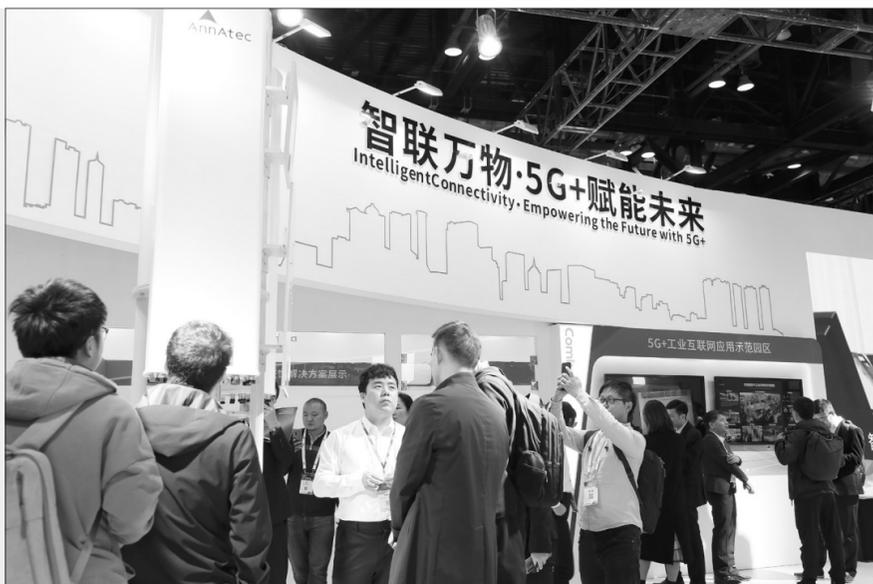


《6G全球进展与发展展望白皮书》发布

6G关键技术及潜在应用研究逐步体系化

赛迪智库无线电管理研究所
潘文 彭健 孙美玉 腾学强 周钰哲

随着全球5G网络规模化商用步入快车道,6G研发的战略性布局已全面拉开帷幕。针对5G在信息交互方面存在的空间范围受限和性能指标难以满足某些垂直行业应用的不足,6G将具有更加泛在的连接、更大的传输带宽、更低的端到端时延、更高的可靠性和确定性以及更智能化的网络特性。近日,赛迪智库无线电管理研究所发布了《6G全球进展与发展展望白皮书》,从全球各国6G战略布局、潜在关键技术、应用场景的最新进展及面临的形势及挑战等方面展开论述,并提出加快推进我国6G研发的相关建议。



2020年2月,国际电信联盟面向2030年及未来6G的研究工作正式启动。

强化顶层设计,国际组织持续加快6G研究和标准化工作

国际电信联盟(ITU):6G早期研究计划正式启动。ITU是联合国负责信息通信技术(ICT)事务的专门机构,也是开展国际协调确立5G、6G等电信技术全球通用标准的重要组织。2020年2月,在瑞士日内瓦召开的第34次国际电信联盟工作组会议上,面向2030年及未来6G的研究工作正式启动。此次会议明确了2023年年底国际电联6G早期研究的时间表,包含形成未来技术趋势研究报告、未来技术

愿景建议书等重要报告的计划。

部分潜在候选频段已列入下一步议程。6G频谱需求预计将在2023年年底的世界无线电通信大会(WRC)上正式讨论,2027年年底的WRC有可能完成6G频谱分配。目前潜在候选频段包括太赫兹频段、毫米波频段以及6GHz频段。太赫兹通信技术可能是未来6G通信技术发展的一个重要方向。WCR-19大会决定将6GHz(6425-7125MHz)频段作为新增

IMT(5G或6G)频段列入2023年世界无线电通信大会(WRC-23)1.2议题,对6425-7025MHz成为区域性IMT新频段和7025-7125MHz成为全球性IMT新频段进行立项研究。6GHz频谱新增IMT使用划分的成功立项,意味着6GHz频段将成为IMT(5G或6G)全球潜在新增频段。

第三代合作伙伴计划(3GPP):6G标准化时间节点逐渐清晰。2020年7月3GPP R16标准冻结

后,受全球疫情影响,原计划2021年年底完成冻结的R17,已计划推迟到2022年6月。根据3GPP 2019年公布的时间表来看,将于2023年开启对于6G的研究,并将在2025年下半年开始对6G技术进行标准化,预计2028年下半年将会有6G设备产品面市。3GPP目前仍正在着手制定5G R17标准,行业内预计从2026年开始将启动首个6G标准R21的制定,到2030年将冻结R23版本。

当前产业界针对6G潜在关键技术的研究逐步完善,呈现一定的体系化和区域化态势。

突破区域及行业壁垒,6G关键技术及潜在应用研究取得新进展

第一,6G潜在关键技术研究逐步体系化。当前产业界针对6G潜在关键技术的研究逐步完善,呈现一定的体系化和区域化态势。现阶段6G关键候选技术主要分为基于新频谱的通信技术研究及试验、下一代基础共性技术、新型特定通信技术、融合应用新技术等四大类,全球各国和地区结合自身产业发展实际开展突破。

基于新频谱的通信技术研究及试验主要包括太赫兹通信技术研究及芯片(设备)研发、可见光通信技术研究、动态频谱共享技术等,是美国、中国、日本、韩国等国企业和机构着力突破的领域。下一代基础共性技术主要包括下一代信道编码及

调制技术、新一代天线与射频技术、轨道角动量技术等,这是各国和地区需突破的底层技术。新型特定通信技术包括空地一体化通信、无线触觉网络等,产业界对于卫星通信纳入6G网络作为其中一个重要子系统是普遍认可的,需要对网络架构、星间链路方案选择、地基信息处理、卫星系统之间互联互通等关键技术进行深入研究。融合应用新技术主要包括人工智能、区块链等与6G通信技术的融合。

第二,6G细分领域潜在应用场景不断丰富。目前6G潜在应用场景不断出现,综合来看,6G潜在应用场景主要分为全覆盖多样化智能连接、高保真扩展现实类应用、智能

化行业类应用等三类场景。

全覆盖多样化智能连接应用。通过全覆盖的高速网络,不但满足常规环境下海量连接、超高速传输率的互联网和物联网各种深度覆盖需求,还能实现各种极端自然、灾害环境下的应急通信、特种通信的实时智能化连接,实现信息的高效精准传输。潜在的具体应用场景包括空地一体化通信、水下通信、量子通信、分子通信、纳米物联网等。

高保真扩展现实类应用。6G时代信息交互形式将进一步由AR/VR逐步演进至高保真扩展现实(XR)交互为主,甚至是基于全息通信的信息交互,最终将全面实现无线全息通信。用户可随时随地

享受全息通信和全息显示带来的体验升级,身临其境般地享受完全沉浸式的全息交互体验。潜在的具体应用场景包括全息通信、通感互联网、虚拟教育、虚拟旅游、虚拟运动、虚拟网游、虚拟建筑、虚拟演唱会等。

移动化智能化行业类应用。智能化是6G系统提供的一项重要服务能力,也是支持各种多维度、深层次智慧应用的基础。6G将与农业、工业、交通、教育、医疗等各垂直行业深度融合并催生一些新业态、新服务。潜在的具体应用场景包括智慧农业、智能工厂、智慧车联网、智能家居、智能机器人、新型智慧城市、数字孪生体、远程精准医疗、智慧旅游、无人探险等。

未来3~5年将是6G技术研发的关键窗口期,全球6G竞赛已悄然拉开序幕。

个省份的60多家医院上线使用,5G+自动驾驶、5G+智慧电网、5G+远程教育等新模式新业态不断涌现。基于5G技术储备和产业推进的先进经验,我国可在6G性能指标、网络架构、关键技术及标准化、应用场景示范等方面开展布局,同时充分考量5G的新问题和新需求,全面提升5G、6G技术研发的可持续性和迭代,为实现5G到6G的深入科学演进打好基础。

建议适时发布6G前瞻性战略规划,尽快明确6G研发试验用频等。

同步开展6G网络安全研究。6G网络将面临移动设备的激增和应用服务的丰富,潜在的网络安全和隐私问题将比5G更加明显。建议一是建立国际6G网络安全领域对话和合作机制,助推我国与全球各区域国家在6G网络安全领域达成共识。二是加大国际规则制定的参与度,产学研界要在ITU、3GPP等国际标准化组织中围绕6G安全议题输送高质量的研究成果,最大范围凝聚6G网络安全共识,为我国6G技术和标准推广铺平道路。

我国5G规模化商用快速推进,为开展6G布局奠定良好基础

我国6G研发工作的总体部署超前,正系统开展6G技术研发方案的制定工作,为6G技术研打下基础,然而从总体来看,我国6G研究仍处于起步阶段,面临着机遇与挑战。

当前业界虽然还没有制定出6G统一标准,但已经就6G商用化进程达成了初步共识,6G通信的愿景、场景、基本指标、关键技术和应用场景等研究均有了新的进展,相关研究成果中也初步明确6G将会

在2030年左右实现规模化商用,未来3~5年将是其技术研发的关键窗口期。为抢占6G竞争制高点,全球6G竞赛已悄然拉开序幕。美国已全力备战6G,并将确保6G技术全球领先作为指导目标,欧盟、日本等也积极开展6G相关研究,扶持重点项目和企业,提升6G国际标准主导权。我国积极应对6G国际新形势,贯彻落实“十四五”规划要求,前瞻布局6G网络技术储备,科学有

序推进关键技术研发、未来网络试验设施和规模化商用工作。

我国5G规模化商用快速推进,为开展6G布局奠定良好基础。当前我国5G基础设施建设和商用化进程位居世界前列,根据工信部数据,截至2020年年底,我国已建5G基站超过70万个,实现所有地级以上城市5G网络全覆盖;5G终端连接数突破2亿;5G+工业互联网项目超过1100个,5G+远程会诊在19

准“走出去”。

尽快明确6G研发试验用频。对于6G潜在技术所用频段,除WRC-23将要讨论的6GHz频段等外,业界普遍聚焦于毫米波频段和太赫兹频段,部分甚至扩展至光通信频段。考虑我国通信产业的节奏和特点,建议一是积极推进毫米波、太赫兹等候选频段用于6G通信网络的相关研究和试验工作,做好通信产业发展的频谱资源储备。二是持续巩固移动通信低-中-高频频谱资源联合组网模式,结合6G场

景开展相关频谱资源利用技术的研

究。强化储备6G潜在关键技术。通过6G行业、产业、生态联盟等形式,凝聚产学研用各方优势,形成6G研发布局工作的合力。建议一是加大资金投入,结合6G复杂融合场景开展多个细分领域专题研究,鼓励产业链企业集中突破6G关键技术。二是积极推进新材料、仪器仪表等关联产业基础储备。三是鼓励企业进行6G应用场景的前瞻研究和应用试验,保护知识产权。

适时发布6G前瞻性战略规划,强化储备6G潜在关键技术

为加快推进我国6G研发,围绕6G战略规划、潜在关键技术、网络安全等方面提出以下建议。

适时发布6G前瞻性战略规划。6G发展将涉及但不限于网络建设、产业生态、技术创新、融合应用和安全保障等多个层面。建议一是参考我国5G现有成功经验,进一步加快国家层面详细的6G顶层设计和政策保障的尽早出台。二是推动我国6G通信设备和终端形成产业规模。三是加快6G标准生态研究和保护,积极推进国际合作和标

相关链接

目前,全球多个国家和地区、国际组织以及学术界、产业界均开展了6G研究。未来3~5年是6G研发关键窗口期,全球6G竞赛已全面拉开帷幕。特别是美、欧、韩、日等国家和地区深入推进6G研发战略计划,抢跑6G赛道。

美国:建立联盟,加快关键核心技术研究

美国主导建立6G联盟。2020年10月,美国电信行业解决方案联盟(ATIS)牵头组建了NextG联盟(一个专门管理北美6G发展的贸易组织)。联盟确定的战略任务主要包括建立6G战略路线图、推动6G相关政策及预算、6G技术和服务的全球推广等,希望在6G时代确立美国的领导地位。目前,全球已有高通、苹果、三星、诺基亚等30多家信息通信巨头加入。

率先开放6G实验频谱。美国联邦通信委员会(FCC)于2019年3月全球首先宣布开放95GHz-3THz太赫兹频段作为6G实验频谱,发放为期10年、可销售网络服务的实验频谱许可。

潜在关键技术储备雄厚。太赫兹技术研究方面美国开展较早,已经具有雄厚的技术积累。2020年9

月,由30多所美国大学合作组建并获得美国国防部资助的“太赫兹与感知融合技术研究中心”正式成立,这是美国开展6G技术研发的关键项目之一。此外,美国太空探索公司(SpaceX)“星链”卫星互联网的成功探索使美国在6G空地海一体化网络技术上遥遥领先。目前,“星链”卫星互联网的在轨卫星数量已经超过1300颗,SpaceX计划2021年利用部署的1584颗卫星提供近乎覆盖全球的网络服务。空地海一体化网络技术的领先优势使美国可能从“6G+卫星互联网”的战略角度超前部署全球下一代移动通信网络。

此外,美国着力开展的未来6G核心技术研究方向还包括支持人工智能(AI)的高级网络和服务、多接入网络服务技术、智能医疗保健网络服务、多感测应用等。

欧洲:统一战线,合力推进6G研发

欧洲多国整体战略合作推进6G研发。欧洲6G研究初期以各大学和研究机构为主体,积极组织全球各区域研究机构共同参与6G技术研究探讨。2020年,欧盟委员会发布的《全面工业战略的基础》报告中,提出对包括6G在内的新技术进行大量投资。2021年,欧盟的6G旗舰研究项目“Hexa-X”正式启动,项目团队汇集了25家企业和科研机构,包括法国运营商Orange、Atos、B-COM技术研究所、原子能和替代能源委员会(CEA)、德国的西门子、意大利电信、比萨大学、西班牙电信、芬兰的诺基亚、奥卢大学,瑞典的爱立信,以及英国的英特尔等。Hexa-X是将欧盟关键的行业利益相关者聚集到一起,共同推进6G的重要一步。项目目标包括

创建独特的6G用例和场景、研发6G基础技术并为整合关键6G技术使能因素的智能网络结构定义新的架构,愿景是通过6G技术搭建的网络连接人、物理和数字世界。此外,欧洲国家还积极与亚洲国家开展6G研究合作。

高校与企业联合开展关键技术研究。2019年3月,芬兰奥卢大学6G旗舰组织邀请70位来自各国的通信专家,召开了全球首届6G峰会,共同探讨下一代通信技术驱动因素、研究挑战和未来愿景,并发布了全球首份6G白皮书;2020年3月召开的第二届6G峰会上,有12个与6G有关的议题,并围绕相关议题发布了多份白皮书。诺基亚公司、奥卢大学、芬兰国家技术研究中心等机构启动了多个6G研究项目。

韩国:重点聚焦,强化产业生态构建

韩国6G顶层设计与战略合作走在全球前列。2020年8月,韩国发布了《引领6G时代的未来移动通信研发战略》,提出重点布局6G国际标准并加强产业生态系统,目标是确保在5G之后继续成为全球首个6G商用国家,并明确了5个试点领域:数字医疗、沉浸式内容、自动驾驶汽车、智慧城市和智慧工厂。韩国政府将在超高性能、超大带宽、超高精度、超空间、超智能和超信任6个关键领域推动10项战略任务。

重视国内外合作推动技术研究。韩国通信与信息科学研究院早在2019年4月就正式组建了6G研究小组。同年,三星电子、LG、SK电信等韩国通信巨头均组建了企业6G研究中心或实验室,韩国SK电信

还表示将与爱立信和诺基亚共同研发超可靠、低延迟无线网络和多输入多输出天线技术等6G技术。2021年3月,韩国LG电子公司与韩国先进科学技术研究院以及是德科技公司签署了一项有关“共同开发下一代6G无线通信网络技术”的合作协议,重点是太赫兹无线通信技术。韩国信息和通信技术促进研究所的6G研发计划还包括卫星通信、量子密码和通信等6G转换技术。韩国电信与首尔国立大学新媒体传播研究所将开展合作,就6G通信和自主导航业务展开研究。此外,韩国科学与信息通信技术部把用于6G的100GHz以上超高频段无线器件研发列为14个战略课题中的“首要”课题,引导企业加大研发实验力度。

日本:出台战略,启动多项6G试验

日本在全球率先出台6G国家战略。2020年4月和6月,日本相继发布全球首个以6G作为国家发展目标 and 倡议的6G技术综合战略计划纲要和路线图,提出要在2025年实现6G关键技术突破、2030年正式启用6G网络、日本掌握的6G技术专利份额要超过10%等目标。战略明确了“公私部门实现战略合作的重要性”,由国立情报通信研究机构牵头组建产学研一体化的联合研发组织,提出政府将通过财政支持、税制优惠、放宽监管和资金支持等方式推动6G研发工作,促进关键技术尽早确立,争取未来在制定国际标准之时“相关的技术参数能够符合日本的国家利益”。日本将组

建更多的产学研合作机构,与海外企业联手构建国际合作机制。

开展多项技术研发试验。日本将太赫兹技术列为“国家支柱技术十大重点战略目标”之首,目前日本电报电话公司(NTT)、日本国家信息通信技术研究所、广岛大学等企业专利份额要超过10%等目标。战略明确了“公私部门实现战略合作的重要性”,由国立情报通信研究机构牵头组建产学研一体化的联合研发组织,提出政府将通过财政支持、税制优惠、放宽监管和资金支持等方式推动6G研发工作,促进关键技术尽早确立,争取未来在制定国际标准之时“相关的技术参数能够符合日本的国家利益”。日本将组