026 年将达到 102 亿元，CAGR 高达 90.5%。到 2030 年，我国虚拟数字人的整体市场规模有望大幅增至 2700 亿元。产业未来近十年将迎来爆发式增长。

图表 148 2021-2026 年中国虚拟数字人核心产业市场规模（亿元）



来源：IDC，智次方研究院整理

7.8 AR/VR

AR/VR 是虚拟世界与现实世界的交互窗口设备，通过感知交互、渲染处理、网络传输等技术手段，构建具有沉浸感的产品和服务。中国重视 AR/VR 领域的技术发展与应用。2022 年 10 月，工信部等五部门联合印发《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022-

2026 年)》，明确提出虚拟现实（含增强现实、混合现实）是新一代信息技术的重要前沿方向。随着设备的发展与升级。AR/VR 技术的普及度将会越来越高。AR/VR 近年来在中国快速发展，也被市场称为消费电子行业的新风口。

AR/VR 产业链上游的元器件对成熟，CPU 模组、光学显示器件在成本中占比较高，国内公司光学显示优势明显；中游硬件设备厂商形成了一体机+分体机并存的组合，从长期看，一体机是更好的选择方案；下游内容生态 C 端应用先行，B 端潜力巨大。从整体看，无论上游、中游还是下游，未来都有很大的提升空间。

综合 IDC 2022 年 V1 和 V2 版《全球增强与虚拟现实支出指南》报告，2021 年，全球 AR/VR 总投资规模接近 125.4 亿美元，并有望在 2026 年增至 508.8 亿美元，五年 CAGR 将达 32.3%。与此同时，2021 年中国 AR/VR 市场支出规模约为 21.3 亿美元，预计 2021-2026 年中国 AR/VR 市场将以 42.2% 的 CAGR 保持高速增长，在涨幅方面超越美国和西欧等其他八个区域，位列全球首位。2026 年，中国 AR/VR 总投资规模将超过 120 亿美元，占全球 24.4%，市场体量仅次于美国。

图表 149 2021-2026 年中国 AR/VR 支出规模



来源: IDC

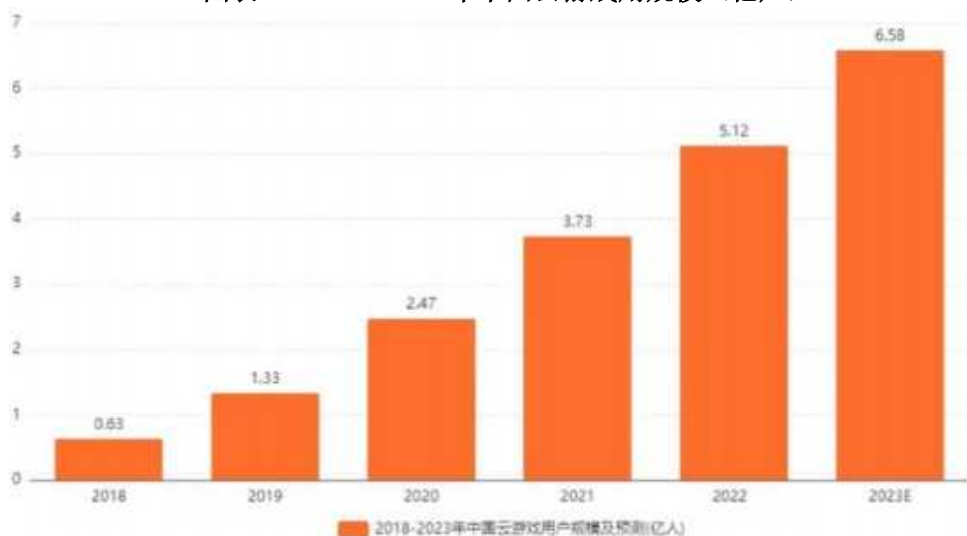
7.8.1 云游戏

云游戏是一种基于云计算的技术，通过在云服务器上运行游戏，允许玩家在任何设备、任何地点玩游戏，不依赖于昂贵的硬件设备，使游戏更加亲民、普遍。

为解决云游戏端到端延迟以及视频与音频串流时的抖动问题，其通常会与其他技术相结合来降低技术局限。以 Meta 为例，Meta 通过边缘计算、GPU 和虚拟化，将云游戏服务部署在人口众多的城市周边地区，从而降低延迟，为更多人提供优质的云数据传输体验。

整体来说，云游戏产业规模正不断提升，根据艾媒咨询数据，2022 年中国云游戏用户规模为 5.12 亿户，预计到 2023 年，云游戏用户规模将达到 6.58 亿户，同比增幅 28.5%。

图表 150 2018-2023 年中国云游戏用规模（亿户）



来源：艾媒咨询

随着当前人工智能新一轮技术能力的升级，云游戏迎来黄金发展期。根据艾媒咨询数据，2022 年，中国云游戏市场规模为 429.7 亿元，预计到 2023 年将达到 986.4 亿元。

图表 151 2018-2023 年中国云游戏市场规模



来源：艾媒咨询

7.8.2 文旅体验

随着 VR 技术的发展进步，越来越多的行业开始着手尝试 AR/VR+应用，文旅行业也是如此。借助 AR/VR 技术对文化、旅游、文物等进行宣传展示推介，把数字技术应用于文旅行业吃住行游购娱的各个环节，让体验者跨越时间和空间，拥有身临其境的 3D 沉浸式体验。借助技术支持，帮助文化创意与旅游产业走出同质化、低端化困境，增强可互动性与分享性，使信息获取更加便利，最大程度展示当地文化、经济、特产与景观。

此外，智慧文旅与大数据、AI 等技术相结合，有助于提供精准游客画像，为游客提供

智能导览、精细化信息咨询、个性化文创产品推送等服务，更好地赋能文旅产业。2022 年 5 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》提出发展数字化文化消费新场景，大力发展线上线下一体化、在线在场相结合的数字化文化新体验。数字经济是赋能文化产业转型升级，推动文化产业高质量发展。数字藏品权益的开放，丰富了数字化文化消费场景，与文化产品的展示、供给形态，为未来文旅元宇宙及 Web3.0 的建设做出贡献。

据中国报告大厅网数据，2021 年数字文旅相关企业约为 28000 家，2022 年增至 33500 家。

图表 152 2015-2022 年中国数字文旅企业数量



来源：中国报告大厅

根据共研网数据，2021 年，中国数字文旅市场规模为 8158.8 亿元，较 2020 年同比增长 16.9%，2022 年，中国数字文旅市场规模将达到 9698.1 亿元。

图表 153 2015-2022 年中国数字文旅市场规模（亿元）



来源：共研网

7.9 超高清/立体视频

伴随着 5G 技术的大规模商用，大带宽、低延迟的核心优势很好的满足 4K/8K 超高清视频消费的需求，给用户带来全新体验。和传统视频相比，超高清视频的图像细节更精细和清晰，能够承载更多的信息。超高清视频与 5G、人工智能、虚拟现实等新一代信息技术深度融合创新发展，催生大量新场景、新应用、新模式，成为千行百业数字化转型的重要赋能力量。

目前，超高清视频已被广泛应用于广播电视、医疗健康、智慧交通、安防等领域。以 8K 为例，8K 超高清技术清晰度是 4K 的 4 倍，是 1080P 的 16 倍，继 2022 年北京冬奥会开通了 8K 超高清直播业务，后续冬残奥会还应用了 8K 转播技术，8K 视频应用正在不断扩展。

综合中国电子信息产业发展研究院、中商产业研究院等机构数据，2017 年，我国超高清视频产业市场规模为 7200 亿元，截至 2022 年年底，我国超高清视频产业规模已约达 3 万亿元，预计到 2023 年将增至 4 万亿元，2017-2023 年 CAGR 高达 33.1%。

图表 154 2017-2023 年中国超高清视频产业市场规模



来源：中国电子信息产业发展研究院、中商产业研究院

7.9.1 远程安防监控

远程视频安防监控系统视频监控系统由摄像、传输分配、控制、图像处理、显示和储存六个部分组成。系统硬件包括涵盖摄像机、传输线缆、录像机、交换机、网线等整套视频监控设备,产品综合了现代计算机技术、集成电路应用技术、网络控制与传输技术和软件技术。随着计算机、网络、图像处理以及传输技术的飞速发展，视频监控业务正越来越广泛地渗透到教育、政府、娱乐、医疗、酒店、运动等其它各种领域。

全球远程视频安防监控市场近年平稳增长，根据 Omidia 数据，2022 年，全球智能视频监控市场规模达 252 亿美元，相较 2021 年市场小幅下调 1.2%。主要因为中国市场受到疲软的宏观经济、严格的防疫政策以及削减的财政开支等多方面影响。

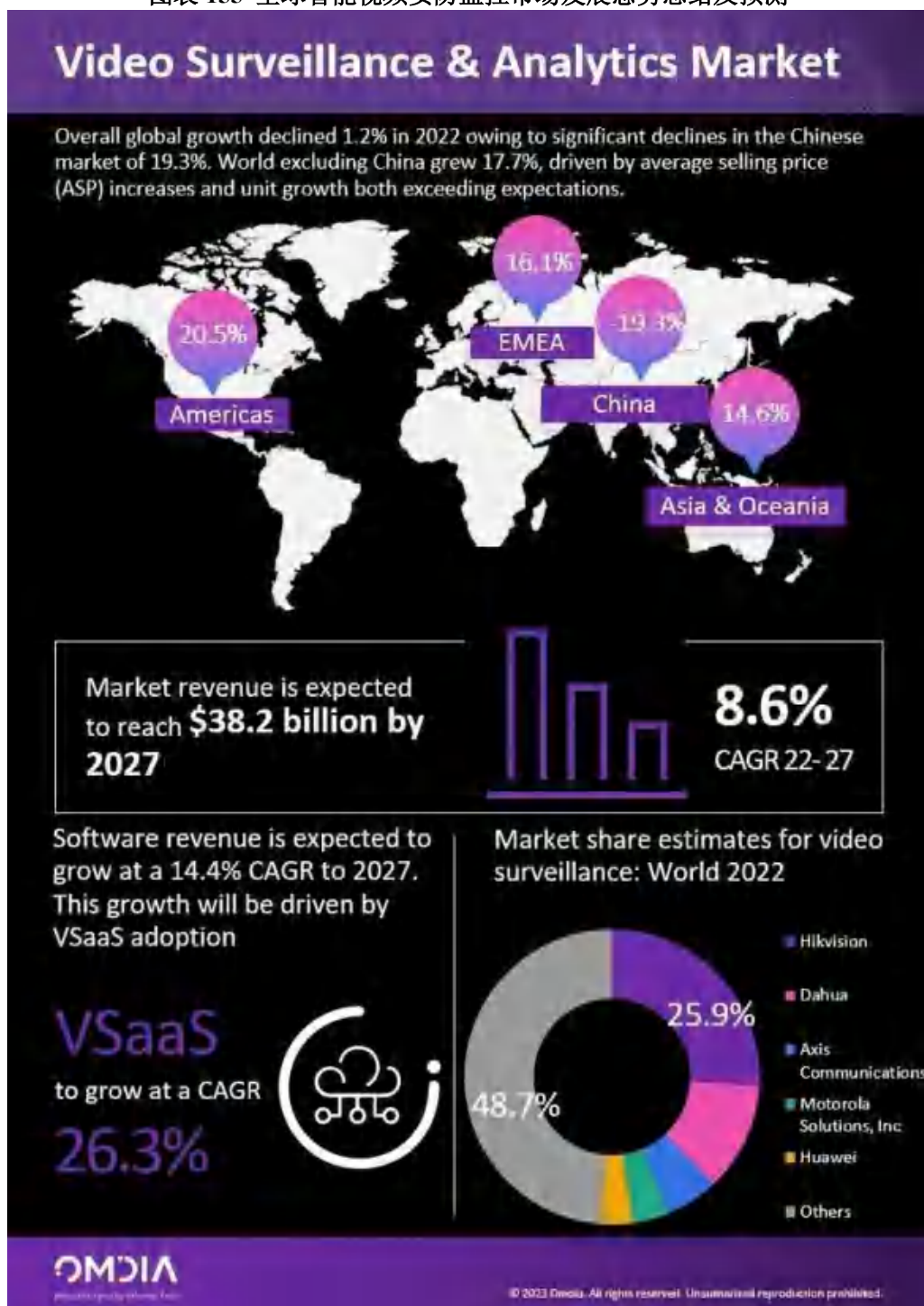
Omdia 预计，未来五年（2022-27）全球市场年复合增长率达 8.6%，全球智能视频监控市场规模将达到 382 亿美元。其中，海外市场增速将达到 10%，市场增长主要由中东、非洲、拉丁美洲以及东南亚地区拉动，这些地区将受益于政府投资以及大规模基础设施建设。中国预计年复合增速为 6.6%，这主要是由于如雪亮工程等大规模城市级项目建设结束之后，政府端对于公共安全的投入会有所放缓。

产品层面，视频监控软件有望成为增速最快的品类，将实现年复合增长 14.4% 的速度，视频监控云服务 VSaaS 将推动软件市场的快速成长。自 2020 年疫情爆发以来，全球范围内远程监控、快速部署和集中管理等需求迅速提升，而中国运营商主导的视联网的推广也将大力促进国内 VSaaS 市场的发展。

从竞争格局来看，2022 年全球智能视频监控市场集中度进一步提升，前十位厂商市场份额增长至 64.8%。除了海康威视、大华股份、宇视科技等中国厂商受累于国内市场的下滑，其他海外品牌如安讯士、摩托罗拉解决方案、韩华和博世安防等厂商营收增速均高于市场平均水平。



图表 155 全球智能视频安防监控市场发展态势总结及预测



来源: Omdia

7.9.2 8K 直播

作为超高清视频的高级形态，8K 带来的是画质和音质的全方位提升。随着 5G 商用的深入推进，5G+8K 将拉开显示发展的新序幕。2022 年冬奥会试点的圆满成功，以及 8K 电视珠峰直播、见证神十三返航、央视网 5G+8K“超级月亮”全球直播等活动，为 8K 直播的大规模商业化奠定基础，央视，B 站等媒体网站纷纷入局 8K，促进了 8K 直播技术的快速

商业化。

日益增加的 8K 超高清直播也带动了整个 8K 电视市场的增量发展。根据奥维云网数据，2020 年，中国 8K 电视市场规模为 6.5 万台，同比增长 329.8%；2021 年规模为 7.6 万台，同比增长 17.8%；2022 年达到 9.5 万台，同比增长 24.5%。与此同时，我国电视市场 2022 年整体零售规模 3634 万台，同比下降 5.2%，已是连续四年下降。

结合集邦咨询 Trendforce 的数据，2022 年全球 8K 电视的出货量为 40 万台，同比下降了 7.4%；全球彩电的出货量为 2.02 亿台，同比下降 3.9%。

从我国和全球 8K 电视的出货数据，以及电视大盘的出货数据趋势来看，我国 8K 电视出货的高速增长无疑为我国电视行业带来了希望。相比于电视大盘的整体出货数据来看，8K 电视仍处于起步阶段，目前仍是较佳的布局期。

7.9.3 裸眼 3D

裸眼 3D（Autostereoscopy）是指利用人眼视差特性，使观看者可以在特定角度、不借助其他设备情况下，感受逼真立体视觉效果的技术，目前国内裸眼 3D 代表技术主要包括光屏障技术、柱状透镜技术、指向光源技术。

受益于近年来商用的 5G（以及即将商用的 5G-A）所带来的大带宽、低时延和高可靠通信，以及三维建模、近眼显示、三维数字孪生、内容制作等技术不断升级，裸眼 3D 技术不断成熟，其应用领域不断扩展，未来裸眼 3D 技术有望从游戏、购物、广告领域扩展到医疗、教育、旅游等领域，行业发展空间广阔。

目前国内裸眼 3D 产品主要包括裸眼 3D 显示屏、笔记本、灯箱、电视、游戏机等。近年来，随着 3DLED 显示屏广泛应用，裸眼 3D 技术成为近年来 LED 显示屏厂商关注与研究热点，其市场规模不断扩大。根据新思界产业研究中心发布的《2022-2026 年中国裸眼 3D 行业市场供需现状及发展趋势预测报告》，2021 年全球裸眼 3D 显示屏市场规模为 850 亿美元，其中国内市场规模为 21 亿美元，国内市场占比全球市场份额较小，未来国内裸眼 3D 显示屏行业还有较大发展空间，裸眼 3D 技术还需不断升级。

裸眼 3D 技术具有设备成本和创意成本较高的特点，行业准入门槛较高，且其属于新兴行业，因此，国内相关企业数量目前相对较少，主要有创维数字、万维云视、康佳、点睛创科、ST 联建等。近年来，国内裸眼 3D 项目数量保持高速增长态势，2021 年，国内裸眼 3D 项目数量接近 120 个，已从北京、上海、广州、深圳等一线城市逐渐覆盖到二、三线城市，行业下沉市场空间较大。未来随着裸眼 3D 技术不断升级，其应用领域将不断扩大，市场渗透率将不断提升，行业发展潜力巨大。

7.10 企业介绍

7.10.1 智慧建筑

7.10.1.1 智慧园区

中移物联 OnePark

OnePark 5G 智慧园区解决方案以中国移动自研 OnePark 智慧园区平台为核心、以移动云为底座，结合“5G 专网、物联网、千兆网”三张网络，依托 OnePark 智慧园区开放能力，打造基于人、车、物等 N 个应用场景为基础的智慧园区综合解决方案。方案旨在解决传统园区长期面临的“服务体验差、综合安防弱、管理成本高、业务创新难”等痛点，结合数字孪生、小程序应用，实现全园数据融合、状态可观、业务可管、事件可控，助力园区智能化升级和智慧化管理。目前已推出可视化指挥调度、一体化物业管理、全方位园区安防、智能化悦享住宿、5G 移动办公、精细化能源管控、一站式运营招商等多个典型应用。

OnePark5G 智慧园区解决方案弥补了传统的烟囱式子系统中，园区运营管理方各部门独立管理导致的沟通效率低、协同困难、突发事件未能及时高效处理的问题，解决了管理方式粗放、运营成本高、风险管理缺失、服务体验不佳等问题，帮助园区实现数字化转型。该方案已经在政府、工业、商业、住宅、医疗、教育、旅游、农业等领域得到应用，典型客户包括招商局地产、华西天府医院、湖北中烟、福建高速、广西住建厅等。

软通动力

软通动力信息技术（集团）股份有限公司（以下简称软通动力）是中国领先的软件与信息技术服务商，企业数字化转型可信赖合作伙伴。软通动力拥有深厚的行业积累，领先和全面的技术实力，长期为客户提供软件与数字技术服务和数字化运营服务，其中软件与数字技术服务包括咨询与解决方案、数字技术服务和通用技术服务；在 10 余个重要行业服务超过 1000 家国内外客户，其中超过 200 家客户为世界 500 强或中国 500 强企业，为包括智慧园区等在内的各领域客户创造价值。

中国普天

中国普天信息产业集团有限公司是中国电子科技集团有限公司的全资子企业，总部位于北京。自 1980 年成立以来，该公司一直深耕于信息通信产业，不断创新政府和电信、金融、能源、交通、物流等方面的智慧应用服务，主要有无线政务网解决方案与智慧城市解决方案、智慧园区解决方案与智慧社区解决方案等。目前，该公司业务涉及领域包括信息通信与网络安全、智能装备与终端、创新创业园区服务、新能源汽车充电服务等。

深圳智慧园区公司

深圳智慧园区信息技术有限公司，外文名 Shenzhen Cloud Community Information Technology Co.,Ltd，成立于 2011 年 6 月，是深圳天安骏业投资发展集团旗下全资子公司。

深圳智慧园区公司在产城空间数字化领域具有先发优势，所提供的整体解决方案和创新的运营模式已率先在天安云谷实践。作为智慧园区整体解决方案的领航者，深圳智慧园区公司已深耕行业数十载，始终专注产城社区、智慧园区和智慧城市领域，为园区管理方、政府部门提供咨询规划、软件平台部署、智慧化集成和智慧运营的全生命周期智慧服务，助力构建园区新生态，赋能空间更好地服务产业与人才。

7.10.1.2 智慧社区

碧桂园服务

碧桂园服务控股有限公司创立于 1992 年，是一家住宅物业管理服务商，也是碧桂园集团子公司。该公司服务产品有住宅物业服务、社区增值服务、非业主增值服务、城市服务、非住宅物业服务；其中非住宅物业服务由商写物业/企业行政服务、城市公共运维服务、智慧产城综合运营服务构成。2018 年 6 月，该公司已正式在港交所主板挂牌上市、开始交易。

融创服务

融创服务成立于 2004 年公司，是融创集团子公司。该公司“归心全生活服务体系”包括前置服务、安防服务、品质服务、专属管家、共享资源社区服务平台、万物互联智慧平台等，其中社区服务由房屋服务、家政服务、专享服务、商业整合构成。

万物云

万物云空间科技服务股份有限公司成立于 2001 年、总部位于深圳，由万科物业发展股份有限公司更名而来、是万科集团子公司。该公司业务主要有物业服务、家政服务、环境卫生及园林绿化设计，以及与物业管理相关的房屋维修、养护等；该公司有 Space、Tech 和 Grow 三大模块。

中国通服

中国通信服务股份有限公司（简称中国通服）是经国务院同意、国务院国资委批准，于 2006 年 8 月成立，由中国电信控股、中国移动和中国联通参股的大型国有企业。2006 年 12 月在香港上市（股份代号：552.HK），是我国通信行业第一家在海外上市的生产性服务类企业，2019 年、2020 年中国通服年收入均已超过千亿元，中国财富 500 强排名第 86 位。作为全球最大的通信基础设施建设者和全球领先的信息通信支撑一体化服务提供商，中国通服具有提供业务独特的一体化综合解决方案能力，在全国范围内为通信运营商、媒体运营商、设备制造商、专用通信网及政府机关、企事业单位等提供网络建设、外包服务、内容应用及其他服务，并积极拓展海外市场。

7.10.1.3 智慧商超

微盟

微盟成立于 2013 年，香港主板上市企业，致力于为商家打造去中心化的数字化转型

SaaS 产品及全链路增长服务，助力商家经营可持续增长。微盟为众多商家提供海量应用与产品服务，并面向电商零售、商超生鲜、餐饮、跨境、美业等行业提供数字化升级解决方案。基于近 10 年商业实践，微盟构建了微盟 WOS 新商业操作系统，为企业数字化转型打造出一整套去中心化的商业基础设施，通过多端一体化产品服务矩阵，助力商家智慧经营。同时，微盟也为开发者群体提供强大的 PaaS 平台，通过开放微盟核心产品技术能力，吸引第三方生态伙伴和开发者共同打造云端商业服务生态体系，实现企业服务价值共创共享，从而为商户提供更多应用选择和更好服务。

新华三

新华三拥有计算、存储、网络、5G、安全、终端等全方位的数字化基础设施整体能力，提供云计算、大数据、人工智能、工业互联网、信息安全、智能联接、边缘计算等在内的一站式数字化解决方案，以及端到端的技术服务。新华三集团深耕行业数十年，始终以客户需求为导向，提供场景化解决方案，支持运营商、政府、金融、医疗、教育、交通、制造、电力、能源、互联网、建筑等百行百业数字化转型实践，产品和解决方案广泛应用于百余个国家和地区。

新华三智慧商超方案支持各地商超在本地分别部署多业务网关，通过总部中心运维平台实现全国统一管控，并分配不同区域的商超管理员权限，制定当地营销策略；支持各分支通过 VPN 技术实现安全互联互通，保障数据传输安全；设备支持即插即用特性，无需专业人员到场即可快速开局，运维界面可视化，配置操作轻松掌握；访客采用公众号认证，短信认证，会员认证等认证方式，实名认证上网；认证界面可定制，认证后推送特定广告给顾客，实现精准营销；通过客流分析，呈现每天各商场人流量变化，人均驻留时间，新老客户比例，分析认证转化率；通过访客画像，分析访客的应用使用偏好，访客的来访时间偏好，访客的年龄层级等；此外，还通过物联网等技术，提升商超智能化水平，包括商超消防安全系统，节能省电系统，安防系统等。

7.10.2 车联网

7.10.2.1 智能车载终端

博世

博世集团于 1909 年首次进入中国市场，开设了第一家贸易办事处。1926 年，博世在上海创建了首家汽车售后服务车间。在过去的 112 年里，博世见证了中国社会日新月异的变化——尤其是改革开放以来经济的迅速崛起。博世集团秉承根植本土、服务本土的理念，深度融入了中国经济的发展，与中国市场共同成长。现在，博世为中国市场和用户提供汽车与智能交通、工业、消费品以及能源与建筑技术领域先进的技术和解决方案，在各个业务领域深刻地践行并诠释科技成就生活之美的理念。截至 2021 年 12 月 31 日，博世在中国

经营着 59 家公司，销售额达 1286 亿人民币，中国市场首次成为博世集团最大的单一市场，也是博世除德国以外拥有员工人数最多的国家。

高新兴

高新兴科技集团股份有限公司创立于 1997 年，2010 年上市，公司主营业务包括车联网、公安执法规范化及智慧城市服务与产品集成等三大板块，实现车、路、人全覆盖的大交通物联网布局。

德赛西威

惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司成立于 1986 年，公司专注于电子化和集成化的产品与技术，整合智能座舱、智能驾驶和网联服务三大领域，为客户提供安全、舒适、高效的智慧出行解决方案。

经纬恒润

北京经纬恒润科技股份有限公司成立于 2003 年，总部位于北京，主营业务包括汽车电子、智能驾驶、车联网、新能源、人工智能等领域的电子产品研发生产、工程咨询、研发工具以及特定场景自动驾驶运维服务等。

科达科技

苏州科达科技股份有限公司成立于 2004 年，公司于 2016 年在上交所上市，公司总部位于苏州。公司是视讯与安防产品及解决方案提供商，致力于以视频会议、视频监控以及丰富的视频应用解决方案辅助各类政府及企业客户解决可视化沟通与管理难题。2020 年 8 月科达正式发布首款 5G 智能车载终端，可以搭配不同类型的车载摄像机，可以为警用车辆（含警用铁骑）、公交车辆以及各类社会营运车辆，提供专业的 5G 智能车载解决方案。

微思格

成都微思格科技有限公司，公司主营业务包括技术领先的物联网解决方案的研发、生产、销售服务，团队擅长嵌入式软件和平台软件产品开发。微思格科技自主开发的 5G 行车安全监控系统是专门针对各类车辆设计的一整套完整系统解决方案，系统的组成部分包括 5G 车载一体机、图形识别系统（ADAS、DSM）、盲区监测系统（BSD）、司乘人员体温监控系统、AI 路况识别系统及监管指挥平台中心等。

7.10.2.2 车载智能计算平台

联想懂的通信

（1）企业介绍

广东联想懂的通信创立于 2015 年 10 月，是联想创投旗下子公司。公司汇聚全球连接及服务资源，打造集 IoT、Cloud、Big Data、AI、Global Service 于一体的 ICBAG 智能包，为万物智联赋能。围绕“一横两纵”产品战略，公司构建了由云网连接、数据连接、应用连接组成的智能连接云服务平台，并聚焦智能交互设备和智能车联网两大领域，积极探索 5G

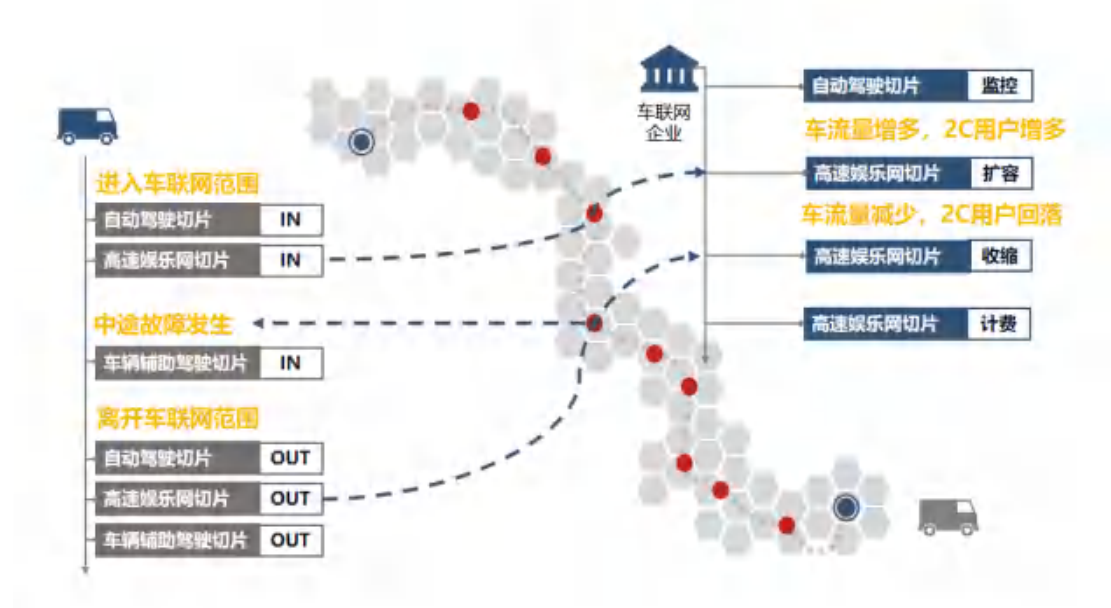
应用场景，助力用户数智能化变革。目前，平台连接数近 6000 万，与全球 1000 余家客户开展合作，涵盖了智能车联、智能交互设备、智慧工业、智能支付、智慧出行等多领域。

（2）典型案例

“懂车联”5G 云原生解决方案将为车企提供“车联网通信服务产品”、“车联网 MNO 连接管理平台”两大核心服务，其中通信产品包括：车规级物联网卡（含流量/短信/语音套餐）、丰富的全球通信资源、稳定的 APN 组网方案、面向运营商的议价能力、全面的运维保障能力等；而 MNO 连接管理平台则包括：实名制能力、全生命周期管理能力、灵活计费能力、eSIM 能力、2C 流量商城能力等，依托两大服务协调助力让车企客户更加高效管理车辆，提升运营服务能力，更好地满足车主用户个性化出行需求。

在原有计费、运营等管理功能升级的基础上，“懂车联”5G 云原生解决方案将切片管理能力纳入了 5G 平台内，使车企可以实现真正的业务自主配置，同时联想懂的通信也可以协助客户部署 MEC，实现“两网（公共网络与企业专网络进行有效融合部署）+一云（边缘云）+N 应用（多个 5G 切片应用）”，满足车厂端到端切片定制化服务。

图表 156 案例项目架构图



来源：联想懂的通信

（3）应用效果

伴随 5G 正式商用，5G 技术的高速率、低时延和高可靠给智能网联、智能交通、自动驾驶等场景打开全新的想象空间，消费者能够感知全新驾驶体验、娱乐体验，以及人、车、家全场景体验，也是联想懂的通信与众多主机厂共同发力的方向。

联想懂的通信与造车新势力和传统车企已展开 5G 商用测试工作，并获得阶段性成果。目前已为蔚来、哪吒、上汽零束等汽车厂商提供 5G 智能连接服务及平台，为其打造车载智能连接平台。

地平线

以“赋能机器，让人类生活更安全、更美好”为使命，地平线是行业领先的高效能智能驾驶计算方案提供商。作为推动智能驾驶在中国乘用车领域商业化应用的先行者，地平线致力于通过软硬结合的前瞻性技术理念，研发极致效能的硬件计算平台以及开放易用的软件开发工具，为智能汽车产业变革提供核心技术基础设施和开放繁荣的软件开发生态，为用户带来无与伦比的智能驾驶体验。

地平线征程芯片累计出货量已突破 150 万片，与超过 20 家车企签下了超过 70 款车型前装量产项目定点，携手合作伙伴实现从 1 到 N 的价值共探。

目前已同奥迪、比亚迪、长安汽车、长城汽车、东风汽车、广汽集团、红旗、江汽集团、理想汽车、奇瑞汽车、上汽集团、哪吒汽车、自游家汽车、吉利汽车等多家主机厂及德赛西威、东软睿驰、大陆集团、Fretech、佛吉亚、华阳、亚太、英博超算等多家 Tier1 达成深度合作，快速搭建开放共赢的智能汽车芯生态。

黑芝麻

黑芝麻智能科技有限公司是行业领先的车规级自动驾驶 AI 计算芯片和平台研发企业。公司经营范围包括：一般项目：软件开发；集成电路芯片设计及服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；集成电路芯片及产品销售；仪器仪表销售；智能车载设备销售；人工智能硬件销售；计算机软硬件及辅助设备批发；计算机软硬件及辅助设备零售（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：货物进出口；技术进出口（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）等。

百度

百度（中国）有限公司成立于 2005 年，百度旗下的百度智能汽车事业部是中国领先的自动驾驶解决方案提供商，主营业务包括为汽车制造企业、Tier1 厂商、芯片厂商以及服务提供商在内的合作伙伴提供 L3 自动驾驶软件服务，汽车联网解决方案。

四维图新

北京四维图新科技股份有限公司创立于 2002 年，公司是导航地图、导航软件、动态交通信息、位置大数据、以及乘用车和商用车定制化车联网解决方案领域的领导者。公司主营业务分为三大板块，包括自动驾驶、车联网及导航。

7.10.2.3 路网基础设施

金溢科技

深圳市金溢科技股份有限公司成立于 2004 年，是国内领先的智慧交通与物联网核心设备及解决方案提供商。公司主营业务为围绕车、路、城、场，为政府、运营单位、企业、终端用户提供端到端的解决方案。

千方科技

北京千方科技股份有限公司成立于 2000 年，是行业数字化解决方案和大数据服务提供商。公司主营业务包括为城市交通、公路交通、轨道交通、民航等领域的智慧交通产业提供从产品到全套解决方案。

千寻位置

千寻位置成立于 2015 年 8 月，2019 年 10 月完成 10 亿元人民币 A 轮融资。基于北斗卫星系统（兼容 GPS、GLONASS、Galileo）基础定位数据，以及遍及全国的超过 2600 个地基增强站、星基增强系统和自主研发的定位算法，千寻位置通过互联网技术进行大数据运算，为全球用户提供精准定位及延展服务。

7.10.3 智慧工业

7.10.3.1 智慧工厂

东方国信

北京东方国信科技股份有限公司于 1997 年成立，公司亦于 2011 年上市。公司是我国独立第三方、为客户加工数据领先的大数据上市企业，为运营商提供电信领域的 BI（商业智能）、CRM（客户关系管理）、CTI 等软件开发、服务与解决方案，也在金融互联网、政府、工业领域有业务布局。

亨通光电

亨通光电于 2003 年 8 月在上海证券交易所上市，公司致力于打造全球领先的通信产业全价值链综合服务商。公司可以提供新一代绿色光棒、光纤、全系列光缆、光网产品，边缘数据中心、光器件、光纤传感技术等产品及系统解决方案。

航天云网

航天云网科技发展有限公司（以下简称航天云网公司）成立于 2015 年 6 月 15 日，是中国航天科工集团有限公司联合所属单位共同出资成立的高科技工业互联网企业。航天云网工业互联网公共服务平台构筑了自主可控的国家工业互联网技术体系、标准体系和产业体系。

智能云科

智能云科信息科技有限公司于 2015 年由沈阳机床、神州数码和光大金控共同出资成立，公司总部位于上海。公司致力于打造聚焦于机加工领域的工业互联网平台，为客户提供装备全生命周期、共享装备、工业 APP、供应链金融、产能交易等服务。

7.10.3.2 智慧供应链

瑞仕格

Swisslog（瑞仕格）是一家具有瑞士血统的跨国公司，是全球领先的物流自动化物流

系统集成商。总部位于瑞士的 Buchs/Aarau，企业理念是：创新，质量，行业领先的软件和先进的机器人技术。

瑞仕格尝试塑造自动化物流的未来，并改造仓库和配送中心，实现最高的效率、灵活性和敏捷性。企业工业 4.0 和机器人技术创新意味着自动化解决方案始终面向未来。通过了解和分析客户数据，优化运营绩效。

公司完整的解决方案包括咨询、概念设计、项目实施、客户服务、最佳的技术和软件等，均可根据您的特定业务需求量身定制。

海柔创新

深圳市海柔创新科技有限公司（HAI ROBOTICS）是箱式仓储机器人系统的首创者和领航者，致力于通过机器人技术和人工智能算法，提供高效、智能、柔性、定制化的仓储自动化解决方案，为每个工厂和物流仓库创造价值。

公司专注于箱式仓储机器人系统研发设计，实现机器人本体、底层定位算法、控制系统、机器人调度、智能仓储管理系统等核心元素的自主研发覆盖并已进行全球专利布局。旗下库宝系统（HAIPICK）已升级至第四代，是最早研发及投入商业使用的箱式仓储机器人系统，可助力仓库进行自动化管理，实现智能搬运、拣选、分拣，接受定制化需求。目前已在全球落地应用 500+项目，广泛应用于鞋服、3PL、电商、电力、3C 制造、医药、零售等各行业，多场景。使用库宝系统，客户可于一周内实现仓库自动化改造，提升 80-400% 存储密度，并提高工人工作效率 3-4 倍。

海澜集团

海澜集团作为服装行业龙头企业，创新研发“5G+AI 智慧供应链融合质检项目”，将 AI 机器视觉技术引入到验布领域，对生产过程中的布匹裁剪、成衣加工进行质量瑕疵检测，为服装行业智能化、数字化转型提供了全新的思路和范式。

海澜集团 5G+AI 智慧供应链融合质检项目通过 5G 网络基础设施，采用 OnePower 工业互联网平台江苏二级节点搭建 5G 工业质检平台，利用视觉检测技术实现衣片/成衣的智能质检。通过移动云的云端训练及 AI 算法、边端计算及应用，满足各类产线衣片/成衣质检需求。基于平台数据，嵌入 AI 供应链管理系统，实现供应链协同功能，建立供应链链条，同时管理订单交期，协同定制生产计划，打通全供应链数据通道，联结数据孤岛，实现互联互通。

项目还通过 5G 边缘计算+XR 虚拟现实技术，利用 XR 眼镜，工业 AI 视觉检测技术，智能监控供应链上下游企业的产能和质量，实现对分布在江苏、河南等省的服装生产基地及上下游供应链厂家的远程监管。同时结合 5G 网络基础设施和自研检测算法，提供完整的工业视觉云边智能解决方案。

灵动科技

灵动科技（北京）有限公司是全球领先的视觉导航移动机器人（AMR）企业，为制造

业和仓储业提供了机器人搬运和拣选解决方案。公司规模近 300 人，包括 120 位研发工程师。灵动科技 AMR 凭借柔性、视觉、跨场景、全流程的强大优势，持续帮助企业降本增效。公司已服务了一批 500 强企业，并帮助客户实现了价值。

7.10.3.3 智慧矿山

梅安森

重庆梅安森科技股份有限公司成立于 2003 年 5 月 21 日，2011 年 11 月在深圳证券交易所上市。公司总部位于重庆市，目前拥有多家子公司。公司是一家“物联网+”企业，专业从事安全领域监测监控预警成套技术与装备研发、设计、生产、营销及运维服务（ITSS），利用自身在智能感知、物联网及大数据分析等方面的技术优势，在同一技术链上，打造相关多元化产业链，已成为“物联网+安全与应急、矿山、城市管理、环保”整体解决方案提供商和运维服务商。

工大高科

合肥工大高科信息科技股份有限公司成立于 2001 年，2021 年在上交所科创板挂牌上市。公司是国内领先的工业铁路、智能化矿山领域信号控制与安全调度完整解决方案提供商，以具有自主知识产权的铁路信号安全完整性技术与防失爆设计技术为核心，为工业铁路提供独具特色的信号联锁、调度集中、物流智能化管理、矿井无人驾驶、矿井

机车车辆运输智能调度指挥、移动目标精确定位与管控一体化、无线通信（5G/WiFi6）等系统产品。公司产品广泛应用于冶金、矿山、石化、港口、电力等国民经济支柱行业，为提升工业铁路的运输安全、高效生产能力发挥重要作用，业绩覆盖国内 31 个省、市、自治区并进入国际市场。

华宁电子

天津华宁电子有限公司于 1994 年成立，公司主营业务包括煤矿井下通讯、保护、控制，液压支架电液控系统 & 高低压防爆电气产品及整体解决方案。

华宁电子主营业务包括煤矿井下通讯、保护、控制，液压支架电液控系统、高低压防爆电气以及井下巡检机器人。公司可以为客户提供从研发设计、生产制造到安装调试的整体解决方案。华宁自主研发的产品有 5 大类 180 余种，产品遍布在 70 多个矿业集团，700 多个矿井中，产品并已出口到俄罗斯、加拿大、孟加拉等国家。华宁研发的巡检机器人基于 5G 通信技术可以实现系列功能（视频监控、远程红外成像等）。

踏歌智行

北京踏歌智行科技有限公司于 2016 年成立，公司主营业务包括矿用无人驾驶技术研究、产品开发和无人矿山整体工程化解决方案设计及实施，并且推出车-地-云协同的智慧矿山无人运输系统。公司产品方案获得了大型矿企和车辆制造商的认可，与包钢集团、中环协力、国家电投霍林河露天煤业、北方股份、同力重工等公司签署无人驾驶科技项目协

议。目前公司矿用车总合同台数达数百台，包括在役车辆改造，也包括新车出厂前预装。

公司为露天矿客户提供露天矿无人运输整体解决方案，具体包括矿用卡车单车无人驾驶系统、辅助车辆系统、高精定位系统、路侧单元、露天矿无人运输管理平台（云控平台）、遥控驾驶、矿区车辆主动防撞系统等。公司也可以为矿用卡车提供线控控制、驾驶机器人控制、驾驶机器人混合控制三种解决方案，可以适应不同年限、不同品牌、不同型号的矿用卡车实现无人化的需求

7.10.4 智慧医疗

7.10.4.1 远程会诊

华大智造云影

深圳华大智造云影医疗科技有限公司成立于 2016 年，公司主营业务包括于生命科学与生物技术领域，以仪器设备、试剂耗材等相关产品的研发、生产和销售，为精准医疗、精准农业和精准健康等行业提供实时、全景、全生命周期的生命数字化设备和系统解决方案。

华大智造云影医疗自主研发的 MGIUS-R3 远程超声机器人诊断系统，是全球首款可远程操作的超声诊断机器人诊断系统，该系统同时获得欧盟 CE 认证及国家药监局三类医疗器械准产批件，融合了机器人技术，远程实时控制及高分辨超声成像等科技，配合 5G 通信，突破传统超声的一些局限，实现了超声专家远在外地，也可以通过自己的手法为病人实时影像诊断。

联影医疗

上海联影医疗科技有限公司，公司主营业务为自主研发生产覆盖影像诊断和治疗全过程的高端医疗产品，并提供创新的医疗信息化解决方案，公司也在打造 UIHCloud 联影智慧医疗云，联影结合移动互联网、云计算、人工智能、大数据分析等前沿技术，为政府、医院、科研机构和个人量身定制一系列云端智能化解决方案。

联新移动医疗

深圳市联新移动医疗科技有限公司，公司总部位于深圳蛇口网谷，公司主营业务及产品包括医疗级智能硬件、应用软件、系统平台、院内物联网和大数据医疗云，涵盖智慧病房交互平台、病情早期评估、临床医教研、智能护理、全闭环输液管理、移动医/护工作站、智能设备管理、生命体征智能采集、智能药柜、围手术期闭环管理、院内蓝牙物联网等。

7.10.4.2 远程手术

微创机器人

上海微创医疗机器人（集团）股份有限公司是微创医疗科学有限公司旗下子集团，2014 年启动研发图迈腔镜手术机器人（作为微创集团的内部孵化项目），2015 年在中国成

立公司，开始公司化运营，并启动研发鸿鹄骨科手术机器人。2021 年 11 月 2 日，微创机器人在香港联交所主板成功上市，肩负着提供能延长和重塑生命的机器人智能手术全解方案的使命，踏上医疗科技创新的新征程，塑造超智能手术时代，实现“让天下没有难做的手术”初心。

2022 年该公司旗下品牌产品微创 R 图迈 R 腔镜手术机器人以及微创 R 鸿鹄 R 骨科机器人现已完成多学科、多中心注册临床试验手术病例，并获得国家药监局批准上市。其他已经取得阶段性成功的产品还包括泛血管机器人、经自然强盗机器人，以及经皮穿刺机器人。更多机器人仍待研发，上海微创旨在建设一个国际化布局的医疗机器人全解方案创新平台。

微亚医疗

微亚医疗科技（苏州）有限公司推出全新一代血管介入手术机器人，可同时开展冠脉、神经及外周术式的造影及介入治疗。相较于海外市场等其他产品，微亚医疗的机器人产品可以同时开展造影和介入治疗手术，能够全程用机器人完成手术，临床应用场景显著增加。

7.10.4.3 5G 救护车

依维柯

南京依维柯汽车有限公司是中国南京汽车集团与意大利菲亚特集团依维柯公司共同成立的合资公司，成立于 1996 年 3 月 1 日，公司注册资本 25.27 亿元人民币，合资双方各占 50% 股份。公司在册员工 6000 余人，占地面积 125 万平方米。公司救护车产品有转运型、监护型、负压型和方舱型救护车等。

森源重工

河南森源重工有限公司隶属河南森源集团有限公司，是国家高新技术企业、国家知识产权优势企业，国家工业品牌培育示范企业。同时，公司还是河南森源集团车辆制造板块领导企业，河南省专用汽车产品生产资质最多、产品种类最全的专用汽车生产企业。公司主要经营汽车起重机、混凝土搅拌车、泵车、高空作业车、电力检修车、洗扫车、垃圾清运车和沼气工程服务车等多种产品，拥有 400 多项自主知识产权的专利技术，产品畅销全国并远销国际市场。公司在疫情期间生产出了超前市场的 5G 智慧负压救护车，并研发出可移动式方舱医院，实现了从无到有的突破。

7.10.5 智慧物流

7.10.5.1 AGV

灵动科技

灵动科技是全球领先的视觉导航移动机器人（AMR）企业，为制造业和仓储业提供了机器人搬运和拣选解决方案。灵动科技 AMR 凭借柔性、视觉、跨场景、全流程的强大优

势，持续帮助企业降本增效。公司已服务了一批 500 强企业，并帮助客户实现了价值。灵动科技总部位于北京，在上海和深圳设有分公司，在美国设有国际办事处。

蓝芯科技

蓝芯科技公司以深度视觉 LX-MRDVS 赋能移动机器人，为制造业客户提供安全、可靠、智能的柔性物流解决方案，是移动机器人领域自研 MRDVS 并实现批量应用的企业。现有产品包括 AMR3D 视觉传感器（含智能算法）、智能搬运机器人、SMT 上下料机器人、印刷机/涂布机上下料机器人、复合机器人、无人叉车等。

海柔创新

海柔创新（HAI ROBOTICS）是全球领先的物流仓储机器人公司，致力于通过机器人技术和人工智能算法，提供高效、智能、柔性的物流仓储行业解决方案，帮助全球各行各业的企业提升物流仓储效率。

海柔创新自主研发的箱式仓储机器人，通过完成对货箱的精准识别，用智能化解决了仓储作业流程中的最后一环，实现“货箱到人”，兼顾了可移动机器人更加“柔性”，刚性仓库结构更高“存储密度”的双重优点，刚柔并济。

操作单元更小、命中率更高，可实现快速整箱入库，帮助客户提升 80-400% 存储密度，提高 3-4 倍人工拣选效率等关键指标。

7.10.5.2 交叉带分拣

京东物流

京东集团 2007 年开始自建物流，2017 年 4 月 25 日正式成立京东物流集团。京东物流是中国领先的技术驱动的供应链解决方案及物流服务商，以“技术驱动，引领全球高效流通和可持续发展”为使命，致力于成为全球最值得信赖的供应链基础设施服务商。京东物流建立了包含仓储网络、综合运输网络、配送网络、大件网络、冷链网络及跨境网络在内的高度协同的六大网络，具备数字化、广泛和灵活的特点，服务范围覆盖了中国几乎所有地区、城镇和人口，不仅建立了中国电商与消费者之间的信赖关系，还通过 211 限时达等时效产品和上门服务，重新定义了物流服务标准。

顺丰

顺丰是国内领先的综合物流服务商，致力于成为独立第三方行业解决方案的数据科技服务公司，以领先的技术赋能客户，为客户提供涵盖多行业、多场景、智能化、一体化的智慧供应链解决方案。公司围绕物流生态圈，横向拓展多元业务领域，纵深完善产品分层，满足不同细分市场需求，覆盖客户完整供应链条。经过多年发展，依托于公司拥有的覆盖全国和全球主要国家及地区的高渗透率的快递网络基础上，通过内生孵化+并购整合方式，快速延伸至快运、冷运、同城、供应链等领域，搭建了完整的一体化综合物流服务体系；不仅能够提供配送端的高质量物流服务，还能围绕客户产业链上下游延伸，为客户提供贯

穿采购、生产、流通、销售、售后的一体化供应链解决方案。

7.10.5.3 车载监控

中寰卫星

中寰卫星导航通信有限公司成立于 2004 年，是北京四维图新科技股份有限公司旗下商用车智能网联技术服务高科技企业，总部位于北京，下设 22 个分支机构，业务覆盖全国。中寰卫星是四维图新旗下商用车智能网联科技服务企业，在商用车前装车联网、政企信息服务、智慧物流等方面已形成“三线打通”格局，从主机厂服务、司机生意及生活服务，车队管理、政府安全监管等全产业链出发提供专业的解决方案，从而打造商用车全生命周期的智慧物流生态。

目前，公司用科技助力 10 家主流商用车厂、10 余省份交管运管部门、数百家物流及生态企业推出了各具特色的商用车智能网联服务方案。由中寰智能网联技术产品服务支持的商用车已超过 260 万辆。

德宝科技

郑州德宝电子科技有限公司，成立于 2009 年，是一家集 GPS 北斗车载定位终端-车载视频监控-车载摄像头，研发生产销售安装服务为一体的专业化公司。在行业内具有较高的知名度和美誉度。主营产品，包括企事业单位公车管理系列，物流货运监控系列，车载视频监控系列，汽车金融风控租赁系列，人员定位管理系列，相关产品均取得国家级和行业级资质认证。

德宝科技北斗 GPS 车辆监控系统，通过对车辆的实时位置，运行线路，行车速度，停车地点，停车时长，行驶里程，实际油耗，实时视频等多维度不间断的监控，减少了公车私用，节约了用车成本，提高了调度效率，加强了车辆安全管理。在车辆管理实践中，体现了极强的实用价值，已成为企事业单位不可或缺的车队管理方法之一。为企业建立科学的管理体系和业务流程，实现规范化，制度化，精细化管理提供了详实的依据。

7.10.6 智慧城市

7.10.6.1 智慧环保

艾方立

深圳市艾方立科技有限公司成立于 2014 年，融合物联网、云计算，人工智能，大数据、移动互联网等新一代信息技术，公司产品涵盖扬尘污染监控系统、城市网格化微型站、挥发性有机物 VOCs 在线系统、负氧离子监测站、气象监测站、土壤墒情站、氮氧化物监测系统、物联网环境传感器、油烟监测系统、室内智能环境系统、噪声自动监测站、自主开发智慧工地平台、污染源在线监测系统、生态环境大数据可视平台。

其自主品牌艾方立在可持续发展领域与国内知名大学、科研机构、行业协会、跨界知名企业建立了长期广泛深入的合作关系。产品通过国家多个质监机构与检测机构的鉴定，入围国内多个城市城管，住建局，环保供应链系统名单，先后在广西、广东、新疆、等 29 省(市、自治区)建立技术服务网点和销售网络。

汉威科技

汉威科技集团股份有限公司是国内知名的气体传感器及仪表制造商、物联网解决方案提供商，创业板首批上市公司。汉威围绕物联网产业，将感知传感器、智能终端、通讯技术、地理信息和云计算、大数据等技术紧密结合，打造汉威云，建立完整的物联网产业链，结合环保治理、节能技术，以客户价值为导向，为智慧城市、安全生产、环境保护、民生健康提供完善的解决方案。

7.10.6.2 智慧应急

海纳云

海纳云为海尔集团旗下数字城市物联科技公司。作为智慧应急整体解决方案提供商，海纳云具备智慧应急顶层设计、核心技术、产品研发及一站式交付能力，拥有激光可燃气体检测仪、管道泄漏相关仪、慧眼 OCR 传输装置等一系列行业领先的自主产权产品，海尔海纳云足以凭借全栈智能的软硬协同赋能模式，深度融合数字技术与场景，打造出安全高效的智慧应急整体解决方案。其中，智慧消防是海纳云智慧应急场景下的垂直细分领域，通过持续深耕，海纳云已经开发完成 30+套算法，取得 30+项专利资质，90+项软件著作权，打造完全自主知识产权的探测终端、智能网关、AI 视觉等多类智能设备及智慧消防 AIoT 平台。

大华股份

浙江大华技术股份有限公司是全球领先的以视频为核心的智慧物联解决方案提供商和运营服务商。大华智慧应急解决方案聚焦应急管理、防灾减灾、安全生产、城市消防四大业务场景，以视频感知为基础，依托人工智能、物联网、融合通信等技术，构建高度集成、集约共享的智慧应急管理系统，帮助应急管理部门在常态下更好地发现风险、管理风险，提升风险防控力度，在非常态下更好地掌控全局、抓住关键、高效指挥、智能决策，打造业务闭环的应急管理体系建设，切实提升防灾、减灾、救灾综合能力。

7.10.6.3 市民互动数字人

百度

百度曦灵智能数字人平台致力于打造智能的服务型&演艺型数字人，面向金融、媒体，运营商、MCN，互娱等行业，提供全新客户体验及服务。该平台可进一步降低数字人应用门槛，实现人机可视化语音交互服务和内容生产服务，有效提升用户体验、降低人力成本，

提升服务质量和效率。

得益于百度 AI 引擎，百度数字人拥有 4 大强大的引擎做支撑：人像驱动引擎、智能对话引擎、语音交互引擎与智能推荐引擎，使数字人更加逼真。在不同终端，百度数字人支持不同同类的功能，如智能客服、商品导购、数字展厅讲解员、数字大堂经理/前台等等，现已积累了 CCTV 虚拟数字人小编、浦发银行数字紧急人，以及交行信用卡全天候数字人客服等成功案例。

小冰

2019 年，小冰率先提出了虚拟人（AI Being）理念，并基于全球领先的完备人工智能小冰框架，推出了虚拟专家和虚拟员工等完整产品线。小冰的虚拟人具有不同的性格特征、态度观点、生物学特征、创造力、知识和技能，兼具情感交互能力、专业能力和内容生产能力，并应用在多个行业场景。

小冰拥有全域底层技术，小冰框架已全面覆盖人工智能技术栈，包括自然语言处理、计算机视觉、计算机语音、人工智能创造力等，且在开放域对话、多模态交互、超级自然语音、神经网络渲染及内容生成领域，均居于全球领先。小冰框架承载着全球范围 60% 的人工智能交互总流量，超过同行业者的总和。

并积累有万科集团虚拟财务员工、国家体育总局冬运中心 AI 裁判与教练，虚拟专家、每日经济新闻主播、红杉资本虚拟分析师、数字孪生经济学专家郎咸平，以及数字孪生蓝色光标企业高管赵文权等成功案例。

7.10.7 VR/AR

7.10.7.1 云游戏

三七互娱

三七互娱（上海）科技有限公司成立于 2011 年，公司于 2015 年上市，公司主营业务包括影视、音乐、艺人经纪、动漫、泛文娱媒体、VR/AR、文化健康、社交等文娱领域。

完美世界

完美环球娱乐股份有限公司成立于 2004 年，2014 年于 A 股上市，主营业务包括完美世界影视、完美世界游戏和完美世界电竞三大板块。

蔚领时代

蔚领时代（WELL-LINK）是国内领先的视频云解决方案服务商，蔚领云游戏解决方案具有视频流及指令流多项技术支撑，在视频编解码及传输上拥有极高的可靠性和稳定性。其核心技术团队是国内云游戏领域的先行者，可以支持任何种类游戏的轻松入云，如主机游戏、网络游戏、安卓游戏等。任何云服务器蔚领云游戏解决方案均可做到快速高效部署。

阿里巴巴

元境是中国领先的、面向云游戏时代的研运一体化服务平台，是由阿里巴巴创立的云游戏服务品牌。围绕云游戏研发、运行、增长各个关键环节，提供云游戏基础设施、技术工具、创新应用和商业平台的全栈服务，帮助游戏研发商、发行平台及开发者以较低的技术和资金成本，快速布局云游戏赛道，赢得商业增长，促进产业创新。

截至 2022 年 6 月，元境已服务百余家游戏厂商和平台，稳定运行时长超过 1.7 亿小时。服务客户及支持作品包括：米哈游《云·原神》、bilibili、网易《逆水寒》、灵犀互娱《三国志·战略版》、360 游戏《战舰世界》《坦克世界》等。

元境致力于推动中国云游戏产业的快速健康发展，通过多项技术突破实现硬件降本、性能增效，为产业规模化发展提供有力保障；通过链接硬件、引擎、XR 等企业，引领产业打造更完善的生态环境。同时元境积极推动云游戏技术成为赋能各产业数字化的普惠技术，率先实现在制造、运动、文旅等行业的创新应用，为产业的数字化转型升级提供底层动能。

7.10.7.2 文旅体验

云知声

云知声，是国内头部人工智能独角兽企业，以人工智能语音技术为核心，通过全栈式技术链条，为企业 and 用户提供智能语音技术和综合解决方案。公司在智慧文旅领域以景区旅游转型、突破发展和开展智慧建设为契机，以景区特色文旅资源为依托，以游客为中心为服务理念，利用云计算、物联网、移动通信等多种先进技术，构建景区智慧文旅体系，提高文旅企业的综合管理和运营能力，创建优质的旅游生态环境，提升旅游的服务品质。将景区打造成全国领先、国际知名的智慧文旅景区，最终达到促进景区环境、社会、经济的可持续发展。

方天圣华

方天圣华于 2019 年成立，是增强现实与文旅行业的 5G+AR 智慧云平台产品与服务提供商，拥有计算机视觉、深度学习智能交互、拍照与视频人像剔除、光场建模等领域多项核心技术，提供科技+文化+旅游的整合方案、5G+AR 智慧文旅云平台搭建、云平台激活与运营的整案咨询。

通过 AR 虚拟导游进行文化讲解、交互合影、实景导航，让游客在景区旅行中，通过与古人跨时空对话和文物自述中熟悉历史，从点滴中了解景区的文化之美，将文化和产品带回家。

7.10.8 超高清/立体视频

7.10.8.1 远程安防监控

大华股份

浙江大华技术股份有限公司，简称大华股份，是全球领先的以视频为核心的智慧物联解决方案提供商和运营服务商，面向全球提供领先的视频存储、前端、显示控制和智能交通等系列化产品。公司以技术创新为基础，聚焦城市与企业两大核心业务，不断构建 AIoT 和物联数智平台能力，围绕客户需求，全面推动城市与企业的数智化升级，为城市、企业、家庭提供一站式智慧物联服务与解决方案。

海康威视

杭州海康威视数字技术股份有限公司于 2010 年上市，是以视频为核心的智能物联网解决方案和大数据服务提供商。公司主营业务聚焦于综合安防、大数据服务和智慧业务，构建开放合作生态，为公共服务领域用户、企事业用户和中小企业用户提供服务，致力于构筑云边融合、物信融合、数智融合的智慧城市和数字化企业。

7.10.8.2 8K 直播

中联超清

北京中联合超高清协同技术中心有限公司（简称中联超清）以实体支撑超高清视频（北京）制作技术协同中心运营，后者是在工信部指导下，部市共建超高清视频产业链协同发展综合服务和技术融合创新平台。中联超清于 2018 年成立，由北京市高精尖产业发展基金牵头建设，以“加速 4K 普及、培育 8K 生态、创新在广播电视、文教娱乐、安防监控、医疗健康、智能交通、工业制造领域的行业应用”为使命，是先进的集 8K 设计研发、集成、录制、制作、直转播、内容生产在内的 4K/8K 超高清视频产业头部企业。

作为 8K 超高清视频产业佼佼者，中联超清自成立以来，联合相关领域头部企业，积极研究和推动超高清视频在内容生产中的应用，着力开展 8K 超高清视频示范应用，从世园会应用到篮球世界杯直播，从国庆 24 小时慢直播到两会五地联动直播，再到国家大剧院大型音乐会、VR 电子竞技国际大赛直播，中联超清在实践中创造了多项佳绩，形成了一批具有国内知识产权，具有先进水平的产业化成果。

博冠光电

广州博冠光电科技股份有限公司是一家坚持“科技创新、品牌营销、核心制造、资本运营”为经营理念，以望远镜、枪瞄、测距仪、夜视仪等户外光学业务为基础，融合移动（Mobile）、智能（AI）、通讯（4G/5G）、显示（4K/8K）、物联网（IoT）等技术，从事 8K 超高清视频采集设备研发和生产的智能科技产业公司。博冠光电于 2019 年发布全球首款 8K+5G+AI 安防监控摄像机；2021 年率先成为国内支持 8K+5G 实时超高清端到端直播及 8K 多机位多路切换直播的企业，为客户提供 8K 超高清的全链路整套解决方案。

7.10.8.3 裸眼 3D

TCL

TCL 裸眼 3D 由 TCL 商用信息科技（惠州）股份有限公司开发，公司注册资本 1 亿元，隶属于 TCL 集团系统科技事业部，主营业务是面向 B2B 领域提供数字标牌、专业显示、大屏拼接系统、触摸产品系统、LED 大屏显示系统等产品 and 解决方案。

TCL 裸眼 3D 为了拓宽裸眼 3D 电视市场应用，不仅仅需要开发出专业裸眼 3D 显示技术，更需要配套行业解决方案，并应用于不同专业显示领域。TCL 专注 3D 显示技术研究的同时，也陆续推出多种裸眼 3D 解决方案：

①裸眼 3D 媒体广告解决方案

该方案是基于 TCL 自主研发 E-show 信息发布系统和互联网平台，采用集中控制，统一管理方式，从而实现终端裸眼 3D 广告远程播控模式。该方案具有无需人工值守，内容二级审核机制，字幕滚动、全智能播放功能等特点，极大方便广告运营商或企业客户终端管理，提升工作效率，快速达到广告宣传效果。

②TCL 裸眼 3D 影视方案

TCL 裸眼 3D 影视方案提供了一种可将普通 3D 信号源（2 视点或单视点）实时转化成裸眼 3D 信号，观众无需佩戴专业 3D 眼镜或特制 8 视点 3D 片源，实现观看 3D 影视。该方案不仅很好解决 3D 片源少问题，还能够提供高品质 3D 视像，对裸眼 3D 电视应用推广具有实质意义，比如公众娱乐场所酒吧、3D 影院、会所、甚至高端私人 3D 影院都可能应用此方案。

③TCL 裸眼 3D 游戏系统方案

TCL 裸眼 3D 游戏系统是提供一种可支持 Direct X 9.0 以上常规 3D 建模游戏裸眼立体显示解决方案。观众只需在游戏主机装上 TCL 独有引擎插件，并连接 TCL 裸眼 3D 电视即可体验不一样游戏玩法。

④TCL 医疗 3D 可视化系统

TCL 医疗 3D 可视化系统是由 TCL 医疗公司基于 TCL 裸眼 3D 显示技术上，开发出一套可将 CT 扫描三维图案数据，实时转换成全彩裸眼 3D 视像解决方案。该方案主要应用于医疗专业显示领域。

京东方

2023 年 11 月，京东方携包括裸眼 3D、智慧建筑、智慧办公、智慧教育等物联网应用产品亮相第二十五届中国国际高新技术成果交易会。京东方在展区展示了巨幅裸眼 3D 转角屏，极具视觉冲击力的 3D 视效让现场观众纷纷驻足体验。该面大屏采用京东方百万级超高对比度 Mini LED 技术，极致黑态的绚丽画面与栩栩如生的 3D 效果让其在本届展会上大放异彩。3D 前沿技术应用方面，京东方旗下视延科技带来了业内首个 32 英寸 16K 超高清裸眼光场显示器，采用分辨率高达 16K 的超高清显示面板，可实现单眼 4K Retina 超高分辨率、出屏距离 0.5 米的震撼视效，同时搭载毫秒级眼球追踪技术和实时内容渲染技术，带来流畅的移动观看体验。

2023 年 12 月，京东方获得“一种裸眼 3D 显示装置”专利，大大加快了关键技术攻关进度，可望实现全视图裸眼 3D 显示和局部视图裸眼 3D 显示的可切换显示。



2024

中国5G产业全景图谱报告



物联网智库



智次方



数字原生组织



扫码下载图谱报告