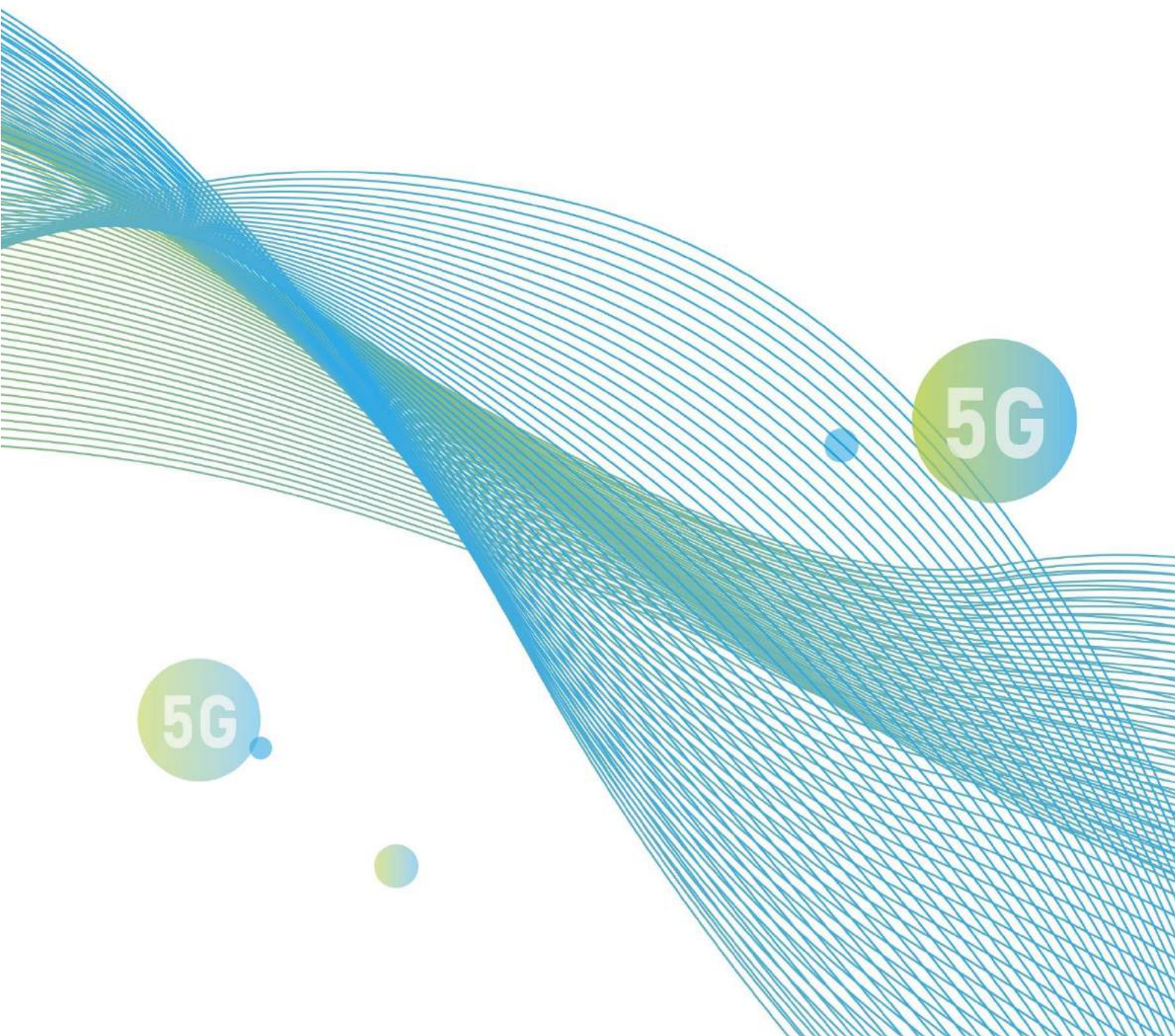


5G 行业模组分级分类白皮书



版权声明

本白皮书版权属于 5G 应用产业方阵，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：5G 应用产业方阵”。违反上述声明者，本方阵将追究其相关法律责任。

5G 商用两年来，我国 5G 应用规模持续扩大，应用探索横向扩展，纵向深入，在工业、交通、安防、医疗、能源等十多个行业领域取得显著成效。5G 行业终端是连接网络基础设施和行业应用的桥梁，而 5G 行业模组是实现终端设备入网的重要载体。行业模组是未来 5G 市场发展新蓝海，据麦肯锡研究机构（McKinsey & Company）预测，2025 年 5G 物联网模块销售量将接近 2800 万个，2030 年销售量将接近 2.5 亿个。

现阶段，5G 行业模组面临生产成本高、市场碎片化、产品适配性不足、生态构建困难等一系列问题，严重影响 5G 行业应用规模化落地进程。为有效缓解上述问题，促进 5G 模组高质高速发展，白皮书深度梳理了 5G 模组发展困境及发展趋势。同时，为实现与行业业务需求的高度适配，选取了工业、安防、能源、医疗、交通、仓储等十个重点行业领域，分析各行业典型业务及 5G 终端模组需求，为 5G 模组市场规模化发展提供数据参考。统筹考虑模组发展现状及行业实际需求，模组分级分类成为现阶段切实可行的实施方案。为进一步服务国家创新驱动发展战略，基于企业转型发展的实际需求，技术、产业、商业联合推动有望成为 5G 行业模组规模发展的有效路径。

5G 行业模组发展概览.....	1
发展现状.....	1
发展痛点.....	2
发展趋势.....	3
重点行业 5G 需求分析.....	3
5G 行业模组分级分类.....	9
5G 行业模组分类研究.....	9
5G 行业模组分级研究.....	10
产业展望.....	14
技术突破，夯实关键基础能力.....	14
多方协同，推动产业有序扩大.....	15
价值提升，实现产业良性运转.....	15
附录.....	16
主要贡献单位.....	19

发展现状

5G 模组成本引发持续关注，尚未形成规模化市场。芯片和外围电路开发是 5G 模组两大成本来源，其中基带芯片占比最高。通信模组外围电路涉及多种芯片、器件的二次设计与集成，兼具标准化和定制化特点，研发成本高，毛利率相对较低。为满足行业需求，模组需承载融合感知、数据处理、AI、操作系统等特殊功能，进一步增加研发成本。截至 2021 年 9 月底，全球共发布 5G 模组产品 137 款，多数产品尚未实现大规模出货。近两年，5G 模组降本成为产业各方共同奋斗目标。2019 年华为发布首款单芯多模 5G 工业模组 MH5000，售价首次突破千元大关；2021 年联通物联网推出搭载紫光展锐 V510 芯片的雁飞 5G 模组，5G 频段仅支持 N1/N78，通过裁剪不必要的功能使得 5G 模组售价首次下探至 500 元以下，但距离行业预期仍有差距。目前，移远、广和通、芯讯通、鼎桥等国内主流模组厂商均已启动硬件及功能裁剪版 5G 模组产品研发测试工作，推动模组成本的进一步下探。

1

二是市场碎片化属性凸出，行业需求尚待细化。5G 应用多处于“样板间”阶段，定制化程度高，不具备大规模商用和复制推广的条件。同时，与行业机理、业务模型深度融合的“杀手

序号	指标项	详细描述
1	尺寸/封装	尺寸大影响整机集成度和成本, 不同行业对封装要求各不相同, 尤其是便携式终端需求旺盛的行业
2	功耗	功耗高影响整机设计, 影响续航能力, 充电或电池类终端对此要求较高, 如无人机、PDA 等
3	高精度授时	部分行业对高精度授时需求强烈, 如电力行业精准负荷控制业务
4	超级上行	部分视频终端对上行带宽要求严格, 如工业相机、多目摄像机等需要超过 100M 的稳定超大上行带宽
5	pin 定义	不同终端管脚定义不同, 有较强的兼容需求, 如 5G 和 4G 不兼容, 需要重新设计
6	天线设计	不同终端对天线数需求不同, 部分终端需要 4 天线或 6 天线, 部分终端需要单天线, 对于模组企业设计难度高

一是定制化 5G 模组标准缺失，无法充分适配行业需求。行业定制化 5G 模组需兼顾行业业务特性，在频段、功能、性能、环境适应性上进行定制化。受限于行业 5G 融合业务落地节奏，行业定制化 5G 模组标准体系尚未建立。目前市面上的模组都属于通用模组，行业适配性不足，无法适应行业终端开发及应用需求，因此亟需在模组尺寸、功耗、定位、带宽、增强功能支持等方面重新制定行业 5G 模组标准。定制化模组的缺失进一步延缓定制化终端的研发进程，能源、医疗、工业、交通等 5G 行业特色终端品类不足，难以实现 5G 深度赋能。

2

级”应用尚未出现，行业部署 5G 终端产品迫切性不足。如市场主流 5G 模组遵循 3GPP 标准研发设计，但产业界对超高带宽的需求比例并不高，大量需求集中在中低速场景，5G 的性能略有过剩，亟需集聚产业各方力量，充分挖掘行业需求，明确和细化对 5G 通信能力的要求，包括但不限于通信能力、管理功能、5G 新特性、行业特殊需求等。

发展趋势

从目前研究进展与行业切实需求来看，推动 5G 模组有序健康发展需要以芯片、模组等关键环节为切入点，分类处理，精准突破，推动产业环节的联动升级。

芯片领域：一方面研究行业定制芯片已成为行业共识。鉴于上游芯片高成本占比，从源头侧降低成本是实现模组规模上量的核心要素，也是解决产业痛点的直接途径。这里需要指出的是 3GPP 定义的 RedCap 范畴仍处于初期阶段，降本幅度是否达到行业预期尚未可知，且商用时间较晚，短期内无法充分展现实际价值。另一方面，提升国产自主可控能力已上升为国家战略。我国是全球芯片消费大国，而芯片一直是我国基础产业的薄弱环节，高度依赖进口，2020 年我国芯片自给率仅 5.9%。5G 时代，芯片应用范围进一步扩展，芯片安全关乎工业、医疗、金融、能源、电信等国家战略行业安全，摆脱国外依赖，实现自主国产芯片替代势在必行。

模组领域：在碎片化市场中，实现高成本与规模定制的有效平衡。模组上游芯片成本占比较高，其涉及研发设计、流片制造、封装测试等多个环节，通常需要 2 年左右的成熟周期，短期内难以实现降本。基于现有 5G 模组进行冗余功能裁剪的精简化模组和部分功能增强的定制化模组为快速降本提供了可能。针对细分行业模组标准需求进行研究，需引入更多的行业客户，与行业标准组织密切合作，贴近行业实际应用场景，精准发力，以更好的推进落地。通用模组做出极致成本，细分模组做出差异化竞争力，成本综合分摊。

重点行业 5G 需求分析

——工业制造

在全球数字化进程加速推进的背景下，国内工业企业智能化转型升级需求异常迫切。5G 与工业生产中既有研发设计系统、生产控制系统及服务管理系统等的深度融合可优化生产工艺、

降低研发维护成本，实现降本增效。同时，利用 5G 与 ICT 技术的融合优势，可实现生产信息的实时监测，减少高危作业人员需求，减少设备维护成本。工业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——工业制造

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
工业 AR	下行速率：> 50 Mbps 时延：< 20ms	功耗：< 3W	高精度定位、切片	2024 年中国工业互联网行业市场规模将会增长至 12500 亿元
工业云化 AGV	上行速率：> 20 Mbps 时延：< 20ms	功耗：< 3W	高精度定位、切片	
工业机器视觉	上行速率：> 100Mbps 时延：< 20ms	功耗：< 3W	5G LAN、切片	
工业远程控制	上行速率：> 50Mbps 时延：< 30ms	功耗：< 3W	5G LAN 高精度授时、切片	
高清视频监控	上行速率：> 50Mbps	/	5G LAN、切片	

——安防行业

随着科学技术的快速迭代，安防视频监控业务开始迈入智能互联时代，从传统“看的清”向“看得懂”过渡，从“看视频”向“用视频”扩展，从非智能、孤立监控单元向智能、互联监控系统转变。新一代的安防应用，核心是赋能，通过加载 AI、大数据等技术，实现对客户的赋能。5G 技术带来了基础网络的重构，其大带宽、低时延、高可靠的网络特性，为随时随地实时传输高清视频提供了可能。安防行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——安防行业

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
5G 公共车辆监控	上行速率>32Mbps	车载防震	体积<32mm*54mm	2023 年户外移动监控类摄影机将达到 1120 万台
5G 重点区域无人巡检	上行速率>40Mbps	稳定飞行，防水防风，智能防碰撞	体积<32mm*54mm	
5G 社区安保	上行速率>15Mbps	/	体积<32mm*54mm 5G LAN	
5G 道路安全监控	上行速率>15Mbps	/	体积<32mm*54mm 5G LAN	
5G 街面巡防	上行速率>15Mbps	/	体积<32mm*54mm 5G LAN	
移动执法	上行速率>15Mbps	/	切片	

——能源电力

在新一代信息化和数字化技术加速兴起的浪潮下，能源电力行业正在面临前所未有之大变革。5G 与大数据、人工智能等新一代 ICT 技术相融合，将电力系统“发电、输电、变电、配电、用电”五大环节紧密连接，形成全面感知、高效处理、深度交互、数据共享的智能服务系统，推动构建数字化、智能化、高质量发展的电力物联网。能源电力行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——能源电力

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
移动巡检业务	上行速率：>20Mbps 时延：<100ms 可用性：99.9%	集成在机器人或者无人机等巡检设备	切片	中国智能电网市场规模预计在 2022 年达到 71,704.0 亿元
用电信息采集	上行速率：2Mbps 时延：<100ms 可用性：99.9%	集成在电表箱	切片	
精准负荷控制	上行速率：<2Mbps 时延：<50ms 可用性：99.99%	DTU/CPE 室内部署	高精度授时小于 10us、切片	
配网差动保护	上行速率：>3Mbps 时延：<15ms 可用性：99.999%	DTU 室内部署	高精度授时小于 10us、切片	

——医疗健康

医疗行业面临人口老龄化、慢性病高速增长、医疗资源供需严重失衡以及地域分配不均等问题，智慧医疗需求迫切。同时，我国人口基数大、产业组合丰富、人才储备充分，又给智慧医疗的发展提供了很好的基础。通过 5G 等前沿技术打造全感知、全连接、全智能智慧医疗体系，可有效提升病患服务体验、医护救治效率、医疗机构管理效率、公共安全应对能力。医疗健康行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——医疗健康

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
智慧急救	上行速率：>50Mbps 下行速率：>300Mbps	/	切片	2023 年智慧医疗行业投资将扩大至 1628 亿元
远程会诊	上行速率：>40Mbps 时延：<50ms	/	切片	

——交通行业

随着技术不断进步，智能交通系统的发展正在进入一个新的发展阶段。新技术、新理念、新模式正在颠覆以往的交通运输体系，新的智能交通体系正在形成，相应智能交通系统内容也将发生重大变革。新一代 ICT 技术推动智能交通系统在感知、存储、共享与交互、人工智能、大数据分析以及综合服务等领域全面升级和创新。智能交通可以利用 5G 强大数据传输能力，提高系统整体作业效率，降低能量损耗，增加运输安全性和便捷性。交通行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——交通行业

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
自动驾驶	上行速率：>100Mbps	/	/	约 2000 万台
远程驾驶	上行速率：>50Mbps	H.265/ HEVC 编解码	/	
车路协同	上行速率：>100Mbps	/	定位、高精度授时、切片	

——仓储物流

物流的核心是体验、效率、成本。其中，体验最重要评价标准就是物流的时效，而仓储是物流的核心业务环节之一。随着人民生活水平的不断提升，物流市场规模持续扩大，新一代智能仓储需求日益迫切。智能仓储在仓储环节引入智能作业终端，支持实时数据感知、调拨和作业控制。通过 5G 网络实现机器人、传感器等设备协同工作，提高仓库周转效率，最大限度地减少人工数量，同时降低作业损耗。仓储物流行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——仓储物流

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
智能拣选	上行速率：>100Mbps 时延：<40ms	机器人、摄像头	5G LAN	2021 年中国智能物流市场规模将达 6477 亿元
多车协同搬运	授时精度<10us	/	高精度授时 5G LAN	
融合定位	融合定位精度<30cm 5G 定位精度<1m	/	高精度定位 5G LAN	

应用场景名称	5G 指标需求	CPU/GPU 指标需求	模组要求	
云化 AGV	上行速率: >100Mbps 时延: <50ms	GPU 处理能力大于 2TOPS	5G LAN	

——采矿行业

矿产资源是经济社会发展的重要物质基础,智慧矿业是“数字化地球”概念在矿业领域的延伸和具体表现。智慧矿业解决方案的特点是基础信息数字化、生产过程虚拟化、管理控制一体化和决策处理集成化。5G 技术高速率、大带宽、低时延特性推动采矿行业实现生产环节信息化传输、运输环节自动化协同以及高危作业环节无人化或少人化操作。采矿行业典型业务 5G 需求统计情况如下:

5G 终端模组需求列表——采矿行业

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
井下高清视频监控	单个 4K 摄像头: 10-20Mbps 总容量需求(考虑冗余): > 300 Mbps	本安防爆/隔爆	5G LAN	2 公里采煤巷道: 约 30-50 个摄像头 20 公里输煤皮带: 约 50 - 100 个摄像头
设备数据采集	上行大带宽: 1~100Mbps 时延: <50ms 可用性: 99.99%	本安防爆/隔爆	5G LAN	每个矿井约 3000 个传感器设备数据、环境数据
远程操控	低时延: < 50 ms 可用性: 99.999% 采煤机上震动传感器 7Mbps 速率要求, 支持高密 4K 摄像头实时监控: 总容量> 300 Mbps	本安防爆/隔爆	切片	约 10 台/矿
无人驾驶	时延: < 20ms 99.999% 上行速率: <40Mbps	本安防爆/隔爆	切片	约 100 台/矿

——港口行业

在“互联网+”和“工业互联网”大发展的时代潮流共同推动下,港口向着信息化、数字化、自动化、智能化方向转型成了必然趋势。智慧港口是以现代化基础设施设备为基础,以新一代 ICT 信息技术与港口业务深度融合为核心,实现港口资源最优化配置,形成具有生产智能、管理智慧、保障有力等鲜明特征的现代港口新业态。智慧港口需要较高的上行速率和容量、极低时延、数据隔离等网络条件,而 5G 技术大带宽、低时延、高可靠等特性完美适配这些需求。港口行业典型业务 5G 需求统计情况如下:

5G 终端模组需求列表——港口行业

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
港机远控	上行速率：>100Mbps 时延：< 20ms	工业级室外 CPE	5G LAN、切片	约 50000 台
智能理货	上行速率：> 10Mbps 时延：< 50ms	工业级室外 CPE	5G LAN、切片	约 50000 台
无人机巡检	上行速率：> 16Mbps 时延：< 20ms	模组集成于无人机内	5G LAN、切片	约 1500 架
集卡 5G 远程接管	上行速率：> 20Mbps 时延：< 20ms	车规级 CPE	5G LAN、切片	约 15000 辆

——文化教育

5G 时代的来临将为文化教育产业带来巨大发展机遇，文化教育产业在 5G 技术的推动下将发生深度的产业融合，催生多样化文化教育生态。文化教育产业在 5G 时代背景下，依托数字信息技术和智能技术，未来发展呈现无限可能，创作效率会大幅提高，消费模式更具体验感，吸引力显著增强，服务范围进一步扩大。文化教育行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——文化教育

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组需求	市场空间
5G+VR 教育	下行速率：>100Mbps	VR	切片	2023 年国内 VR 市场规模将达到 1022 亿元
5G+VR 文旅	下行速率：>100Mbps	VR	切片	

——新媒体

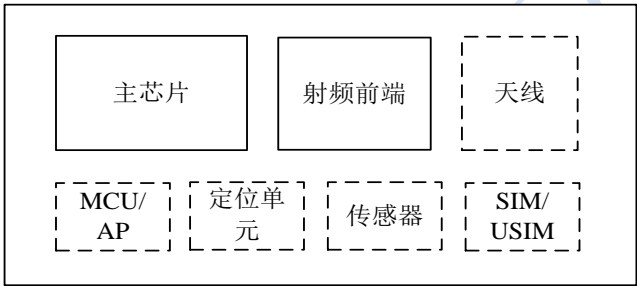
目前新媒体行业发展趋势火爆。以视频、直播为主的新媒体由于实时性高、受众广而发展迅速。尤其在疫情期间，居家购物、云旅游、云监工等新型消费需求爆增，新媒体业务呈现爆发式增长。5G 打破当前直播所面临的网络条件制约，为直播的全方位提升提供网络基础。多元化和更高品质的内容、更强烈的社交属性、使用场景的突破性扩展，将为直播吸引更多的观众，并带来用户使用时长的大幅增长。新媒体行业典型业务 5G 需求统计情况如下：

5G 终端模组需求列表——新媒体

应用场景名称	5G 指标需求	终端要求	模组要求	市场空间
网络直播	上行速率: >100Mbps	防水、防震 QoS 保证	切片	约 20 万台

5G 行业模组分级分类

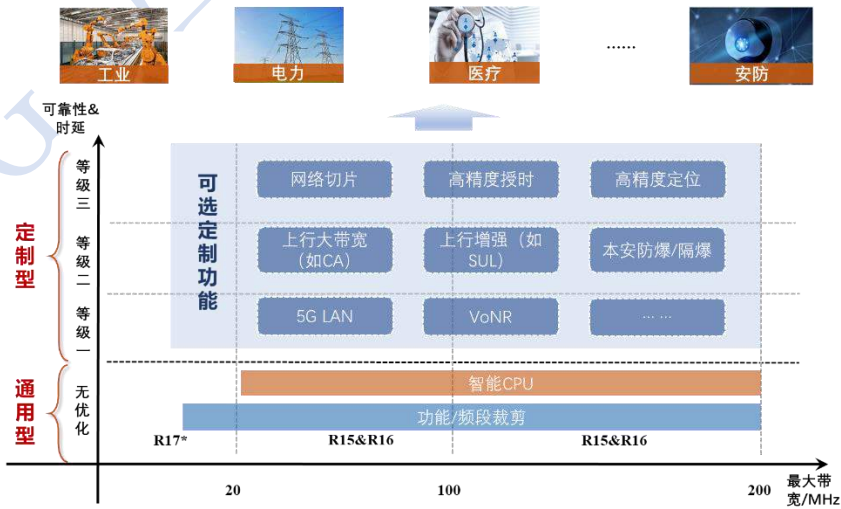
5G 模组逻辑结构如图所示，以主芯片和射频前端为主体，根据应用场景和功能的不同，可选择性包含 MCU/AP 单元、定位单元、传感器单元、SIM/USIM 单元以及天线单元等。



5G 模组逻辑结构图

5G 行业模组分类研究

综合考虑行业应用前景、发展周期、行业特殊需求、成本敏感性、标准推进情况等因素，在现有 5G 模组的基础上，对 5G 行业模组进行分级分类有助于 5G 模组行业应用范围的扩大。



模组分级分类框架图

根据功能性能和行业应用规模等方面的差异，5G 行业模组分为通用型和定制型两大类。其中，通用型模组以通信性能为主体，无明显行业属性，聚焦碎片化应用场景的标准统一与市场聚合；定制型模组，以通信性能为基础，以网络切片、上行大带宽、5G LAN 等可选功能为特色，聚焦上量市场的按需定制与精准适配。需要注意的是，5G 智能模组是一种特殊存在形式，与常规模组搭配其他主控模块使用方式不同，除了具备 5G 通信能力外，自身还可以提供视频处理能力及 AI 算力。同时模组内部集成了大容量存储器，可以承载智能化操作系统，单个模组便可满足各个行业对 5G+AI 的双重需求。此外，功能/频段裁剪也是 5G 行业模组发展趋势之一，如雁飞 5G 模组只支持联通 5G 频段。

5G 行业模组分级研究

为了满足行业应用的多样化需求，在 5G 模组分类的基础上，可以进一步对不同类型的 5G 模组进行分级。5G 通用型模组，其应用场景对通信功能和性能的要求相对宽松，可以基于 5G 模组支持的最大带宽进行简单分级。5G 定制型模组，其应用场景对模组本身的通信性能要求较高，对特色化定制功能需求迫切。可结合行业对通信能力情况、增强特性功能定制情况进行分级。

——通用型模组

通用型模组出于成本考虑，各级差异主要体现在最大带宽支持能力。根据当前 3GPP R15、R16 标准、CCSA 已经落地技术标准以及即将于 2022 年冻结的 R17 的技术标准，分级情况如下表所示：

通用型模组分级标准

天线类型	最大带宽	最高支持速率					
		DL/ UL	帧结构 全 U/D	帧结构 1 2.5ms 双周期 DDDSUDDSUU S: 10:2:2	帧结构 2 5ms 单周期 DDDDDDDSUU S: 6:4:4	帧结构 3 2.5ms 单 周期 DSUUU S: 10:2:2	帧结构 1 +帧结构 2
2T4R	等级三： 200MHz	DL	4.6Gbps	3Gbps	-	-	3.2Gbps
		UL	2.3Gbps	380Mbps	-	-	500Mbps

天线类型	最大带宽	最高支持速率					
		DL/ UL	帧结构 全 U/D	帧结构 1 2.5ms 双周期 DDDSUDDSUU S: 10:2:2	帧结构 2 5ms 单周期 DDDDDDDSUU S: 6:4:4	帧结构 3 2.5ms 单 周期 DSUUU S: 10:2:2	帧结构 1 + 帧结构 2
	等级二: 100MHz	DL	2.3Gbps	1.5Gbps	1.7Gbps	780Mbps	-
1T2R	等级二: 100MHz	UL	1.25Gbps	375Mbps	250Mbps	750Mbps	-
		等级一: 20MHz	DL	164Mbps	105 Mbps	121 Mbps	-
	UL	87Mbps	28.6 Mbps	19.9 Mbps	-	-	
注 1: 帧结构全 U/D 无实际应用场景, 仅为理论能力;							
注 2: 帧结构 1 适用于 n78/n79; 帧结构 2 适用于 n41; 帧结构 3 适用于 n79;							
注 3: 帧结构 1+帧结构 2 (n79+n41: 100MHz+100MHz) ;							
注 4: 帧结构 2(n41+n41:100MHz+60MHz):DL_TP_UE:2.72Gbps, UL_TP_UE:400Mbps;							
注 5: 以上指标均为实验室理想条件下的测试值, 实测值与环境、网络质量等因素直接相关, 一般能达到理论值的 80%, 具体结果以实测为准;							
注 6: 20MHz 为 R17 特性, 本白皮书发布时, 该产品仍未获得, 在表中仅用于展示模组技术发展方向;							
注 7: 天线类型 2T4R 仅表示当前产品要求, 后期可能会采用 1T4R 模式。							

在实际的应用中, 行业企业可基于不同等级最大支持带宽上限选择模组。例当网络带宽介于 20MHz 与 100MHz 之间时, 可选用 100MHz 的模组进行支持。在上述的基础上, 模组厂商可选择不同模式支持 5G 网络, 如仅支持 SA only 或同时支持 SA/NSA。

通用型模组根据本身的运算处理能力高低及逻辑结构的不同, 还可以细分为**通信型**和**智能型**两类。其中, 通信型模组作为通信模块, 只提供通信功能; 智能型模组除了提供通信功能之外, 还提供智能应用所需要的相关能力, 包括但不限于处理器能力、视频处理能力以及操作系统支持能力等。具体来说, 对于处理器能力, 除了支持 5G 传输所必要的处理能力外, 还需要具有一定的 AI 算力, 包含 CPU/GPU//DSP 等提供的综合算力; 对于视频处理能力, 需要能同时支持视频的采集、处理及编码等; 对于操作系统支持能力, 需要支持典型的智能操作系统, 如 Android 等。目前智能型模组主要应用于视频类应用, 如机器视觉、安防监控等。

智能模组满足 5G 通信模组的基本通信能力, 在此基础上根据核心指标 CPU 处理能力进行分级, 满足不同场景应用对算力的需求。

智能型模组分级标准

分类	基础型	平衡型	专业型
CPU 性能 (参考架构)	29440DMIPS (8xA53@1.6GHz)	44640DMIPS (2xA75@1.8G+6xA55@1.6G)	61040DMIPS (4xA75@2.0G+4xA55@1.8G)
最大像素	16M	25M	32M 或更高
编码能力	≥ 1080P30FPS	≥ 2K30FPS	≥ 4K60FPS
AI 算力	<1TOPS	1T~5TOPS	>5TOPS
主要场景	5G IPC 等	5GIPC、音视频记录仪、手持终端、XR 终端等	工业视觉终端、智能网关、视频会议、高性能工业相机等
硬件接口	Camera sensor 接口 MIPI CSI 高清显示接口 MIPI DSI 或转接	Camera sensor 接口 MIPI CSI 高清显示接口 MIPI DSI 或转接	Camera sensor 接口 MIPI CSI 高清显示接口 MIPI DSI 或转接

注：本部分参考机器视觉应用需求提出

——定制型模组

相对于通用型模组，定制型模组对时延@可靠性指标有明确要求，同时提供配套的可维可测服务，可用于电力、交通、港口、医疗等具有特殊需求的应用场景。对于定制型模组，在带宽的基础上，分级主要体现在时延@可靠性指标上。同时，行业增强特性需求支持情况也是分级的重要依据，详细分级情况如下表：

定制型模组分级标准

等级值	时延@可靠性	行业增强特性需求
等级一	20ms~50ms@99.9%	至少 1 种
等级二	10ms~20ms@99.99%	至少 3 种
等级三	<10ms@99.99%	至少 5 种

注 1：20MHz 为 R17 特性，本白皮书发布时，该产品仍未获得，在表中仅用于展示模组技术发展方向；
 注 2：电信行业可靠性与垂直行业可用性为两个概念，详见 3GPP TS 22.104；
 注 3：上述时延为单向端到端时延，同等网络条件下，终端/模组需与网络适配后满足时延要求；
 注 4：行业增强特性需求指 5G LAN、网络切片、高精度授时、高精度定位、辅助上行等；
 注 5：时延范围参考 IMT 2020《5G 确定性承载网络 SLA 指标体系白皮书》。

面向具有特定需求的规模化市场，形成定制化生产。重点行业对定制型模组增强特性需求情况如下表：

重点行业典型业务场景增强特性需求情况

重点行业	典型业务	5G LAN	高精度授时	高精度定位	上行增强 (如 SUL)	上行大带宽 (如 CA)	切片 & URSP	VoNR	短信	本安防爆 / 隔爆	其它
工业	工业 AR			√			√				
	工业云化 AGV			√			√				
	工业机器视觉	√				√	√				
	工业远程控制	√	√			√	√				
	高清视频监控	√				√	√				
安防	5G 公共车辆监控				√			√	√		防震
	5G 重点区域无人巡检				√	√		√	√		防水防风
	5G 社区安保	√			√			√	√		
	5G 道路安全监控	√			√			√	√		
	5G 街面巡防	√			√			√	√		
	5G 移动执法						√				
电力	移动巡检类业务						√				
	用电信息采集业务						√				
	精准负荷控制		√				√				
	配网差动保护		√				√				
医疗	智慧急救					√	√				
	远程会诊					√	√				
交通	自动驾驶					√					
	远程驾驶					√					
	车路协同		√	√		√	√				
仓储	智能拣选	√				√					
	多协同搬运	√	√								
	融合定位	√		√							
	云化 AGV	√				√					
采矿	井下高清视频	√								√	
	设备数据采集	√								√	
	远程操控						√			√	
	无人驾驶						√			√	
港口	岸桥远控	√				√	√				
	智能理货	√					√				

重点行业	典型业务	5G LAN	高精度授时	高精度定位	上行增强（如 SUL）	上行大带宽（如 CA）	切片 & URSP	VoNR	短信	本安防爆 / 隔爆	其它
	无人机巡检	√					√				
	集卡 5G 远程接管	√					√				
文旅	5G+VR 教育						√				
	5G+文旅						√				
新媒体	新媒体					√	√				防水 防震

注：上述增强功能实现前提为 5G 网络可支持

产业展望

5G 模组的发展影响着 5G 在千行百业的应用与落地，影响着众多传统行业信息化、智能化转型升级步伐。为构建新发展格局，打造科技强国，充分运用 5G 新技术是赋能企业新发展的有效途径之一。围绕企业转型发展的实际需求，“技术创新、产业协同、价值提升”三位一体，合力推进 5G 行业模组融合发展。其中，技术创新是重要基础，产业协同是有效路径，价值提升是有效保障。

技术突破，夯实关键基础能力

一方面实现 5G 行业定制化芯片精准突破。根据行业应用需求，开发贴合 5G 行业需求的细分型芯片，实现从 0->1->N 的行业拓展，推动形成通用芯片与行业细分型芯片“并驾齐驱”的发展模式。**另一方面**实现 5G 行业模组的精准适配。面向规模化市场，基于实际应用场景对通信、时延等能力提出差异化需求，完善定制化 5G 模组标准体系，推动 5G 行业模组逐步形成“专而精”的定制化发展方向。构建通用型和定制型“双轨并行”发展模式，助力 5G 行业模组量质齐升与生产成本的进一步下探，促进规模化落地商用。

多方协同，推动产业有序扩大

政府、行业用户、运营商、设备商、行业组织多层面协同推动，助力 5G 终端产业的加速成熟。**政府层面**，设立专项扶持和创新资金，激发企业创新活力，提升国产供给能力；**行业客户层面**，发挥主观能动作用，积极挖掘“杀手级”5G 应用，以市场需求带动产业发展；**运营商层面**，进一步提升网络服务，同时推动相关资费进一步降低；**设备商层面**，加快研发与行业需求深度契合的网络设备及行业终端设备，促进设备功能及形态的多样化；**行业协会层面**，充分发挥组织协调能力，收集企业共性需求和增强特性需求；**产业平台层面**，建立公共服务平台，邀请各垂直行业协会参与，搭建产业与各行业企业沟通的桥梁，实现行业需求精准对接，促进跨界协同，繁荣产业生态。

价值提升，实现产业良性运转

5G 的建设与发展离不开产业上下游多个行业共同支持，需要各个行业投入资源共同参与。无论是行业应用客户或者是运营商、设备商、终端商、模组商、芯片商，最终要能为各个行业带来商业价值，才能保证 5G 模组产业健康可持续发展。因此在 5G 时代来临之际，应积极探索 5G 应用新场景、深度挖掘行业新机会、思考新的商业模式，推动“高价值”、“大规模”的应用落地，最终形成以商业价值带动产业高质量发展的可持续发展模式。

附录

现有 5G 模组符合性统计表

编号	产品型号	类别			简要说明	供应商
		定制型	通用型			
			通信型	智能型		
1	RG500Q-CN		√		RG500Q-CN 是一款基于高通 SDX55 芯片的 5G Sub6 模块, LGA 封装, 采用 3GPP R15 技术, 同时支持 5G NSA 和 SA 模式。集成多个工业标准接口, 并支持多种驱动和软件功能, 可用于工业级路由器、家庭网关、机顶盒、消费笔记本电脑、工业级 PDA、加固型工业平板电脑、视频监控和数字标牌等	移远
2	RM520N-GL		√		RM520N-GL 是一款基于高通 SDX62 芯片的 5G Sub6 模块, M.2 封装, 采用 3GPP R16 技术, 同时支持 5G NSA 和 SA 模式。几乎覆盖了全球所有主流运营商,集成多个工业标准接口, 并支持多种驱动和软件功能, 可用于工业级路由器、家庭网关、机顶盒、工业笔记本电脑、消费笔记本电脑、工业级 PDA、加固型工业平板电脑、视频监控和数字标牌等	
3	RM500U-CN		√		RM500U-CN 是一款基于展锐春藤 510 芯片, 专为 IoT/eMBB 应用而设计的 5G Sub-6 GHz 模块。采用 3GPP R15 技术, 同时支持 5G NSA 和 SA 模式。RM500U-CN 采用 M.2 封装, RM500U-CN 支持国内四大运营商	
4	RG500L-EU			√	RG500L-EU 是一款基于 MTK T750 平台的 5G 模组, 高度适配并提供整套 CPE、网关等整机解决方案, 专用于 eMBB(FWA、CPE)市场。5G NR Sub-6GHz 下双载波聚合 (2CC CA) 200MHz 频率。RG500L-EU 内置 4 核 ARM Cortex-A55 CPU, 可支持两个 2.5Gbps SGMII 接口, 支持 WiFi6 等接口	
5	FG150-AE		√		FG150 是一款基于高通 X55 平台的第一款面向国内的 5G 模组, 支持 SA 和 NSA 两种模式, 支持 NR/LTE 下行 4*4MIMO, NR 上行 2*2MIMO, NR: 4*4MIMO DL/2*2MIMO UL LTE: 4*4MIMO	广和通
6	SC161-CN			√	SC161 模块是一款基于高通 SM6350 平台的高性能 5G 智能模块, 是当前市面最小体积的 5G 智能模块, 接口丰富, AI 性能强大, 可应用于多个领域。5G 数据峰值能力 750Mbps/1.9Gbps, 支持双屏异显, 4K30 H.265 编解码	
7	FM650-CN	√			FM650-CN 是一款基于国产展锐芯片平台的 5G 模组, 采用 M.2 封装。FOTA/Audio/VoLTE/VoNR/VoIP/eSIM/PCIE 拨号支持 NCM/ECM/RNDIS/PPP	
8	FG360-EAU			√	FG360 是一款基于 MTK T750 平台的 5G 模组, 支持多种 LAN 端口配置, 同时支持多种 Wi-Fi 配置, 高度适配并提供整套 CPE、网关等整机解决方案。FG360 内置 4 核 ARM Cortex-A55 CPU, 可支持两个 2.5Gbps SGMII 接口, 支持 DFOTA/VoLTE/Audio/eSIM	
9	SIM8202G-M.2		√		SIM8202G-M.2 是一款基于高通 SDX55 平台的通用型 5G 模组, 该模组是全球首款小尺寸通用模组仅为 42*30mm。采用 M.2 封装, 遵循 3GPP R15 协议, 支持全球主要 Sub-6 频段, 可同时支持 5G SA 和 NSA 模式, 同时模块内置丰富的网络协议并留有多种工业标准接口,	芯讯通

编号	产品型号	类别			简要说明	供应商
		定制型	通用型			
			通信型	智能型		
					广泛应用于工业网关路由、工业电脑、家庭网关、安防监控等领域	
10	SIM8260C-M.2		√		SIM8260C-M.2 是一款基于高通 SDX62 平台的面向中国市场的通用型 5G 模组。该模块采用 M.2 封装，遵循 3GPP R16 协议，支持 Sub-6 5G 主要频段，可同时支持 5G SA 和 NSA 模式，同时模块支持多种驱动和软件功能，适配多种 WIFI 驱动配置，可广泛应用于 CPE、路由器、笔记本电脑等市场	
11	SIM8210C-M.2		√		SIM8210C-M.2 是一款基于高通 QCX315 平台的面向中国 IOT 市场的 5G 模组。该模组遵循 3GPP R15 协议，支持 Sub-6 5G 主要频段，留有丰富的接口和网络协议，仅支持 5G SA 网络，适用于 5G SA 网络场景下的终端应用，如封闭场景港口专用工业网关路由等，同时 SIM8210C 具有高性价比	
12	SIM9350			√	SIM9350 是一款搭载 Android 11 的无线通信 5G 智能模块，采用高通 8 核 64 位 ARM V8 处理器，主频高达 2.0GHz。支持多路高清摄像头，高清触摸屏，集成 WIFI/BT/GNSS 定位等功能。支持 5G NR Sub6 频段，支持 5G SA 和 NSA 模式，SIM9350 拥有强大的高速数据传输和多媒体处理能力，有助于客户快速地开发基于安卓系统的多媒体、智能显示、摄像头等功能相关的产品和应用	
13	MH5000-32	√			MH5000-32 是一款基于展锐春藤 510 芯片的 5G 模组，支持 NSA/SA 双模，帮助行业客户灵活接入不同 5G 模式网络，支持中国 5G SA 网络建设；4G/5G 全兼容。工作温度范围广至 -40℃~85℃。率先完成 3GPP 标准 R16 精准授时，授时精度可达 1μs；支持多个网络切片，满足对网络的按需灵活定制；提供本地 5G LAN 服务	鼎桥
14	MH5000-82M	√			MH5000-82M 是一款基于展锐春藤 510 芯片 5G 模组，支持 NSA/SA 双模，支持中国 5G SA 网络建设；4G/5G 全兼容。工作温度范围广至 -40℃~85℃。率先完成 3GPP 标准 R16 精准授时，授时精度可达 1μs；支持多个网络切片，满足对网络的按需灵活定制；提供本地 5G LAN 服务	
15	NR10	√			NR10 支持 5G NR/LTE-TDD/LTE-FDD/UMTS 多种制式；同时支持 SA 和 NSA 两种组网方式。产品支持 5G LAN、切片和高精度授时等功能，能够满足 2B 行业的特殊场景。内置丰富的网络协议，集成多个标准工业接口，广泛应用于安防监控、工业路由器、工业平板、网关、机顶盒等各种 M2M 和 IoT 领域	四川爱联
16	NR11-PWR		√		NR11-PWR 支持 5G NR/LTE-TDD/LTE-FDD/UMTS 多种制式；同时支持 SA 和 NSA 两种组网方式。产品按照电力 5G 能源控制器进行设计，满足电力 5G 能源控制器尺寸以及性能要求，广泛应用于工业制造、智慧能源、高清视频、智慧医疗、网关、机顶盒等各种 M2M 和 IoT 领域	
17	ZM9000		√		ZM9000 是一款基于高通 SDX55 芯片的 5G 模组，采用 M.2 封装，支持国内四大运营商 5G/4G 高速接入。可广泛应用于视频监控、无人机、直播设备、电力、无人驾驶等多种行业和场景，能为各类企业用户提供高质量的无线网络解决方案	中兴
18	ZM9010		√		ZM9010 是中兴通讯继 ZM9000 之后，2021 年最新	

编号	产品型号	类别			简要说明	供应商
		定制型	通用型			
			通信型	智能型		
					研发的面向行业的 5G 国产全网通模组。ZM9010 采用 LGA 封装, 尺寸 41*44mm, 使用国产展锐春藤 510 芯片, 支持国内四大运营商 5G/4G 高速接入	
19	雁飞 5G 模组		√		雁飞 5G 模组是一款基于展锐专为 IoT 应用而设计的国产化 5G 通信模组。符合 3GPP R15 规范, 支持 5GSA/NSA, 定制支持中国联通 5G NR Sub6 频段及 4G LTE-FDD 频段, 适用于工业级和商业级应用	联通物联网
20	MF308		√		MF308 是一款基于联发科 T700 的多模 5G 通信模组, 采用 M.2 封装, 遵循 3GPP R15 标准设计, 支持 5G NR/LTE-TDD/LTE-FDD 通信模式, 同时支持 SA 和 NSA 两种组网方式, 支持 5G NR Sub-6GHz 双载波聚合。产品内置 GNSS 功能, 支持 5G Sub-6GHz 双载波聚合, DL > 4Gbps, 支持中国移动关键能力接入 (如 OneNET, OneLink, OneCyber 等)	中移物联

注: 以上产品仅为市场部分 5G 模组

主要贡献单位



