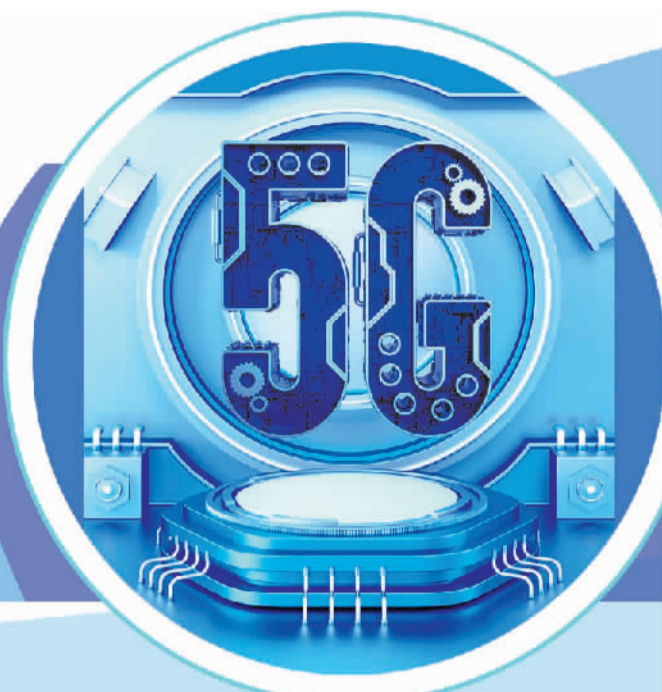


# 开启全民畅享通信网络新时代



万物互联、数据互通,信息通信业是为数字经济发展提供支撑的基础设施,成为国民经济的战略性、基础性、先导性行业。下一代通信网络是新一代信息技术的重要方面。我国大力培育下一代通信网络等新技术新应用,在5G等新型基础设施建设上不断发力,为数字经济发展构建起良好生态系统,为新技术、新业态、新模式的涌现培育丰厚土壤,推动经济社会各领域从数字化、网络化向智能化加速跃升,进入创新型国家行列。本期特邀专家围绕相关问题进行研讨。

## 我国通信网络实现跨越式发展

我国通信网络经历了怎样的发展历程?



彭健(中国电子信息产业发展研究院无线管理研究所副所长):新中国成立后,我国通信网络稳步发展,保障了国家重点通信的需要。“一五”计划时期,电信部门对通信网络进行了有计划的扩建和改造,初步建成了以北京为中心、辐射全国大城市的通信网络。“二五”计划时期,研制并投产使用了1000门纵横自动电话交换机、312 IV型明线12路载波机、55型电传打字机等电信设备,通信能力大幅提升。截至1977年底,全国固定电话用户达183.4万户,是1949年的近9倍。

改革开放后,我国通信网络加快建设。电话实现从模拟到程控的跨越式发展,1982年我国引进万门程控市话交换系统,随后程控电话建设迅速在全国各地推行,到1997年县以上城市的电话全部实现程控化。移动通信网络从无到有,1987年我国移动通信网络起步,到2009年3G正式商用。光纤网络迅速发展,2000年,历时8年、总长达8万余公里的“八纵八横”光缆骨干网全部建成投产。2010年起,“光进铜退”引领光纤网络快速部署。

党的十八大以来,我国通信网络实现跨越式发展,支撑网络强国建设迈出坚实步伐。移动通信网络实现从4G“并跑”到5G“领跑”,截至2023年10月底,我国累计建成开通的5G基站总数达321.5万个,全球第一。光纤网络实现由百兆迈向千兆的

跨越升级,千兆光网能力已覆盖所有地级市。截至2022年底,我国移动网络的终端连接总数已达35.28亿户,移动互联网连接数达到18.45亿户,万物互联基础不断夯实。卫星互联网建设全面提速,2016年以来,航天科技、银河航天、中国星网等企业陆续提出卫星星座建设计划。2023年,我国多次成功完成卫星互联网技术试验卫星发射任务,标志着卫星互联网建设正式进入实施阶段。

自2019年11月我国正式启动5G商用以来,中国移动、中国电信、中国联通等基础电信企业积极建设5G网络。从覆盖范围看,目前5G网络已覆盖全国所有地级市城区、县城城区和部分乡镇。从黑龙江漠河到海南三沙,从海拔5000多米的新疆红其拉甫口岸到地下200多米深的山西矿井,均已覆盖5G网络信号。从普及度看,截至2023年10月底,每万人拥有5G基站数达22.78个,5G移动电话用户达7.54亿户,占移动电话用户的比例达43.7%,比上年末提高10.4个百分点。

近年来,我国5G关键技术取得整体性突破,已形成涵盖芯片、终端、仪表等环节较为完整的5G产业链,产业基础实力持续增强,行业应用进入规模化发展新阶段。截至2023年10月,5G行业应用已融入67个国民经济大类,应用案例数超9.4万个。5G在工业、矿业、电力、港口等垂直行业应

用广泛复制,助力企业提质、降本、增效。目前,5G应用的亮点主要聚焦在短视频、超高清视频、视频直播、云视频游戏等领域。数字人、元宇宙等是5G在个人应用和消费领域的重要前沿探索。

目前,我国5G发展在全球处于领先地位,5G基站数占全球60%以上,用户数稳居世界第一,5G标准必要专利占比全球领先。截至2023年10月底,我国5G标准必要专利声明量全球占比达42%,为推动全球5G发展提供中国方案。

5G是第五代移动通信技术,具有高速率、低时延、低能耗等特点。其数据传输速率相比4G提高数倍,可靠性和稳定性更高,网络时延更低,在传输数据时能耗更低。在技术和需求的双轮驱动下,下一代通信网络朝着“高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控”的方向深入演进。确定性网络、算力网络、全光网、6G、卫星互联网、网络安全等将是下一代通信网络的重点研究领域。相比现有通信网络,下一代通信网络在覆盖范围、传输速率、端到端时延、智能化程度、网络能效、安全性能等方面将会有大幅提升。

发展数字经济意义重大,是把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。数字经济是以数据资源作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的经济活动。

通信网络是数字经济发展的关键基础设施。十九世纪中期电报机的发明,改变了世界通讯方式。其后,通信技术发展经历了有线通信、无线通信和光通信三个阶段,通信速度、容量、质量逐步提高,覆盖范围逐步扩大,促进了信息传播和共享,有效提升生产效率,进而推动经济发展。近年来,移动通信和卫星互联网建设全面提速,新一代信息技术与人工智能、区块链、云计算等相结合,推动社会快速进入数字经济时代。新技术带来新变革,催生新模式、新业态,经济活动更加智能、高效、灵活,为经济社会发展提供强劲动能和崭新机遇。通信网络是数据、信息的载体和流通渠道,是数字技术平台开发和应用场景建设的根基。通信网络的发展水平、覆盖范围、服务质量等,直接影响着数字经济的发展速度、规模、效率。

我国已逐步形成多层次、多元化的通信网络产业生态,具有较强国际竞争力的产业链体系,覆盖基础层、技术层、应用层等产业链环节,行业上下游和内外外部不断产生交叉,实现跨界融合。基础层方面,我国实施了“5G+工业互联网”512工程,推动建设5G、物联网、工业互联网、人工智能等新一代信息基础设施,为数字化转型提供重要支撑。同时,积极参与全球通信网络建设,例如数字丝绸之路、北斗卫星导航双边合作机制等,搭建互信、合作、共赢的桥梁。技术层方面,华为、中兴通讯、大唐电信等通信设备企业在全世界占有重要份额,为5G、物联网等新技术的推广和应用提供了先进解决方案。在终端设备、芯片、传感器等领域,自主研发和产业化步伐不断加快,国产智能手机品牌具备较强国际竞争力和影响力,芯片应用市场规模大、增速快,不断实现技术突破,传感器市场全球份额相对稳定。应用层方面,共享平台改变出行、消费和生活方式,直播电商、微信小程序等新业态用技术赋能商业,给消费者带来更多购物选择,本地生活服务平台促进消费并创造就业机会。通信网络产业链的

## 筑牢数字经济的通信

生态协作,既促进了内部循环发展,又促进了外部循环发展。通信网络为数字经济提供了基础设施、技术支持、应用服务,同时,数字经济的发展助推通信网络实现转型升级、创新发展和价值增长。

通信网络是数字经济时代的关键基础设施。要实现数字经济高质量发展,应从以下方面筑牢数字经济的通信“底座”。

一是优化通信网络建设,夯实数字经济发展基础。扩大下一代通信网络覆盖范围,进一步提升城乡、区域、行业普及度,提升网络效率,保障信息传输稳定性和安全性,对重点行业和特殊应用场景给予重点支持,进一步赋能数实融合、助力数字化转型。加大应急救灾和社会安全治理通信技术研发投入和设施建设投入,提高卫星通信技术、无线通信技术和物联网技术在应急管理领域的应用,建设高效、稳定、灵活的应急通信体系,为防灾、减灾、救灾等提供有力技术支持。

二是加强通信网络安全保障,强化数字经济安全体系。加强通信网络安全领域顶层设计,建立健全数字经济安全法治体系。重视下一代通信网络安全技术和设备研发,提升数字经济时代的国家安全和能力现代化建设水平。加强数字跨境安全风险治理,研发数据安全审查和保护技术,建立健全安全风险评估机制,不断提高跨境数据流动监管能力,建立负面清单制度,在确保数据安全和隐私保护的基础上,实现高质量发展和高水平安全的良性互动。

三是加快通信网络领域创新发展,赋予数字经济高质量发展原动力。重视下一代通信网络基础理论研究和关键核心技术攻关,瞄准“卡脖子”问题和关键器件设计难题,掌握核心算法和软件自主权,提高芯片和终端的自主可控水平,为下一代通信网络的发展奠定坚实的技术基础。紧密结合数字经济的发展需求和特点,深入开展应用创新和场景探索,推动与人工智能、大数据、云计算、物联网、区块链等新一代信息技术的深度融合,打造新型网络架构和模式,为数字经济各个领域和场景提供定制化、差异化、多样化的网络服务和解决方案。

(作者系中国科学院大学经济与管理学院教授)

乔晗

## 底座

## 5G应用提供普惠便捷服务

5G应用情况如何?给我们的生活带来什么变化?



左锐瑞(中国信息通信研究院政策与经济研究所高级工程师):5G商用以来,党中央、国务院高度重视5G创新发展,秉持“政府引导、企业主体、以建促用、重点先行”的原则,在网络建设、技术产业体系构建、融合应用创新等方面取得积极成效。5G应用规模化发展是推动5G在实体经济中更广泛、更深层次、更高层次的深度融合应用,有助于充分发挥数字化转型对经济社会发展的放大、叠加、倍增作用,为推动经济量质齐升提供强劲发展动力。

网络建设规模全球领先。5G发展、网络先行,我国坚持“适度超前”的部署原则,稳步推进5G网络建设,持续加强网络覆盖广度和深度,优化提升网络质量,完善网络供给能力和服务水平,为5G支撑数字经济创新发展筑牢坚实基础。我国超90%的5G基站实现共建共享,5G网络加快向集约高效、绿色低碳发展。2023年5月,中国移动、中国联通、中国电信、中国广电在新疆启动全球首个5G异网漫游商用,标志5G网络服务能力进一步提升。

技术产业体系初步构建。在政府大力支持和产业界的持续努力下,我国移动通信产业实现跨越式发展,在5G技术标准、网络设备、终端设备等领域形成系统性优势。一是5G技术产品供给能力持续提升。随着R16、R17等标准先后完成,产业各方积极开展5G轻量化等技术试验与示范。二是5G中频设备具备较强国际竞争力。据统计,2019年至2023年我国企业在全球5G网络基础设施市场中占据近半份额。面向行业定制化、个性化需求,设备商积极开展定制化网络产品研发落地,如矿山行业的5G隔爆基站、应急场景的5G游牧式基站等。三是5G终端设备市场稳步发展。2023年1月至10月,我国5G手机出货量达1.88亿部,同比增长8.9%。5G行业终端数量和类型持续丰富,截至2023年10月,国内5G非手机终端累计上市产品608款。

融合应用赋能效果显著。应用场景推陈出新、用户体验大幅提升。5G新通话、AR/VR、超高清视频、云手机等个人应用持续丰富,如在杭州亚运会期间中国移动在5G新通话中推出商务速记业务,支持在通话过程中将双方语音内容转换成文字记录,并将大模型功能嵌入文字记录过程,提供整理摘要等智能服务。行业应用向纵深推进,在制造业、矿山、医疗、能源、港口等重点行业实现规模复制,如在制造业领域已形成5G+质量检测、远程运维、多机协同作业、视觉智能安防等典型应用。

5G在医疗、教育、康养等行业的应用为居民提供普惠便捷服务体验。一是5G开启智慧医疗新时代,提升医疗服务效率和诊疗水平,推动智慧医疗快速发展。5G网络打破地域限制,为患者提供远程会诊、远程手术、急诊救治等医疗服务,推动优质医疗资源高效下沉,提升诊疗质量。二是5G推动教学模式变革,推动教育数字化转型升级。通过5G网络实现跨地域远程互动教学,结合AR/VR技术打造沉浸式教学体验,增强教学娱乐性,提升教学质量。三是5G推动智慧康养产业发展,优化养老服务效率。5G在生活起居、安全保障、保健康复等方面的应用逐渐丰富,为老年人提供高效化、智能化服务,如通过5G可穿戴健康监测设备可实时监测老年人健康状况、行为能力、生命体征等,提供紧急呼叫、健康评估等服务。

此外,5G加速旅游业数字化转型,在服务、监管、运营等环节提升智能化水平,为游客提供便捷、沉浸的游戏体验,拓展文旅发展新空间。5G结合4K/8K、AR/VR等技术,创新文化和旅游产品的表达形式和内容,催生云旅游、云直播等新场景。推动融媒体多元化发展,创新产品内容和传播形式,为超清视频、高清直播、自动翻译配音等业务提供有力支撑和保障。例如,杭州亚运会期间,从亚运会火种采集、奖牌发布、亚运村开村等各个重要节点均利用5G+8K进行高清直播,让各地民众深切感受亚运氛围。



## 积极应对通信网络安全新挑战

如何应对通信网络安全面临的挑战?



刘秀龙(天津大学智算学部教授、中国计算机学会网络与数据通信专委会副秘书长):我国网络安全产业呈现稳步增长、积极发展的态势,到2025年市场规模有望突破800亿元。在全球经济下行的背景下,由于政策面的利好支持,我国网络安全企业积极应对市场挑战,不断加大研发投入。新技术、新应用、新业务不断涌现,尤其是数字经济的发展为网络安全产业提供了新赛道。

我国高度重视网络安全,出台了一系列政策来推动网络安全行业的规范发展。2022年底,中共中央、国务院出台“数据二十条”,从数据产权、交易流通、收益分配、安全治理等方面构建和完善数据要素市场体制机制。随着网络安全法、个人信息保护法等相关法律法规出台实施,我国关于网络与数据安全的法律保护体系已基本建成。网络安全相关政策法规和标准的实施以及网络安全治理体系的完善推动了相关企业数量增长和市场需求扩大。

近年来,随着人工智能、量子计算等新技术的快速发展,网络安全面临着新的挑

战,如网络攻击加剧、数据泄露等。维护网络信息安全,需要不断加强技术研发和监管能力来应对新技术带来的安全挑战。在这方面我国已取得一定进展,2023年7月发布的《生成式人工智能服务管理暂行办法》从技术发展治理、服务规范、监督检查和法律责任等多个方面给出了规范化要求,为生成式人工智能的应用和治理构建了框架。该办法的实施将有助于保障我国网络安全,促进新技术健康有序发展。

确保网络通信设备的安全是维护整体网络安全的关键环节。华为、中兴等通信企业实施了全面的安全措施,确保其通信设备在设计、研发和维护整个生命周期中的安全性。同时,由于用户企业越来越重视网络安全服务的有效性、持续性和体系化,行业领军企业正在向“产品+服务”综合解决方案提供商转变,提供端到端的一体化网络安全解决方案。

通信企业通过发布安全白皮书等方式与业界分享数据保护、隐私保护治理等实践经验。为保障产品的可信和合规,华为综合全球代表性的法律法规与标准,包括我国个人信息保护法和欧盟《通用数据保护条例》等,制定了企业安全和隐私框架。中兴通讯把安全作为其产品研发和交付的

核心优先事项,建立了全面的产品安全治理体系。该体系涵盖从供应链安全、研发的安全设计到工程服务的规范化操作,确保产品和服务安全可靠交付。

随着以数字化、网络化和智能化为特征的信息化浪潮不断发展,信息技术正快速深入到人类社会的方方面面。下一代通信网络需要满足万物互联、元宇宙、人工智能等创新应用需求,其发展不仅促进信息技术与其他领域技术交叉融合,还带动了芯片制造、数据服务等上下游产业的高质量发展,并从经济、文化、技术、安全等多个维度深刻影响世界格局。

随着终端无线通信技术的推广,5G、6G快速发展应用,生成式人工智能异军突起,互联网的概念已实现从传统“计算机网”到“万物互联”再到“万物智联”的演变。然而,在空天地海一体化网络布局、数据要素市场加速构建、绿色“双碳”大背景下,作为“信息高速公路”的互联网通信体系面临着网络设备资源受限、复杂AI计算难以下沉、感知数据价值密度低、骨干网络传输压力大、大规模恶意攻击频发、系统安全隐私保障难等挑战。为此,需在基础理论、通信架构和系统重构等方面持续投入,突破形成大容量、低延迟、高可靠、高效、智能化、泛在化的下一代通信网络新技术体系,为元宇宙、数据要素市场等重要场景和应用提供有力支撑。