美国、欧盟、中国 6G 主要研发行动对比研究

苑朋彬[1]，丁树芹[2]，吴 思[1]
（1. 中国科学技术信息研究所，北京 100038；
2. 北京大学医学部，北京 100191）

摘 要：6G 技术已经成为全球竞争焦点和研究热点，未来 3~5 年是技术研发的重要时期。以美国、欧盟为代表的发达国家和地区从多方面进行研发部署。本研究梳理了 2019 年以来美国、欧盟以及中国的 6G 主要研发行动，从研发行动主导、研发资助模式、研发内容方面总结特点，为进一步推动中国 6G 技术发展提供决策参考。

关键词：6G；研发进展；研发行为；研发特点；发展建议
中图分类号：G321　**文献标识码：**A　DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2022.12.007

6G 即第六代移动通信系统，是继 5G 后的下一代移动通信技术。相对于 5G 技术，6G 技术在连接速率、密度、时延、频谱效率、能量效率等多个性能指标方面均有很大的提升。随着 2021 年 5G 商用进入快车道，面向 2030 的 6G 技术已经成为全球竞争焦点和研发热点。

以美国、欧盟等为代表的国家和地区分别启动 6G 相关研发计划，制定相关研发行动，部署相关研究工作，如美国电信产业解决方案联盟（ATIS）成立 Next G 联盟，促进 6G 技术研发、标准化和市场化；欧盟建立智能网络服务合作关系（SNS），实施 6G 研究和创新计划。中国高度重视 6G 技术的发展，2021 年在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年（2021—2025 年）规划和 2035 年远景目标纲要》的《加快建设新型基础设施》一节中提到要前瞻布局 6G 网络技术储备[1]。

美国、欧盟、中国是世界前三大经济体，梳理近 3 年美国和欧盟 6G 技术的主要研发行动，总结经验和做法，进而结合中国实践，可为面向 2030 年的 6G 技术发展提供决策支持。

1 6G技术介绍

6G 将引入新的愿景、性能指标、关键技术和应用场景，满足多种网络接入方式和实现空天海地一体化覆盖范围，实现关键性能指标的优化和相关技术创新。（1）6G 网络将实现泛在、智能连接愿景，实现空天地海一体化网络的泛在无缝连接，实现多通信感知计算一体化智能连接等[2]。（2）6G 技术在连接速率（用户体验速率提升到 5G 网络的 10 倍以上）、密度（连接密度提升至 5G 网络的 10 倍）、时延（时延缩短近 90%）、频谱效率（比 5G 时代提高 3 到 5 倍）、能量效率（提高至 5G 网络的 100 倍以上）等多个性能指标方面均有很大的提升。（3）6G 关键使能技术可分为无线空口使能技术、网络使能技术、新物理维度使能技术等多方面[3]。（4）6G 可应用于扩展现实（XR）、数字孪生、智慧车联网、工业物联网等多应用场景[4]。

第一作者简介：苑朋彬（1990—），男，助理研究员，主要研究方向为技术竞争情报。
通信作者简介：丁树芹（1983—），女，馆员，主要研究方向为情报大数据分析。电子邮箱：happy@bjmu.edu.cn
项目来源：中国科学技术信息研究所重点工作项目“重点科技领域前沿跟踪与深度研究 2022”（ZD2022–03）。
收稿日期：2022–10–02

2　6G研发进度安排

联合国主管信息通信技术事务的专门机构国际电信联盟（International Telecommunication Union，ITU）和电信标准组织第三代合作伙伴项目（3GPP）针对 6G 研发均做出了一定的计划安排：

（1）2020 年 2 月，国际电信联盟在瑞士日内瓦召开的第 34 次国际电信联盟工作组会议上，正式启动面向 2030 年及未来的研究工作。此次会议明确了截止到 2023 年底的国际电信联盟 6G 早期研究的时间表，具体包括完成技术趋势研究报告（2020 年 6 月）、未来技术愿景建议书（2023 年 6 月）等计划安排[5]。同时，国际电信联盟早在 2019 年的世界移动通信大会（WRC-2019）上，就已经部署下一步工作安排，计划在 2023 年底的世界无线电通信大会（WRC-2023）上正式讨论 6G 频谱需求，并在 2027 年底完成 6G 频谱分配。

（2）第三代合作伙伴项目计划于 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，2028 年下半年将有 6G 设备产品面世，到 2030 年将冻结 R23 标准版本[6]。

全球 6G 技术竞争已经拉开帷幕，尽管当前美国、欧盟和中国还没有制定出详细的 6G 发展路线图，但就 6G 商用化进程而言，全球基本已经达成初步共识，即在 2030 年左右实现商用。

3　6G主要研发行动

3.1　美国主要 6G 研发行动

3.1.1　美国电信产业解决方案联盟成立 Next G 联盟，推进 6G 技术研发、标准化和市场化

2020 年 10 月，美国电信产业解决方案联盟成立 Next G 联盟（又称 6G 联盟），Next G 联盟由产业界（苹果公司、AT&T 公司等）和学术界（哥伦比亚大学数据科学研究所、北卡罗来纳大学等）共 60 个机构组成，联盟工作内容涵盖技术研发、标准化和市场化等全过程。该联盟旨在通过私人部门产业联盟的力量，在未来 10 年内提升北美无线技术的领导地位。

Next G 联盟主要开展以下工作：（1）制定 6G 发展技术路线图，确保北美在全球 6G 方面的领先位置。（2）确定优先发展事项，影响政府资金使用和促进政府行动。（3）制定战略和实施计划，促进 6G 技术快速市场化[7]。

3.1.2　政府与产业界联合启动弹性和智能下一代系统（RINGS）计划，资助学术界开展基础性项目研究

2021 年 6 月，美国国家科学基金会、商务部、国防部与产业界（苹果、爱立信、谷歌、IBM、英特尔、微软、诺基亚、高通公司、VMware 等 9 家企业）共同发起弹性和智能下一代系统计划，该计划旨在增强 6G、卫星网络、未来版本 WiFi 的弹性和可扩展性，加速下一代无线移动通信、网络、传感和计算系统等领域的基础研究。

弹性和智能下一代系统计划由政府和产业界共同投资 4 000 万美元，计划资助数量约 36~48 项，项目周期 3 年，重点资助学术界基础性研究项目，资助研究方向为：（1）弹性网络系统，具体涉及网络安全保护方法、智能网络架构以及网络管理方法、无人工干预的自治网络等方向。（2）网络使能研究，具体涉及射频、信号电路、天线和组件的创新性设计、新型频谱管理方法、设备 – 边缘 – 云连续体的可扩展性等方向[8]。

3.2　欧盟主要 6G 研发行动

3.2.1　欧盟委员会建立智能网络服务合作关系，实施 6G 研究和创新计划

2021 年 3 月欧盟委员会与欧洲 5G 基础设施协会（5GIA）建立智能网络服务（Smart Network Service，SNS）合作关系，旨在确保欧洲在开发和部署 5G、6G 网络技术和服务方面的领先地位。

智能网络服务合作关系获得了 2021—2027 年预算期内欧盟研发框架计划“地平线欧洲计划”和产业界共计 18 亿欧元的共同投资（欧盟和产业界各出资 9 亿欧元），用于开展以下工作：（1）通过实施相关的研究和创新计划，在 2025 年左右完成 6G 框架研究和技术标准化，为 6G 早期市场化做好准备，确保欧洲掌握 6G 技术主导权。（2）促进欧洲 5G 部署，实现经济和社会的数字化和绿色化转型[9]。

3.2.2　产业界和学术界联合启动 Hexa-X 项目，开展 6G 系统架构研究

2021 年 1 月，欧洲产业界（诺基亚、爱立信等）、

学术界（奥卢大学、比萨大学等）共25个机构共同发起6G研究旗舰项目Hexa-X项目，项目周期3年，旨在通过研究6G系统使能架构，打通物理世界、数字世界和人类世界。

Hexa-X项目与其他8个6G应用研究项目获得了欧盟研发框架计划“欧盟地平线2020研究和创新计划”共计6 000万欧元的投资。Hexa-X项目主要开展以下几方面基础研究：（1）基于高频、高分辨率定位传感的全新无线电研究，具体涉及关键使能技术评估、无线电技术发展路线图、硬件波形设计与定位传感新方法等。（2）人工智能驱动的空口设计和网络管理研究，具体涉及人工智能技术对空口设计和网络管理方面的影响评估、人工智能驱动的空口设计和网络管理新方法和算法等。（3）基于网络分解和动态可靠性的6G网络使能研究，具体涉及智能、灵活、高效的新型网络架构设计，极端环境下提升网络性能的新方法等方向。其他8个应用研究项目针对智能连接场景开展研究，研究方向分别为智能无线通信、智能边缘计算平台、智能网络、智能连接平台、智能资源管理、智能无线连接技术、智能连接环境、新型软件定义网络控制器等方面[10]。

3.3 中国主要6G研发行动

3.3.1 政府部门成立IMT-2030（6G）推进组，推动6G技术研发工作部署

中国政府部门从2019年开始进行6G战略部署，工业和信息化部联合科学技术部、发展和改革委员会等部门成立IMT-2030推进组，推进6G研发工作实施。此外科学技术部牵头联合发展和改革委员会、教育部等部委成立国家6G技术研发推进工作组（政府部门联合组成）和总体专家组（学术界和产业界专家代表组成）。

IMT-2030推进组将重点开展以下三方面工作：（1）明确6G愿景需求和业务应用场景。在5G技术成功商用的基础上，进一步提升性能。（2）开展6G关键技术研究。聚焦6G关键核心技术，在芯片、新材料等方面支撑产业发展。（3）加强全球合作。加强全球范围内6G推进组织、企业、高校科研院所间的交流合作，推动形成全球统一的6G标准[11]。

3.3.2 科学技术部制定国家重点研发计划，重点支持6G技术前期基础研究

2021年5月，科学技术部制定国家重点研发计划“多模态网络与通信”重点专项项目，项目周期不超过4年。该项目目标之一是巩固中国在移动通信领域的领先优势。开展5G演进及6G技术的前期研究，开展天地一体化技术的先导研究，使中国成为6G技术、系统和标准的全球引领者。

该项目围绕多模态网络、新一代无线通信、超宽带光通信3个技术方向，拟启动10项任务，政府出资2.64亿元（其中共性技术类项目配套经费与国拨经费比例不低于1∶1）。其中6G方向启动两项重点任务：（1）6G通信–感知–计算融合网络架构及关键技术，具体涉及融合网络架构、融合技术、多维信息感知和数据处理机制、干扰管理技术、资源管理、实时/智能/绿色的算力网络技术等。（2）6G超低时延超高可靠大规模无线传输技术，具体涉及无线传输理论研究、信道容量表征、跨域协调及适配技术、多域资源的协同和调度技术、接入与多连接技术、无线空口技术[12]。

4 6G研发行动特点对比

总体来看，美国、欧盟、中国均已成立研发推进组织，制定研发项目，共同推进6G技术研发，在研发行动主导、研发资助模式、研发内容等方面均形成了一定的特点。

研发行动关键推动者方面，政府主导，产业界、学术界积极参与是当前技术研发的主要模式。中国政府成立6G研发推进组，并整合学术界和产业界力量成立总体专家组；欧盟委员会与欧洲5G基础设施协会（该协会包括产业界和学术界）建立智能网络服务合作关系，其中政府在研发计划中起主导型作用，并且积极调动学术界和产业界力量，参与相关工作。值得注意的是，目前美国6G研发行动主要以私营部门为主导，私营部门电信产业解决方案联盟成立Next G联盟，整合产业界和学术界力量提升北美在全球无线领域的影响力。

研发资助方面，政府与产业界共同出资是当前技术研发资助的主要模式。中国政府制定重点研发计划，明确提出配套经费和国拨经费比例不

低于 1 ∶ 1；美国政府和产业界联合启动弹性和智能下一代系统计划，共同投资 4 000 万美元（双方等额出资）；欧盟成立合作伙伴关系，欧盟政府和产业界共同出资 18 亿欧元（双方等额出资）。在出资模式上，上述国家均注重政府与社会资本相结合，共同为 6G 技术发展提供研发支持。

研发内容方面，网络系统和无线传输系统是当前技术研发的主要内容。中国启动网络架构及关键技术、无线传输技术方向重点专项研究；美国弹性和智能下一代系统计划启动弹性网络、网络使能技术方向研究；欧盟 Hexa-X 项目启动全新无线电、人工智能驱动无线空口和网络管理、网络使能技术方向研究。上述研究均注重网络系统和无线传输系统方面研究，并强调人工智能在未来6G技术中的应用。

5　6G研发行动启示

本文通过梳理美国、欧盟和中国近 3 年的 6G 主要研发行动，从研发行动主导方面、研发资助方面、研发内容方面，多角度对比研发行动特点，总结经验和做法。针对当前现状，得到以下三点启示。

要加强战略顶层设计，制定详细的 6G 发展路线图。6G 技术发展涉及技术研究、标准化和市场化等全生命周期过程。针对 6G 技术发展路线图，国际电信联盟和第三代合作伙伴项目均已制定相关的研究计划表，美国、欧盟也积极成立相关研究组织，推动 6G 技术研发和标准化。6G 发展涉及多个层面，要积极借鉴现有 5G 发展的成功经验，制定更加详细的 6G 技术发展路线，在战略层面上扩大优势。

要重视整合政府、产业界（企业、组织等）、学术界（科研机构、大学等）多方力量，合作发展 6G 技术。要重视构建 6G 研发生态，积极借助联盟力量，搭建政府－产业界－学术界合作伙伴关系，凝聚各方优势，多方资助，合力开展项目研究；并且要积极投入国际事务，加强与国外相关组织联系，积极参与国际 6G 相关标准制定，为推动全球 6G 发展做出中国贡献。

要重视搭建产业生态环境，打通 6G 成果转化全链条。6G 研发涉及基础研究、应用研究、试验开发和产业化等过程，需要一个良好的研发生态支撑。在推进 6G 技术研发过程中，一方面应加强 6G 研发中的基础研究，如新型网络架构、全新无线传输系统使能技术，以及人工智能在新一代通信网络中的应用；另一方面应该推动相关技术落地，通过试验开发等手段，促进核心技术成果转化应用，持续推动 6G 产业化。■

参考文献：

[1] 新华网 . 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL].（2021-03-13）[2022-01-01]. http://www.xinhuanet.com/2021-03/13/c_1127205564_3.htm.

[2] 林德平，彭涛，刘春平 . 6G 愿景需求，网络架构和关键技术展望 [J]. 信息通信技术与政策，2021（1）：82-89.

[3] Samsung Newsroom UK. Samsung’s 6G White Paper lays out the company’s vision for the next generation of communications technology[EB/OL]. (2021-06-15)[2022-01-01]. https://news.samsung.com/uk/tag/the-next-hyper-connected-experience-for-all.

[4] 王瑜新，章秀银，徐汗青，等 . 6G 需求，愿景与应用场景探讨 [J]. 电子技术应用，2021，47（3）：1-4.

[5] 张平，张建华 . 6G 愿景及技术挑战专题导读 [J]. 中兴通讯技术，2021，27（2）：1.

[6] 周易，陈艳 . 未来 6G 的多维度通信技术 [J]. 现代雷达，2021，43（9）：113-114.

[7] Next G Alliance. Next G Alliance FAQ[EB/OL]. (2020-10-01)[2022-01-01]. https://nextgalliance.org/about/.

[8] USA.GOV. Resilient & Intelligent Next G Systems (RINGS)[EB/OL]. (2021-08-12)[2022-01-01]. https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21581/nsf21581.htm?org=NSF.

[9] 6G SNS IA. SNS-horizon Europe[EB/OL]. (2020-06-30)[2022-01-01]. https://6g-ia.eu/sns-horizon-europe/.

[10] 5GPPP. HEXA-X[EB/OL]. (2021-01-01)[2022-01-01]. https://5g-ppp.eu/hexa-x/.

[11] 中华人民共和国工业和信息化部 . IMT-2030（6G）推进组 6G 研讨会开幕 [EB/OL].（2021-09-16）[2022-01-01]. https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/ldhd/art/2021/art_a27653df29e64e57aeb0d68f438fac47.html.

[12] 国家科技管理信息系统公共服务平台 . 多模态网络与通信重点专项 2021 年度项目申报指南 [EB/OL].（2021-05-11）[2022-01-01]. https://service.most.gov.cn/sbzn/20210511/4285.html.

（下转第56页）

cp.catapult.org.uk/news/connected-places-catapult-innovation-given-government-investment/.
[43] Offshore Renewable Energy. The UK's leading technology innovation and research centre for offshore renewable energy[EB/OL]. [2022-07-23]. https://ore.catapult.org.uk/.
[44] Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Catapult network review 2021: How the UK's Catapults can strengthen research and development capacity[EB/OL]. [2022-07-26]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/975595/catapult-network-review-april-2021.pdf.

Experience and Enlightenment of Building Science Park, Science City and Catapult Centre in Britain

LIN Jie[1], WANG Ting[1], CHEN Ya-ping[2], FENG Ze[3]
(1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing　100190;
2. China Academy of Financial Sciences, Beijing　100142;
3. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing　100190)

Abstract: Britain began to explore the building of regional innovation highlands in the 1970s, and gradually formed three modes, namely science park, science city and catapult centre. This paper systematically summarizes the experience of regional innovation highland building in Britain from three aspects of its establishment background, management mode and development status, and puts forward the policy enlightenment of regional innovation highland building in China from four aspects: strengthening the top-level design and overall layout, giving play to the leading role of advantageous innovation subjects, mobilizing the enthusiasm of local governments and strengthening the participation of multiple factors.

Keywords: Britain; regional innovation highland; university; science park; science city; catapult centre

（上接第44页）

A Comparative Study of 6G Major R&D Activities in the United States, the European Union and China

YUAN Peng-bin[1], DING Shu-qin[2], WU Si[1]
(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing　100038;
2. Peking University Health Science Center, Beijing　100862)

Abstract: 6G technology has become the focus of global competition and research, and the next 3-5 years will be an important period for technology research and development. The United States and the European Union have already made R&D deployment in many aspects. This paper summarizes the major 6G R&D activities in these countries since 2019, and summarizes the characteristics from the aspects of R&D action leadership, R&D funding mode and R&D content. It can provide decision reference for the development of 6G technology in China.

Keywords: 6G; R&D progress; R&D behavior; R&D characteristic; development suggestion