

信息通信产业发展新趋势

中国联通研究院

信息通信行业是构建国家新型数字基础设施、提供网络和信息服务、全面支撑经济社会发展的战略性、基础性和先导性行业。目前，基础设施已从以信息传输为核心的传统电信网络设施，拓展为融感知、传输、存储、计算、处理为一体的，包括“双千兆”网络等新一代通信网络基础设施和算力基础设施、以及工业互联网等融合基础设施在内的新型数字基础设施体系。信息服务也从电信服务、互联网信息服务、物联网服务、云计算及大数据等面向政企和公众用户开展的各类服务，向工业云服务、智慧医疗、智能交通等数字化生产和数字化治理服务新业态扩展。另外，产业生态、行业管理能力、网络安全和应急保障、新一代信息技术和终端的发展都呈现新的特征。本报告跟踪梳理了2022年上半年信息通信行业各领域行业论坛、技术大会、专家演讲、专业网站、白皮书、咨询报告等发布的最新资讯，总结出信息通信行业发展的最新趋势，并提出运营商的发展建议。

完成人：吴钢、李东艳、施娜、许芳勋、康亦佳、胡萌
珊、金春花、郭玮、杨洪敏

一、 网络基础设施

(一) 5G

全球 5G 技术和标准发展将从 Rel-18 (5G-Advanced 的第一个版本) 进入新的历史阶段。5G-Advanced 将打破 eMBB、URLLC、mMTC 单一业务模型的局限，进行跨场景多维度融合，通过构建频谱利用、原生 AI、上行增强、聚焦行业、智能管理及绿色低碳等 6 大核心支柱，达到能力增强、边界延伸和效率提升的最终目标。5G-Advanced 在发展过程中需要保持“三个兼顾”（即增强宽带和垂直行业拓展兼顾，现网急迫需求和技术挖潜与长期技术发展和新技术引入兼顾，以及网络演进和终端演进兼顾），围绕“三新驱动”（XR、高精度定位、时间同步等新需求，天地一体、体感网络等新场景，以及网络智能化和通感一体等新能力），实现 5G 网络的新征程。**5G 专网发展将从“网随业动”走向“网业融通”。**面向 5G-A/6G 时代，运营商专网能力需要持续迭代，5G-A/6G 不再是简单地支持行业能力，而是将行业能力内生设计与网络业务同步发展。**智能化将破解 5G 多频挑战，最大化频谱价值。**一是**频谱聚零为整**，智能灵活地将零散的 FDD 频谱聚零为整，向 TDD 的大带宽能力看齐，以提升频谱效率和用户体验。二是**频段优势互补**，在频段能力差异较大的多频组网情况下，通过智能算法来选择载波。三是**网络多维寻优**，无线网络呈现出多频段多制式多站的复杂组网特征，通过智能化来综合网络的各种因素，达到整网最优的最终效果。**5G VoNR+技术持续发展，未来产业和行业应用发展空间广阔。**5G VoNR+新通话是在传统音视频基础上，

叠加了 IMS Data Channel 数据通道，可同步传递图片、菜单、表情、位置等任意多媒体信息，从而将实时音视频通话升级为交互式、沉浸式实时通话。5G VoNR+新通话将打破传统局限，大幅提升通话的业务体验，焕发言视频呼叫业务的生命与活力。

运营商应坚决贯彻落实国家指示精神和相关部署，坚持适度超前发展建设 5G，持续推动 5G 技术演进创新，引导 5G 技术标准研究和制定，加强产业界深度融合，围绕更高性能、更丰富的能力、更高效的智能、更绿色的低碳，更易于普及等关键目标，实现 5G-Advanced 创新链和产业链“双链”融合，推进 5G-Advanced 有序健康发展。加快云、智、端、业等更多要素一体化融合，推动 5G 专网演进。通过网络智能化创新提升频谱效率和用户体验。推动 VoNR+技术创新和应用，提升 5G 通话业务体验。

(二) 千兆光网

“产业&网络&商业”三维协同驱动构筑高品质千兆光网。 **产业驱动方面**，F5G 向 F5.5G 不断演进，将从四大方面升级，提升网络品质。**一是在** Wi-Fi 7、50G PON、800G 等技术加持下，实现带宽从千兆到万兆的升级；**二是**应用场景延伸，将从电信级迈向工业级，支撑数字电网、精密制造等场景的数智化升级；**三是**从通信向感知的升级，基于光感知技术实现高精度的故障定界及定位；**四是以**光换电，实现绿色化、高效化，例如接入侧铜线被光纤取代，传送侧电交叉被光交叉取代。**网络驱动方面**，国家“双千兆”行动计划驱动全光智慧城市发展，加速千兆光网进城下乡，千兆将延伸至乡镇、农村，助力实现

全光家庭、全光企业等场景应用，构筑无处不在的光联接。**商业驱动方面**，基于“一根纤、一张网、一个家”三波机会，运营商可实现千兆宽带的提速、提价、提质，基于 FTTR 的全光 Wi-Fi 解决方案将为智慧家庭提供良好的网络底座。

运营商应加大下一代光网络核心技术研发投入，加强全光网络关键技术协同创新，加快千兆光网建设升级，持续探索千兆建网、千兆体验、千兆运维的标准，实施精准的网络规划、部署及运维，挖掘新的商业模式，提供高品质服务。

(三) IPV6

IPv6 规模部署将加速推进。我国基础设施支持 IPv6 的能力大幅提升。截至 2021 年 12 月，我国三大基础电信企业的骨干网、LTE 移动网和数据中心设备已全部支持 IPv6，国内 95% 的内容分发网络 (CDN) 节点支持 IPv6。在中央部委和省级政府网站、中央重点新闻网站、中央企业网站、双一流大学网站中，主页 IPv6 可访问的网站数占比分别为 96%、100%、82% 和 86%，国内用户量排名前 100 位的商业互联网应用全部可以通过 IPv6 访问。**IPv6+ 技术体系从六个维度进行创新：一是自动化**，业务发放、故障恢复从天级缩短至分钟级；**二是确定性**，尽量减少单跳抖动，压缩到 10 μ s 级；**三是广联接**，从多跳入云简化为一跳入云；**四是低时延**，从尽力而为控制到城域网端到端 1ms 以内；**五是超宽**，从 100GE 以太网升级至 400GE 以太网；**六是安全**，威胁遏制从天级缩短至分钟级。未来 IPv6+ 将在超大带宽、泛在联接、确定体验、通感一体、智能原生和可信网络等领域持续创

新。

运营商应发挥企业创新主体作用，结合国家科研计划，在 IPv6+ 前沿领域开展技术攻关，引领产业与应用发展。持续优化 IPv6 网络质量，提升网络终端对 IPv6 的支持能力，优化 IPv6 网络路由、提升网络性能、改善服务质量，加快存量智能网关的 IPv6 升级，推动数据中心、CDN、云服务平台加快 IPv6 改造升级。推动应用生态加快向 IPv6 升级，做好门户网站、网上营业厅和自营互联网应用的 IPv6 深度改造。做好网络与应用改造协同对接，建立完善的 IPv6 业务受理、开通和管理流程，为政企客户快速开通 IPv6 专线接入并支持分配 IPv6 地址，实现与数据中心客户和政企客户的无缝对接。

(四) 物联网

物联网发展从“数字化”向“智能化”转变。当前，物联网发展从第一阶段“以互联互通为代表的数字化转型”进入第二阶段“企业智能化”，在数字化的基础上通过大数据挖掘等技术产生额外的价值。据 GSMA 预测，到 2025 年，物联网平台、服务、和应用带来的收入占比将达到物联网总体的 67%，成为价值增速最快的环节。在海量数据基础上的大数据计算和挖掘会成为物联网发展的一个重要趋势。**新技术与物联网的融合将加速渗透，给物联网产业带来全新的场景和体验。**IPv6 的逐渐普及使得物联网设备可以通过 IPv6 地址直接寻址，满足更多的物联网应用场景。**边缘计算技术**的发展把传统云端计算下放到边缘端完成，提高数据的稳定性和处理速度，在工业生产、数字金融等领域有广泛的应用空间。**区块链技术**大大提高了物联网数

据的可信度，将提高物联网设备间的去中心化协同。**数字孪生技术**利用传感器数据建立数字世界对物理世界的映射，将提高物联网管理平台的运行效率，提高物联网设备部署的效率。**物联网企业间将呈现“大杂居，小聚居，共联盟”的生态融合态势。**企业核心力量下沉，携手新基建夯实物联网基础，落实新基建在数字化升维进程中的发动机功能，形成“物智能化-联智能化-网智能化”产业智能化闭环，在双重引擎驱动下，加速物联网赋能渗透，实现人与物的泛在连接，提供信息感知、信息传输、信息处理等服务的基础设施。

运营商应借助连接的传统优势，重点发力平台层和应用层，打造和运营物联网管理平台，通过与云业务和企业专网业务的整合，形成合力在垂直行业不断进行业务积累，整合业务数据，利用数据资源进行大数据计算和挖掘，开发创新应用，持续提升应用服务能力。将新一代信息技术与物联网有机融合，大力拓展新的物联网应用场景，提升用户体验。通过创建产业联盟，以专业公司集成各方力量，打造物联网生态。

二、 算力基础设施

多元算力需求推动算力基础设施规模大幅增长。预计未来几年，我国数据中心产业仍将继续保持高速增长趋势。随着 AI 算力需求的增加和新基建政策的推动，AI 算力进入需求加速期。华为预测，未来 10 年，通用算力将增长 10 倍、AI 算力将增长 500 倍。随着产业升级、5G 和工业互联网建设推进，超算中心和边缘数据中心建设部署将进一步加快。**算网协同实现算力资源的优化整合和敏捷连接。**随

着 5G、物联网和工业互联网等技术的发展，算力需求从云和端向网络边缘扩散下沉，高效算力需要深度融合计算和网络，实现计算资源和网络资源的敏捷连接。算网融合通过网络分发服务节点的算力信息、存储信息、算法信息等，结合网络信息（如路径、时延等），针对用户需求，提供最佳的资源分配及网络连接方案，从而实现整网资源的最优化使用。算网协同的最终形态，或将形成多种算力交易平台、算力交易商店，满足从多层次计算资源面向多样性终端算力使用需求。

算力基础设施泛在布局保障算力普惠化服务。在区域上，数据中心向西部发展。在存储上，数据中心向云数据中心发展。据 IDC 报告，中国企业级数据占总数据的比例将从 2015 年的 49% 提升至 2025 年的 69%。企业需要对高速增长的海量大数据进行分析，数据存储将从本地设备迁移至云服务器。在技术上，基于 IPv6 的分段选路（SRv6）技术在云网融合中加快应用。以 SRv6 作为云网边端统一承载平台协议，同时应用软件定义广域网（SD-WAN）和包括灵活以太网（FlexE）在内的切片分组网（SPN）技术，简化资源配置，提供业务应用的切片隔离和智能适配，优化云网及多云资源协同，支撑算力高效运用。在运营上，数据中心服务模式不断创新。数据中心将从现在的主机托管和管理服务向提供安全防护和增值服务等高附加值领域发展。**绿色低碳是算力基础设施建设运营的主旋律。**双碳战略的提出将从内而外改变算力基础设施建设运营的方式。从建设上看，预制化将加快算力基础设施向内外纵深扩展；从产品上看，供配电系统、制冷系统、IT 设备等将会朝着节能高效的方向发展；从运营上看，智能

运维、余热回收、可再生能源将会在算力基础设施领域充分应用。

运营商应提升算力基础设施关键技术研发能力，加强算网协同技术研究和应用实践，利用所拥有的网络资源和运营经验，加快网络优化和技术创新，联合应用方、设备供应商、第三方数据中心运营商、科研院校等产业界多方力量，通过标准的联合制定，形成面向社会各行各业、各类用户使用的网络，开展技术研究和产业应用创新，形成更好的算力传输网络。根据市场需求统筹谋划算力资源布局，推动算力应用向传统行业渗透。持续探索绿色节能低碳减排新技术，加强算力基础设施绿色低碳运营能力建设。

三、融合基础设施

(一) 工业互联网

工业互联网已成为把握时代机遇、推动实体经济高质量发展的关键支撑。2030年，工业互联网能为全球经济带来14.2万亿美元的经济增长，在2035年增长40万亿美元。**新型基础设施建设加快。**贯通网络、平台、安全体系，完善多层次平台体系，扩大区域、行业、领域覆盖面，促进工业互联网数据资源汇聚和服务能力共享，带动广大中小企业数字化、网络化改造升级。**新型工业网络产业发展加快。**从网络、平台、数据、安全四大体系来夯实数字经济根基，充分发挥工业互联网平台对工业和数字经济发展的带动作用，实现安全体系横向纵向贯穿，强化工业数据应用和价值挖掘。**“工业互联网+园区”迎来建设高潮。**产业园区是各类生产要素聚集的空间形态，在设备上云、新模式培育、产业链协同等领域，具有共性需求量大、应用场景

丰富等特点，“平台+园区”将成为加速工业互联网规模化落地、培育区域经济发展新动能的加速器。**生态培育成工业互联网平台竞争焦点。**工业互联网企业从原来只提供单一场景解决方案，加速向提供生态资源转变，依托平台整合研发资源、供应商资源、用户资源，构建基于平台的共创共赢生态，为产业链上下游企业和用户提供包括智慧工厂、协同制造、设备资产运维、供应链金融等综合服务，形成平台上供应商、企业、用户全链条的价值增值，实现由平台型企业向生态型企业转变。**“5G+工业互联网”融合持续深入。**随着 5G 基站、5G 标准、5G 工业芯片模组、5G 终端等相关的软硬件基础设施的建设完善，“5G+工业互联网”将从生产制造外围环节向内部关键环节的加速延伸，与人工智能、云计算、区块链、数字孪生等新技术的融合水平也将不断地提高。**工业互联网连接步入快车道。**随着二级节点和企业节点数量的增加，标识注册量将实现规模稳定增长，标识应用将不断深化，向规模化发展迈进，标识产业生态不断丰富，软硬一体化标识产品逐渐增多，工业互联网连接发展提速。**工业互联网安全日益凸显。**工业应用安全、信创安全、网络安全、工业数据安全以及工业智能产品的安全是重中之重。工业企业面对安全合规要求，数字时代的工业级安全信任体系在安全技术、安全标准、安全结果上要求更多，需工业互联网企业和服务对象进一步落实主体责任，加大安全投入，加强体系化的安全规划和布局。

运营商应强化基础设施建设，推进工业互联网网络互联互通工程，加强 IT 与 OT 网络深度融合，加快核心业务系统上云上平台。强

化技术创新能力，推进工业互联网技术产品创新工程，加强工业互联网基础支撑技术攻关，加快新型关键技术与产品研发。持续深化融合应用，推进工业互联网融通应用工程，持续深化“5G+工业互联网”融合应用。提升安全保障水平，推动工业互联网安全管理制度建设，建立健全工业互联网安全分类分级管理机制。

(二) 车联网

车联网技术沿着“车-路-云-网-图”呈跨越式发展。汽车网联化与智能化协同发展。新型电子电气信息架构是使能汽车智能化、网联化的关键环节。“软件定义汽车”逐步形成共识，操作系统及中间件是智能网联演进的核心关键基础。智能座舱成为汽车“第三空间”数字化革命的重要载体。**路侧感知与计算融合推进。**以感知、计算为核心的路侧融合系统，向硬件功能集成化、建设部署敏捷化的方向演进。路侧融合系统的功能需求呈现分级趋势，行业内已构建系统级测试验证的公共服务能力。当前路侧融合系统产业链处于“百花争鸣”的快速发展阶段，但现有技术与产品成熟度有待提升，核心关键技术亟需攻关。**边缘-区域-中心多级平台协同部署。**车联网多层级平台体系架构基本形成共识，核心业务逐步明晰，部分关键技术有待进一步测试验证。多方角色协同推进，产业成熟度持续提升。**无线与有线组网技术融合共存。**LTE-V2X 已形成较为完善的技术标准体系和产业链；NR-V2X 技术标准有待验证，未分配频谱资源，相关产品尚未成熟。5G 网络从支持车载 AR/VR 等多元化信息服务，逐步向支撑车路协同应用、远程遥控驾驶等方向演进。路侧回传网络从以有线网络为主的

承载架构，不断向有线/无线网络并存的回传架构演进。**高精度地图与定位基础作用凸显。**高精度地图及定位产业链条丰富，覆盖终端芯片、运营服务等多个方面。车联网及自动驾驶应用的不断演进，也给高精度地图及定位提出更高的性能要求。**网络安全与数据安全关注度提升。**车联网数据是实现各类应用业务的基础资源，尽管法规体系日趋完善，但针对性数据保护技术和产品仍处于探索起步阶段。

运营商应打造智能汽车终端，发挥运营商独有优势，为新生产的汽车提供 e-SIM 连接支持，提供车载 Wi-Fi 和售后产品服务。**打造 5G 智能车联网创新应用，**与合作伙伴联合开发车联网应用，提供多媒体娱乐等车载内容生态服务。**积极推动 C-V2X 技术创新和应用，**联合产业链上下游企业共同研究、开发和测试，推动 5G+C-V2X 技术商用，推进以数据为纽带的“人—车—路—云”高效协同。**打造智能网联平台，**发挥运营商云网融合、数据安全等优势，打造智能网联云平台，提供安全监控、远程控制、动力分析、位置服务、客群画像、行为分析等网联服务。**赋能转型升级，**为汽车厂商提供整合的平台及终端连接和应用服务。

四、 数字信息服务

（一） 数字化生活

数字化生活信息消费新产品、新模式和新业态不断涌现。直播电商持续蓬勃发展。根据 CNNIC 数据显示，截至 2021 年 12 月，我国直播电商用户达 4.64 亿，占网民总规模的 44.9%，全年我国直播电商市场规模超 2 万亿。直播电商产品覆盖从衣食住行等生活必需品

逐渐向助农扶贫、公益捐款等方向延伸。**在线旅游创新发展呈现复苏态势。**截至 2021 年 12 月，我国在线旅行预订用户规模超 3.97 亿，在线旅游平台通过引入直播、“盲盒”等新兴模式布局内容生态，加速拓展营销新渠道。**超高清视频向大众生活拓展。**5G、千兆网络的发展大力推动超高清视频、沉浸式视频、4K/8K 直播、云游戏等视频新业态在文体娱乐、赛事直播、居住服务等领域加速落地应用。**互联网医疗迎来健康发展新阶段。**截至 2021 年 12 月，我国在线医疗用户规模近 2.98 亿。互联网医院超过 1600 家，线上线下一体化医疗服务模式基本形成，在线公共服务进一步便利民众，带动先进、优质医疗资源向基层、边远和欠发达地区下沉，打破我国优质医疗资源分布不均的壁垒。**互联网教育探索公平普惠新模式。**我国教育信息化建设持续推进，数字校园建设全面普及。**信息服务无障碍化改造和普及应用。**电信运营商升级暖心适老服务。着力打造平台型服务，创建连接政府、机构、老人和家属的“15 分钟生活圈”。目前已有 375 家老年人常用网站、App 推出适老助老功能。小米、华为、中兴、长虹、创维、爱奇艺等企业已自发对其智能手机等智能终端产品进行了适老化改造。

运营商应持续培育数字化生活信息消费产品新业态新应用，推进 4K/8K 超高清视频、VR/AR、云游博物馆等文化产品创作，增加更多高质量精品内容。**培育壮大新型服务模式**，持续提升互联网与传统行业融合的信息系统集成服务能力，拓展信息消费领域和范围，不断培育壮大“线上+线下”、“产品+应用”的新型服务模式。**加快信息**

终端普及和升级，推广面向低收入人群的普及型智能手机、平板及其他移动终端，开发面向老年人的健康管理类智能可穿戴设备。加强与政府、产业链的合作，**完善数字化生活基础设施建设**，发挥运营商产业链中游的作用，协同各方资源跨界合作，打造线上线下一体化的数字化生活圈。

(二) 数字化生产

产业数字化加速向深层次拓展。以“5G+AI、5G+工业互联网”为代表的前沿技术将加速融合创新，催生万物互联、实时互联的应用场景与商业模式，大中小企业亦将以数据平台为支撑，推动数字技术从生产制造、服务消费等环节向核心研发业务流程深入拓展，进一步延伸数字经济与实体经济融合的广度和深度，加快各行各业数字化转型步伐。**消费互联网升级与产业互联网发展实现良性互动**。随着数字技术的成熟与产业的跨界连接发展，各领域将不断实现跨行业所有环节的数据循环与良性互动，企业可以及时精准了解消费者的深层次需求，进而实现产品个性化定制与标准化大规模生产之间的无缝衔接。此外，疫情在短时间内激发了“无接触、云消费、云办公、宅生活”等线上需求和无人经济，并持续影响制造、物流、零售等众多行业，引领生产消费逐步走向数据智能、人机协同的新阶段。数字技术在传统产业各场景的深化应用，以服务型制造、个性化定制、网络化协同与平台化运营为代表的新业态新模式将更加成熟，为产业数字化转型不断注入新动能。**5G 行业应用呈现出高质量、规模发展两大特征**。

《中国 5G 发展和经济社会影响研究（2021）》显示，2021 年 5G 带

动经济总产出 1.3 万亿元，在直接带动、间接带动总产出方面，均比 2020 年增加 30% 以上。高质量发展体现在了“四大纵深”，即：场景纵深、规模纵深、方案纵深、商业纵深。场景纵深指从通用场景进入核心场景，规模纵深指 5G 网络的规模部署和行业终端的规模上量，方案纵深指将差异化的 ToB 方案和特性落地到现网商用的版本中，商业纵深指产业链的各方伙伴都在创造跨行业融合的价值，并分享行业成长带来的收益。规模发展体现在从单一工厂的 5G 建设到集团多分厂的 5G 上线；从单一企业到整个行业企业的 5G 数字化转型成果得到了行业内的认可，并进行复制落地；从头部企业到产业集群；从国企、央企到民企、外企等四个方面。

运营商应积极有序并可适度超前推进数字基础设施建设，加强对 5G 网络、物联网、人工智能、数据中心等为代表的新型基础设施建设的投资力度，加快对传统基础设施的数字化改造与升级，积极构建大数据网络中心、智能计算中心和工业互联网平台。**加强数字技术攻关，提升自主可控能力，产学研用深度融合。**继续在操作系统、智能算法、5G 技术等上下功夫，前瞻布局人工智能、量子信息、未来网络、开源软件等前沿技术。充分发挥集中力量办大事的制度优势，完成重大专项和建设项目。持续深入探究数字技术在实体经济各领域场景应用的底层逻辑。优先使用自研产品，在使用中试错、改进、提高，加快成果转化，并与政府部门共同推进研发成果的转化与应用。**推进 5G 技术赋能数字化生产**，为产业数字化转型提供专业支撑和保障。基于 5G 专网，输出统一封装、灵活调用的能力服务，为数字化

生产开放赋能。以自主安全可控为目标，**构建工业内网统一安全防护体系**。以推动 5G 产业链繁荣为目标，**构建开放共赢的生态体系**。**打造行业数字化平台，参与研发工业互联网平台**。

(三) 数字化治理

数字技术赋能社会治理走向系统治理和源头治理，大数据应用实现“经验治理”向“科学精准治理”跨越。智慧城市走向产业、城市、人融合的协同综合治理发展模式。中国智慧城市未来发展的三大趋势转变：治理思路从“城市数字化”到“数字化城市”。未来，智慧城市将从城市数字化发展到数字化城市，整个城市在数字领域形成“数字巨系统”。城市经济发展的主要脉络是从工业经济、数字经济到智能经济。能源变革与数字孪生正驱动智慧城市绿色建设。数字孪生城市是数字城市的理想目标，也是新型绿色智慧城市建设的新高度，赋予城市大脑实现智慧化的重要设施和基础能力。阶段重点从“建设智慧城市”到“运营智慧城市”。随着智慧城市逐步走深向实，智慧城市除继续下沉外，智慧城市的具体运营方式，以及在运营中如何自我革新成为“重头戏”。未来新基建和新技术的融合过程中，城市治理或将逐渐完成由管理型向服务型的转变，智慧城市将从项目建设向长效运营转型。互动形式从“人与人的联接”到“万物互联”。未来随着智慧城市的进一步发展，将有更多垂直领域应用，从人与人的联接，进化到万物互联。疫情让人们更加注重自身及家人的健康情况，随着智慧城市的发展，医疗行业的健康平台可以在城市医院、疾控系统、社保中心、药店等系统中进行数据互通，从而可以及时分析判断

城市中市民的健康状况，制定出城市的健康发展政策并进行重大传染疾病应急指挥。

运营商应**参与社会治理顶层设计和体系建设**，推进各行业各领域政务应用系统集约建设、互联互通、协同联动，发挥数字化在政府履行经济调节、市场监管、社会管理、公共服务、生态环境保护等方面职能的重要支撑作用。**增强技术保障，构建安全高效的治理体系。**加强数字技术探索与应用，正确处理安全和发展、开放和自主、管理和服务的关系，强化技术治理水平与能力。完善网络安全监测、通报预警、应急响应与处置机制，打造安全和发展并重的技术治理体系。

(四) 产业生态体系

构建更加强大、开放、平台化的生态系统成为国内外行业企业、专家共识。强调平台化思维。5G 时代，运营商更应以平台化思维，激发社会各界主动发现新需求、做大市场，实现技术与产业共增长的能力。面向重点场景，携手产业链共同突破垂直化、专业化壁垒。**强调构建一个人人参与的生态系统。**合作伙伴不应局限于规模、行业，来源可更广泛，可支持多行业、用例及商业模式。在合作机制上，合作伙伴应可轻松进入或退出。**注重合作伙伴平台软件系统的搭建。**系统应通过统一的 API，深度开放网络原子能力，屏蔽复杂的网络和协议，便于合作伙伴方便、快速开发集成，并通过灵活的编排组合，精准满足各项市场需求。

运营商应在平台生态建设上采用平台化管理模式。在新伙伴对接时，建立简单的、标准化的对接机制，如提供包含不同参数的各类

合作协议供选择和签订，在操作系统上可向合作伙伴提供一套开放的 API。**合作伙伴接入后**，为合作伙伴提供将其产品、服务灵活、自动地与运营商产品、服务集成的功能。**针对合作产生的收入管理**，可建立应付各种定价模式的收费系统，以确保用户最终只接受到一张服务账单。**在系统搭建上注重敏捷性和可扩展性**。除与合作伙伴共同对外提供服务，还可借助合作伙伴平台，盘活生态资源，通过为合作伙伴提供增值服务，或通过平台支持合作伙伴间交易。**在合作伙伴管理上**，可向合作伙伴提供可视化关键统计数据，包含因合作产生的收入、客户满意度评分、合同管理、甚至客户/技术支持功能，以便合作伙伴提供运营商职责范围之外的服务。**行业应用生态上**，一是开放资源池，加大与各合作伙伴在概念验证、技术攻关、标准建设等方面的合作，在行业融合中实现 5G 价值和效能。二是筑牢护城河，聚焦优势领域，如云计算、信息安全等，一方面借力平台优势盘活合作伙伴资源，为客户提供融合解决方案产品，一方面加大科研攻关力度，打造硬实力产品，掌握主动权。

五、新一代信息技术

6G 业务将呈现出沉浸化、智慧化、全域化等新发展趋势。沉浸式云 XR、全息通信、感官互联、普惠智能、通信感知等业务应用并不以数据传输速率、时延精度、传输稳定性和通信效率等传统性能特性为主要特征，而是以感知、通信、定位一体化等为主要特征，产业界需要更新性能指标维度。空天地海通信的一体化的需求将会走高，但现阶段中低轨卫星和地面基站两者标准不兼容，卫星通信无法支撑

海量终端接入的需求，实现一体化的关键在于产业融合。人工智能和机器学习可能会从根本上改变无线通信和网络系统的设计和部署方式。无论是标准化还是落地实施，围绕着人工智能和机器学习的大量研发工作已经投入到 5G-A 无线领域，并将一直延续到 6G 当中。**元宇宙将从创作、计算、体验、决策、商业等五个方面带来升级。**创作升级方面，随着人工智能的发展，数字内容创作的智能化水平将不断提升；计算升级方面，未来元宇宙的体验以及创作将对算力资源形成海量需求；体验升级方面，元宇宙将五感逐一数字化，人机交互也从间接交互到真实交互、自然交互；决策升级方面，在元宇宙的趋势下，人们的决策将更加精准，可预测性、预警能力也将越来越高；商业升级方面，人与人、人与信息、人与商品、人与服务的关系也将发生改变，带来场景的革命。**多方面推动数字孪生技术融合发展。**数字孪生技术尚处于发展初期，存在诸如实施成本高、产业基础薄弱、商业模式不成熟、技术短板凸显等短板问题，且企业级应用较少，没有形成体系化、规模化的应用场景。未来将聚焦数字孪生基础理论及关键核心技术，鼓励产学研联合研发，形成长效协同机制，尽快完善术语、通用架构等基础共性标准，促进数字孪生技术融合发展。**人工智能面临多项挑战。一是开放环境自适应和绿色低碳灵巧是人工智能的发展方向。**未来 AI 的发展必须能应对“开放环境”的问题（即如何在一个开放环境下通过机器学习进行数据分析和建模），并通过构建更为灵巧的网络模型和更为高效广泛的共享复用机制，从宏观上实现绿色低碳的总体效果。**二是知识数据双驱动和人机物融合的是未来 AI 研究的难**

点。第三代 AI，希望将知识驱动和数据驱动结合起来，充分发挥知识、数据、算法和算力四要素的作用，建立可解释的鲁棒 AI 理论。此外，人类智能与机器智能的协同将贯穿始终，需要将人的作用或认知模型引入到 AI 中，从而形成“人机混合智能”或“混合增强智能”。其技术瓶颈在于人机的自然交互或接口技术。三是**可信可靠可解释是人工智能面临的重要挑战**。人工智能模型越来越复杂和不透明，导致出现 AI 的可解释性问题。可解释性要求对 AI 系统的技术过程和相关的决策过程能够给出合理解释。这一问题不解决，AI 系统就会存在不可信、不可控和不可靠的软肋。**区块链技术进入工程化发展期，向多层次融合创新、业务驱动优化演变**。区块链基础功能架构已趋于稳定，面向业务场景需求的工程技术优化成为业界共识。以实现“高效、安全、便捷”的发展目标，核心技术优化、扩展技术融合和跨链技术突破正在成为技术演化重要方向。

运营商应从传统运营商向科技型企业转变。**从战略上将科技创新摆在企业发展在核心地位**，加大科技创新投入，健全技术创新管理体系，提升技术创新能力。**坚持产学研用协同创新**，积极推动与产业链各方的协作。同时，**积极参与 6G 等新一代信息技术的国际标准制定**，争取国际标准话语权。

六、网络与数据安全

全球网络安全威胁加剧，企业面临新的挑战和风险。人工智能网络攻防对抗成为技术发展趋势；关键基础设施成为攻击重点；数字供应链风险加大，Gartner 预测，到 2025 年全球 45%的企业机构将

遭遇软件供应链攻击；**数据安全风险加剧；勒索软件威胁持续增加**，据 Cybersecurity Ventures 研究表明，2021 年全球勒索软件的损失成本达到 200 亿美元，比 2015 年高出 57 倍；**安全漏洞攻击持续增加**，2022 年国家信息安全库攻击收录安全漏洞近 3 万个，同比去年上升 30%，这使得企业内网安全问题更加严峻；**API 攻击成为恶意攻击首选**，根据 Akamai 的一项统计，API 请求已占有所有应用请求的 83%，预计 2024 年 API 请求命中数将达到 42 万亿次；**物联网更易受到攻击**，物联网终端设备数量持续增加，进一步放大规模化、多向量网络攻击可能造成的破坏。**云安全、数据安全、软件供应链安全、身份安全成为网络安全技术创新热点**。云安全从基础设施到平台到应用，再到安全管理到云原生的业务安全，在不断演化；数据安全融合了传统安全技术应用和创新技术应用，产生了新的需求和应用场景，包括像数据治理、隐私计算、隐私合规成为数据安全的创新驱动力；开发安全和代码安全成为软件供应链安全的主要抓手，并且呈现融合发展的趋势；零信任理念和云业务应用的发展为身份安全注入新的活力，IDaaS 逐渐往多云环境发展，零信任不断完善并用于构建单性网络。**网络安全产业步入高速增长轨道**。据中国信息通信研究院测算，2021 年我国网络安全产业规模约为 2002.5 亿元，增速约为 15.8%。未来，随着数字经济新模式和新业态蓬勃发展，在制度落地、技术创新、产业生态优化等多重因素推进下，我国数据安全将迎来产业新机遇和市场新动能，网络安全产业规模将保持高速增长。

运营商应**加强顶层设计，构建完整防御体系**。构建网络安全架

构，以体系化、实战化、常态化的理念加强顶层设计，构建网络安全基础设施，面向安全成果进行评价考核，以数据分析结果牵引安全体系优化强化，为数字化提供“安全底板”，夯实网络强国建设的网络安全基础。**加强关键技术研发，支撑数据安全保护工作。**加强数据安全隐患主动探测技术、支持隐私保护的数据安全分享技术、面向数据交易的安全监管支撑技术等关键技术研发，支撑数据安全保护工作，促进数据的合规、安全使用，实现数据交易与经济运行和社会流通的深度融合。**补齐产业短板，提升供应链安全保障水平。**在信息技术关键领域，加强自主研发和安全可信升级替代，以避免在关键环节受制于人；加强对信息技术产品和系统的供应链的管理，从产品 and 系统的设计、生产、调试、安装、部署、运维、技术服务等各个环节加强管控，从源头解决网络空间的安全隐患，有效防范和化解供应链带来的网络安全风险。

七、 终端

终端产业已跨越单品类的产品竞争阶段，进入泛在智能生态竞争阶段，拓域、跨界、融合、生态成为竞争新焦点。智能家居终端从固定性向移动性发展，连接将更加强调一体化。IDC 预计，2022 年 3% 的智能家居终端将具备自主移动能力。智能家居终端将向一体化连接升级，综合多种通信协议的同时，简化连接操作步骤，实现快速、广泛的终端连接。在全场景智能的趋势下，智能终端势必要综合多种协议，以便实现不同系统间的互联。IDC 预计，2022 年 37% 的智能家居终端将支持两种及以上连接方式。在智能家居场景中，蓝牙、

WiFi、ZigBee、总线技术、PLC-IoT 等通信技术各有千秋，适配不同的终端与应用，未来也很难出现某一种通信技术“一统天下”的局面。

可穿戴设备功能提升的同时更加便携轻薄，核心零件更加精密复杂。

中研普华预测 2023 年全球可穿戴设备出货量将增至 4.82 亿部。可穿戴设备智能化和功能集成化需求越来越高，附加的电子组件也随之增长。在功能提升的同时，可穿戴设备向更加轻薄化、便携化发展，相应产品的核心零部件也将更加精密化和复杂化。**商用车智能网联终端设备向集成化发展，驾乘娱乐终端变革。**相较于乘用车，商用车拥有更适合落地自动驾驶的场景，如港口、矿区、高速编队行驶等，各车厂也纷纷布局相关产品。随着 80、90 后驾驶员增加，商用车的座舱智能化、网联化需求提升，目前已表现出大屏化、语音、在线娱乐、手机映射等功能趋势。在产品功能上，在线影音、语音识别、远程控制、手机映射等乘用车主流功能在商用车上也逐渐搭载，一汽解放、陕汽重卡、北奔重汽、福田戴姆勒等均有相关产品上市。**云终端市场发展处于拓展期，发展前景可观。**中国云终端市场规模不断扩大，加速在下游行业应用渗透，同时多方入局云终端市场，市场竞争日益加剧。云终端市场需求将逐渐释放，市场规模保持持续增长的态势。预计到 2025 年，中国云终端市场将以 31.7% 的复合增长率发展，市场规模达到 73.45 亿元。

运营商应加大对终端信息安全的关注，以维护用户切身利益，提升用户对产品的体验。面对 5G 在公众市场创新应用不足的情形，运营商应主动探索公众市场新业务，与终端企业合作为公众市场创造

服务，引发 5G 时代新的消费。5G 三大应用场景使其能覆盖更多的行业，行业应用的多样性需要终端以不同的形态去承载，终端类型将更加多样化，且需要针对特定场景进行定制化研制。运营商应结合行业需求，与终端企业合作创造出更加丰富的行业应用场景，从而带来更多的行业终端需求。

八、 行业治理与用户权益保障

更好适应数字经济发展将是监管方式创新的重要方向。一是强化信用监管。为提升信用监管效能，信用分级分类监管将被广泛应用。**二是丰富监管工具。**面向 5G、工业互联网、车联网、人工智能等新领域新业务，“监管沙箱”等更加多样化、可动态调整的新型监管工具将被深入探索和应用，以提升新兴产业监管的快速响应能力。技术手段建设持续加强，“以网管网、全网联动”的现代化技术保障体系将加快建立。**三是加强协同共治。**协同监管已成为当前及未来一段时期国际组织和世界主要国家的共同选择。各监管部门将建立健全跨部门、跨区域联动工作机制，同时鼓励企业自治、行业自律和社会监督，推动形成多元共治格局。**维护公平竞争市场秩序是信息通信监管的重要趋势。一是强化竞争监管。**完善信息通信业规范竞争基础性制度供给，加强和改进信息通信领域反不正当竞争监管，积极维护各类市场主体的合法权益。破除平台企业数据垄断等问题，防止利用数据、算法、技术手段等方式排除、限制竞争。**二是强化执法监督。**对市场主体、消费者反映强烈的涉及信息通信业的重点问题，将加强全链条监管执法，以公正监管保障公平竞争。强化对平台经济、共享经济等新

业态领域不正当竞争行为的规制，着力治理新型网络不正当竞争行为。健全跨部门跨行政区域的反不正当竞争执法信息共享、协作联动机制，提高执法的统一性、权威性、协调性。**三是强化公平竞争审查。**对新出台政策将严格开展公平竞争审查，从源头上保障各类企业平等使用生产要素，公平参与市场竞争。**提升用户权益保护水平成为行业高质量发展新的着力点。****一是持续优化 APP 全链条治理体系。**一方面，监管机构将细化监管规则，逐步完善《电信和互联网服务用户个人信息保护》等系列行业标准；另一方面，监管机构将健全 APP 个人信息保护长效机制，实现终端、应用商店、接入方等关键责任链监管全覆盖，加强对关键时间节点的典型场景、重点行业的违法违规 APP 处置力度，维护用户合法权益。**二是进一步推进防范治理电信网络诈骗工作。**信息通信行业反诈大平台将进一步完善，提升涉诈信息监测、预警、处置的一体化防范能力。“断卡”行动将持续深入推进，全面开展互联网诈骗专项治理，强化跨境电信业务、端口类短信等重点整治。

运营商应践行央企责任，加强自治自律，**主动适应个人信息保护和数据管理新形势新要求**，严格遵守法律法规，贯彻落实个人信息收集使用规定，不断完善企业内部的个人信息保护和数据管理制度，持续优化用户隐私政策，并将个人信息保护的要求贯彻执行到生产经营各个环节，切实有效维护好用户合法权益。**强化电信网络诈骗防范治理**，加强业务源头管控，发挥运营商技术资源优势，运用大数据、云计算、区块链等现代科技手段，建立电信网络诈骗风险监控模型，

提高监控效率，建立完善集约化网络信息安全运营处置体系，多措并举，全力配合践行“断卡”行动相关部署，对电信网络诈骗予以全方位打击。