

欧盟 6G 通信技术研发动态与进展

王 飘

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 第六代无线通信技术 / 移动网络技术 (6th generation wireless systems / mobile networks, 6G) 发展是当前全球关注的热点, 也是各国争相寻求技术突破的重要竞争点。欧盟依托“地平线欧洲”计划, 为其 6G 研发建立了欧洲智能网络服务重大项目联合执行体 (The European Smart Networks and Services Joint Undertaking, SNS JU), 通过该执行体统筹管理 6G 研发项目选拔立项与实施。同时, 欧盟积极寻求全球 6G 研发合作, 与日本、韩国等国家建立数字伙伴关系, 开展前沿技术领域合作。

关键词: 欧盟; 6G 研发; SNS JU

中图分类号: G323 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2024.04.008

1 研究背景

当前全球高度重视第六代无线通信技术 / 移动网络技术 (6th generation wireless systems / mobile networks, 6G) 发展, 早在 5G 通信技术实现市场应用之后, 6G 技术的研发孵化也在同步计划中。从内涵上讲, 6G 已不单纯是移动网络速度的提升, 更多的是向智能网络发展^[1], 突出万物智联、网络共通的特点。全球竞相投入 6G 研发和标准制定, 努力争取抢占先机优势, 6G 研发竞争激烈、挑战诸多。

美国在 5G/6G 方面起步较早, 与欧盟、日本、韩国等多个国家和地区加强合作, 力图在 6G 方面处于全球技术和战略领先地位。2024 年 2 月, 美国联合英国、法国、日本、韩国、瑞典、芬兰、捷克、加拿大和澳大利亚发表联合声明, 称就 6G 研发达成共同原则, 支持“安全、有弹性并能保护隐私”^[2], 加速 6G 落地。

中国在 5G/6G 赛道上也积极投入、迭代迅速, 发展进程比美国不遑多让, 甚至已有领先之势。2023 年 4 月, 中国 5G 基站数量已达 273.3 万个,

占全球 5G 基站总数的 60%^[3], 到 2023 年 10 月, 其 5G 基站总数已达 321.5 万个^[4], 这体现出中国在 5G 建设方面上已取得了显著成效。2023 年中国提出全面推进 6G 研发^[5], 2024 年, 中国已进入 5.5G 商业化阶段, 为下一步实现 6G 加速开展试验工程。中国在 6G 发展方面已进入全球前列。

欧盟也同样是 6G 研发的参赛者, 对 6G 研发尤为重视, 通过资金支持、成立重大项目联合组织和积极寻求合作等方式加大研发投入, 意在参与和主导 6G 通信标准制定, 以期达到全球领先地位。

2 欧盟 6G 发展部署与组织实施

在 2019 年前后, 欧盟就意识到 5G 和 6G 前沿技术发展的重要性。为落实欧洲“数字时代”“数字未来”发展方向以及成为全球行业领先的战略目标, 欧盟于 2021 年 11 月成立欧洲智能网络服务重大项目联合执行体 (The European Smart Networks and Services Joint Undertaking, SNS JU)^[5]。SNS JU 自成立至今已多次发布项目征集指南, 选拔出 60 余个项目。相关发展历程见表 1。

作者简介: 王飘 (1992—), 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为数字领域技术发展、信息化建设。

收稿日期: 2024-01-24

表 1 SNS JU 发展历程简况

发布时间	主要内容
2021 年 11 月	SNS JU 被确立为实体组织，负责欧洲智能网络技术发展任务
2021 年 12 月	SNS JU 通过了《2021—2022 年工作计划》
2022 年 1 月 18 日	在“地平线欧洲”下发布 SNS JU 第一批项目征集指南
2022 年 10 月	第一批项目征集指南评选出 35 个项目，资助总资金达 2.5 亿欧元
2022 年 12 月 1 日	SNS JU 官方网站开放
2022 年 12 月 14 日	SNS JU 通过了《2023—2024 年工作计划》
2023 年 1 月 17 日	发布 SNS JU 第二批项目征集指南
2023 年 5 月 31 日	发布 SNS JU 35 个项目情况报告
2023 年 10 月 19 日	第二批项目征集指南评选出 27 个项目，资助总资金 1.3 亿欧元
2024 年 1 月 16 日	开放 SNS JU 第三批项目征集指南
2024 年 2 月 27 日	SNS JU 参加 2024 年世界移动通信大会（MWC2024）

2.1 目标与任务

SNS JU 是欧盟实施智能网络技术发展任务的主体，由欧盟理事会确立，承担欧洲 5G 和 6G 领域行业发展的重大任务，协助落实《欧洲产业战略》《欧盟网络安全战略》，促进欧洲数字化和绿色转型，是欧盟 10 项重大项目联合执行体之一。SNS JU 主要有以下两项任务：一是实施研究创新计划（R&I），在 2025 年前后实现概念验证和标准化，强化欧洲在 6G 领域的技术主权；二是推动欧洲 5G 部署，发展数字领先市场，推动经济和社会数字化和绿色转型。

2.2 经费组成

SNS JU 是一个重大任务执行体，同时也代表一种合作关系，由公共机构和私营部门共同组成，其经费一方面由“地平线欧洲”提供支持，2021—2027 年预算为 9 亿欧元；另一方面由私营部门提供同等数量资助。欧盟委员会（EC）和 6G 智能网络服务行业协会（6G-IA）分别是公共机构和私营部门代表，共同为 SNS JU 提供指导。

2.3 管理架构

SNS JU 的治理架构包括管理董事会、成员国代表小组、执行总监和各方代表小组 4 个机构^[6]。

2.3.1 管理董事会

管理董事会（Governing Board）由公共机构和私营部门的代表组成，主要负责与“地平线欧洲”

科研活动相关的重大事项决策，如联合体的年度工作方案、某个项目能否获得资助等。管理董事会还可对欧盟其他与 SNS JU 相关计划的工作方案提供战略性指导和支持，这些计划包括“联结欧洲的便利设施的数字计划（CEF 2 Digital）”“数字欧洲计划（Digital Europe Programme）”“投资欧洲计划（InvestEU）”等。管理董事会还将协调落实“5G 战略发展议程（5G Strategic Deployment Agenda）”，该议程的目标是建设泛欧洲 5G 走廊，提升欧洲交通的互联互通和自动化水平。

目前管理董事会成员有 7 人，分为两个部分，一部分来自前述提到的 6G 智能网络服务行业协会，包括来自诺基亚、物联网创新联盟（AIOTI）、欧洲信息通信公司（Eurescom）、爱立信、西班牙加泰罗尼亚电信技术中心（CTTC）等机构的 5 名代表，另一部分来自欧盟委员会，包括欧盟委员会通信网络技术总司未来网络司的司长和未来互联系统处的副处长。这种构成模式也与前述公共和私营资金资助相对应。

2.3.2 成员国代表小组

成员国代表小组（States Representatives Group, SRG）的成员包括来自欧盟成员国和联系国的代表，该小组对战略性事项、合作伙伴相关活动提供指导，尤其是对“地平线欧洲”“联结欧洲的便利设施的数字计划”及相关计划涉及本领域的科研活动提供指导。

2.3.3 执行总监

执行总监 (Executive Director) 是联合执行体的法定代表人, 根据董事会的决议, 负责 SNS JU 的日常管理工作。在执行总监下设立行政支持助理、项目办公室和财务办公室等具体职位和部门负责 SNS JU 常规运转。

2.3.4 各方代表小组

各方代表小组 (Stakeholders Group) 由智能网络服务领域的公共和私营部门的代表组成。该小组面向本领域的公私部门、组织团体、成员国、联系国和其他国家的团体开放, 目前参加该小组的成员包括欧洲网络世界 (NetWorld Europe)、物联网创新联盟 (AIOTI)、欧洲网络化软件与服务 (NESSI)、欧洲电信标准化协会 (ETSI) 和欧洲电信标准化组织 (ETSO) 等 10 个组织。

SNS JU 会定期向各方代表通报其活动情况, 并视情让代表小组就计划方案提出建议, 还可就具体事项进行商议。

3 欧盟 SNS JU 实施进展

围绕欧盟力争成为行业领先的战略目标和关键任务, SNS JU 规划了智能网络技术发展路线图

(SNS Roadmap), 对欧盟未来 5G 和 6G 技术研发阶段进行了规划。同时, 积极发布公开征集项目指南, 鼓励研究机构、企业团体参与研发创新, 系统性推进 6G 技术发展。

3.1 智能网络服务技术发展路线图

SNS JU 在成立初期就规划了 5G/6G 技术发展路线图, 随后在 2022 年底发布的工作计划中进行了更新。欧盟把智能网络研发技术路线分为 4 个技术组别。A 组: 面向 5G 演进系统的智能通信组件、系统和网络; B 组: 6G 前沿技术研究; C 组: 技术推动与概念验证; D 组: 垂直领域大规模试点与试验。

智能网络服务技术发展路线图总共分为 3 个阶段 (见表 2), 时间跨度从 2022 年至 2030 年, 既从整体划分, 又将 4 个组别分别进行规划。2022—2023 年为第一阶段, 主要任务是持续开展 5G 演进, 综合以往 5G 研究成果, 探索开展 6G 有关概念和定义。2024—2026 年为第二阶段, 主要任务是 6G 系统进一步细化设计和优化时期; 2027—2030 年是第三阶段, 主要任务是 6G 商用化探索试用。从目标设置来看基本符合全球 6G 发展趋势, 到 2030 年实现 6G 商用是全球共同愿景和目标^[1,7]。

表 2 智能网络服务技术发展路线图内容

组别	第一阶段 (2022—2023 年) 5G 演进和 6G 探索	第二阶段 (2024—2026 年) 6G 细节设计和系统优化	第三阶段 (2027—2030 年) 6G 系统商用化试用
A 组	探索和概念定义	探索和概念定义 细节设计和系统优化	—
B 组			完全 6G 体系
C 组	智能网络服务推进、概念验证和体验质量	智能网络服务推进、概念验证和体验质量 初步版 6G 研发创新平台	初步版 6G 研发创新平台 最终版 6G 研发创新平台
D 组	端到端概念和应用	端到端概念和应用 启动商用和自动化	启动商用和自动化 演进、适配和高效

注: 表格内文字加粗表示延续前一阶段工作。

除上述 4 个技术组别以外, 还设有 1 个协调和支持服务 (Initiative Coordination and Support Actions, CSAs) 组贯穿始终。CSAs 组主要承担 SNS JU 内部运转和外部联络工作, 同时协助 SNS JU 项目办公室承担监管项目开放、公平、透明的职责, 以及确保“包容性”政策有效执行。每年 CSAs 组会有 1~2 个项目支持 SNS JU 的运行、沟通、协调等工作。

3.2 智能网络服务科研计划与项目

SNS JU 的一项重要任务就是实施 5G/6G 科研创新计划, 促进智能网络技术科研发展。SNS JU 通过“地平线欧洲”计划发布科研项目征集指南, 截至 2024 年 1 月, 已发布 3 批公开指南。每年底 SNS JU 会发布下一年的工作计划, 其中包含将发布的指南信息。

3.2.1 整体推进情况

SNS JU 在 2022 年初发布了第一批项目征集指

南（见表 3），并选拔出 35 个项目（见表 4），总经费为 2.5 亿欧元。上述项目已于 2023 年 1 月正式启动实施，项目周期为两年六个月。

2023 年 5 月 31 日，SNS JU 发布了这 35 个项目的情況报告^[9]，对每个项目的内容简介、项目目标、

关键技术、技术路线和预期成效等都进行了介绍。

第二批项目指南于 2023 年 1 月发布，选拔出 27 个项目，总经费为 1.3 亿欧元。上述项目已于 2024 年 1 月正式启动实施，项目周期为 3 ~ 4 年不等。

表 3 SNS JU 第一批项目征集指南列表^[8]

组别	指南号	指南名称	项目英文名称	预算
A 组	SNS-2022-STREAM-A-01-01	绿色无线电技术	Green Radio Technology	各指南经费预算均为 600 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL3-5 ^①
	SNS-2022-STREAM-A-01-02	广域普适无线电接入	Ubiquitous Radio Access	
	SNS-2022-STREAM-A-01-03	可持续网络	Sustainable Capacity Networks	
	SNS-2022-STREAM-A-01-04	全球绿色系统架构演进	Evolved Architecture for Global Green Systems	
	SNS-2022-STREAM-A-01-05	边缘计算演进	Edge Computing Evolution	
	SNS-2022-STREAM-A-01-06	可信赖端到端软件连接平台	Trustworthy and Reliable End-to-End Connectivity Software Platforms	
	SNS-2022-STREAM-A-01-07	实时零接触服务技术	Real-Time Zero-Touch Service Technologies	
B 组	SNS-2022-STREAM-B-01-01	系统架构	System Architecture	经费预算 2 400 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL2-4
	SNS-2022-STREAM-B-01-02	无线通信技术和信号处理	Wireless Communication Technologies and Signal Processing	经费预算 3 000 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL2-4
	SNS-2022-STREAM-B-01-03	通信基础设施技术和设备	Communication Infrastructure Technologies and Devices	经费预算 2 500 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL2-4
	SNS-2022-STREAM-B-01-04	安全服务部署和智能安全	Secure Service Development and Smart Security	经费预算 2 000 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL2-4
	SNS-2022-STREAM-B-01-05	6G 整体系统	6G Holistic System	经费预算 2 300 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL2-5
C 组	SNS-2022-STREAM-C-01-01	SNS 实验设施	SNS Experimental Infrastructure	经费预算 2 500 万欧元，研究创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL4-5
D 组	SNS-2022-STREAM-D-01-01	SNS 大规模行业试点	SNS Large Scale Trials and Pilots (LST&Ps) with Verticals	经费预算 4 600 万欧元，创新类项目，项目结束时技术成熟度达到 TRL5-7
CSAs 组	SNS-2022-STREAM-CSA-01	SNS 运行支持	SNS Operational CSA	经费预算 300 万欧元，CSAs 类项目
	SNS-2022-STREAM-CSA-02	SNS 外部合作和全球 6G 事务	SNS External Cooperation and Global 6G Events (G6GE)	经费预算 200 万欧元，CSAs 类项目

① 技术成熟度等级 (Technology Readiness Level, TRL) 是目前科研和行业内普遍用于衡量和评价一类技术成熟程度的指标。通常为 1 ~ 9 级，等级越高，技术越成熟，TRL9 表示能够实际应用，达到可商业化程度。本文中用 TRL3-5 表示技术成熟度达到 3 ~ 5 级，下文同。

表 4 SNS JU 第一批项目征集指南中评选出 35 个项目^[9]

序号	方向	项目中文名称	项目英文名称
1	A 组	适应分布式、普遍性和智能化 5G 通信的卫星和地面接入技术	5G-STARDUST (Satellite and Terrestrial Access for Distributed, Ubiquitous, and Smart Telecommunications)
2		基于 5/6G 服务架构的绿色技术	Green (Green Technologies for 5/6G Service-Based Architectures)
3		后 5G 人工智能技术辅助节能开放无线接入网络	BeGREEN (Beyond 5G Artificial Intelligence Assisted Energy Efficient Open Radio Access Network)
4		用于 5G 及其他垂直服务的自动化零接触跨层配置框架	ACROSS (Automated Zero-Touch Cross-Layer Provisioning Framework for 5G And Beyond Vertical Services)
5		面向后 5G 安全长期演进的人工智能辅助统一网络	NANCY (An Artificial Intelligent Aided Unified Network for Secure Beyond 5G Long Term Evolution)
6		自我管理的可持续高容量光纤网络	SEASON (Self-Managed Sustainable High-Capacity Optical Networks)
7		面向开放和安全边缘架构的人工智能演进	VERGE (Ai-Powered Evolution Towards Open and Secure Edge Architectures)
8	B 组	6G 非地面网络技术	6G-NTN (6G Non-Terrestrial Networks)
9		6G 实体间短距离极限通信技术	6G-SHINE (6G Short Range Extreme Communication in Entities)
10		面向未来 6G 应用的双频分布式多人多出技术	6GTandem (A Dual-Frequency Distributed MIMO Approach for Future 6G Applications)
11		6G 网络分布式人工智能驱动的可编程架构	ADROIT6G (Distributed Artificial Intelligence-Driven Open and Programmable Architecture for 6G Networks)
12		迈向人工智能原生、以用户为中心的 6G 网络空中接口	CENTRIC (Towards an AI-Native, User-Centric Air Interface for 6G Networks)
13		6G 保密计算和隐私保护技术	CONFIDENTIAL6G (Confidential Computing and Privacy-Preserving Technologies for 6G)
14		6G 网络实时端到端深度可编程和安全分布式智能技术	DESIRE6G (Deep Programmability and Secure Distributed Intelligence for Real-Time End-to-End 6G Networks)
15		基于 6G 的确定性端到端通信	DETERMINISTIC6G (Deterministic End-to-End Communication with 6G)
16		自进化的地面 / 非地面混合网络	ETHER (Self-Evolving Terrestrial/Non-Terrestrial Hybrid Networks)
17		灵活可扩展的节能网络	FLEX-SCALE (Flexible Scalable Energy Efficient Networking)
18		6G 网络平台和系统的整体旗舰, 激发数字化转型, 让世界共同行动, 以 6G 服务满足社会和生态系统的需求	HEXA-X-II (A Holistic Flagship Towards the 6G Network Platform and System, to Inspire Digital Transformation, for the World to Act Together in Meeting Needs in Society and Ecosystems with Novel 6G Services)
19		面向未来 5G 无线和计算生态系统的全面、全场景弹性服务	HORSE (Holistic, Omnipresent, Resilient, Services for Future 5G Wireless and Computing Ecosystems)
20		可编程 AI 支持的 6G 确定性网络	PREDICT-6G (Programmable AI-Enabled Deterministic Networking for 6G)
21		隐私优先的 6G 网络安全推动者	PRIVATEER (Privacy-first Security Enablers for 6G Networks)
22		可靠连续计算 6G 服务的安全设计和部署	RIGOUROUS (Secure Design and Deployment of Trustworthy Continuum Computing 6G Services)

续表

序号	方向	项目中文名称	项目英文名称
23	B 组	结合光学和无线电技术及印刷电子的真正可持续物联网系统	SUPERIOT (Truly Sustainable Printed Electronics-Based IoT Combining Optical and Radio Wireless Technologies)
24		能够实现每秒太赫兹的超大规模多人多出无线技术的 6G 太赫兹集成系统	TERA6G (Terahertz Integrated Systems Enabling 6G Terabit-Per-Second Ultramassive MIMO Wireless)
25		用于超高速率无线通信的太赫兹可重构超表面技术	TERRAMETA (Terahertz Reconfigurable Metasurfaces for Ultra-High Rate Wireless Communications)
26		智能传感和传播环境中的太赫兹工业网状网络技术	TIMES (THz Industrial Mesh Networks in Smart Sensing and Propagation Environments)
27	C 组	为验证云端到设备的突破性技术, 建设可重复使用的测试平台基础设施	6G-BRICKS (Building Reusable Testbed Infrastructures for Validating Cloud-to-Device Breakthrough Technologies)
28		建设智能、安全和支持孪生的开放式实验平台, 支持 6G 架构和技术网络演进	6G-SANDBOX (Supporting Architectural and Technological Network Evolutions Through an Intelligent, Secured and Twinning Enabled Open Experimentation Facility)
29		建设 6G 研究实验室基础设施, 实现下一代 XR 服务	6G-XR (6G Experimental Research Infrastructure to Enable Next-Generation XR Services)
30	D 组	后 5G 技术的实地试验	FIDAL (Field Trials Beyond 5G)
31		欧洲大规模试验和试点的先进 5G 开放平台	IMAGINE-B5G (Advanced 5G Open Platform for Large Scale Trials and Pilots Across Europe)
32		5G 大规模跨行业演进试验平台	TARGET-X (Trial Platform for 5G Evolution-Cross-Industry on Large Scale)
33		在智能网络支持下开展后 5G 技术试验	TrialsNet (TRials Supported by Smart Networks Beyond 5G)
34	CSAs 组	保障 SNS JU 运营支撑	SNS OPS (Supporting the SNS JU Operations)
35		SNS JU 国际合作和欧洲合作生态体系建设工作	SNS ICE (Smart Networks and Services International and European Cooperation Ecosystem)

第三批项目指南于 2024 年 1 月发布、4 月截止, 预计后续将选拔出第三批项目。

3.2.2 第一批指南及项目情况

在 SNS JU 的 35 个项目中, A 组和 B 组项目处于稳定研究状态, 尚未有重大研究性进展信息。C 组和 D 组项目主要为大规模技术验证或具体应用场景试验工作, 需要企业更多参与, 因此 C 组和 D 组的部分项目从 2023 年至今陆续发布了公开招标内容, 征集第三方试验单位或有关企业共同参与。

3.2.3 主要参与单位

根据 SNS JU 4 个组别的研究方向, A 组和 B 组侧重于科研, C 组和 D 组侧重于试验, 因此正在实施的 35 个项目其研发力量也呈现出较为明显的特点。高校院所和大型通信企业是 A 组和 B 组项目的研发主力, 如加泰罗尼亚理工大学、奥尔

堡大学、阿姆斯特丹大学、卢森堡大学、帕特雷大学、爱立信公司、诺基亚公司和 Orange 公司等。企业及技术性研究院所是 C 组和 D 组项目的实施主力, 知名企业如爱立信、是德科技 (Keysight Technologies), 科研院所如弗劳恩霍夫生产技术研究所、奥卢大学。

爱立信和诺基亚作为欧洲本土知名通信企业, 在欧盟 6G 发展进程中提供了重要的研发力量。爱立信在 SNS 项目中作为牵头单位分别承担了 B 组和 D 组中的两个项目, 诺基亚则延续在“地平线 2020”计划中的 Hexa-X 项目, 继续在此次 B 组项目中获得二期资助。

是德科技是全球知名技术公司, 在此次 SNS JU 项目中承担了 C 组的 1 个项目, 联合诺基亚、联想、奥卢大学等企业和科研院所开展 6G 端到端试验及

设施资源整合。

Orange 公司是法国电信运营商，几乎覆盖了欧洲的电信业务，是通信技术研发项目的重要合作伙伴。其作为参与单位参与了多个 SNS JU 项目，在以爱立信、诺基亚、是德科技和德国航天中心（DLR）为牵头单位的项目中均有 Orange 公司参与。

4 国际合作现状

6G 的发展离不开全球参与，但近年来欧盟在 6G 研发合作方面态度日趋保守，一方面强调跨大西洋合作和印度 - 太平洋合作战略（EU Strategy for Cooperation in the Indo-Pacific，以下简称印太合作战略），另一方面限制对华活动。

4.1 多项活动展现与美国、日本、韩国、新加坡等合作趋势

欧盟通过召开贸易和技术委员会（Trade and Technology Council, TTC）会议、持续落实印太合作战略等活动，积极寻求与美国、日本、韩国和新加坡等所谓“志同道合”国家的合作。

4.1.1 强化与美国合作意愿

2023 年 5 月 31 日，在瑞典召开的欧盟与美国 TTC 会议上，欧盟明确表示在 5G/6G 领域，将加快与美国合作，制定 6G 无线通信系统研发愿景和行业路线图。预计到 2030 年，6G 将开始取代 5G，成为主要的商业蜂窝无线标准。根据会议研讨结果，推出《6G 展望》^[10]，明确提出欧盟与美国共同合作发展 6G 的意愿，该文件中系统概括了跨大西洋研讨的结论、共同愿景、指导原则和后续计划等，体现了欧盟与美国维持跨大西洋合作的积极态势。

2024 年 1 月，TTC 会议在美国华盛顿举行，主要盘点了 TTC 的工作进展，就部分关键问题展开讨论。对于 2023 年提出的 6G 行业愿景路线图继续表示欢迎，并对 5G 网络安全和海底电缆等进展进行了评估^[11]。

4.1.2 强化与日本、韩国、新加坡和加拿大等国家合作，建立数字伙伴关系

2022 年 2 月，欧盟提出印太合作战略，面向印度 - 太平洋地区积极表达在可持续发展、绿色转型、数字连接、数字伙伴关系和海洋治理等领域的合作意愿。基于印太合作战略，欧盟与多国开展首脑会议，并与这些国家建立数字伙伴关系，促进建立数

字领域的交流合作。数字伙伴关系在促进欧盟乃至世界范围内的互联互通中发挥重要作用。通过与所谓“志趣相同”的国家开展合作，欧盟可以解决数字碎片化现象，加强与其他国家的联系^[12]。

数字伙伴关系规定了双方每年开展年度部长级会议，即“数字伙伴关系理事会”，交流合作进展并计划下一阶段工作。该伙伴关系旨在充分利用现有合作形式和资源，并非取代已有形式，且不会增加额外管理负担和协调成本，因此伙伴关系双方不过多涉及财政资助，多为战略规划和交流愿景方面的共同合作。

目前，欧盟已与日本、韩国、新加坡和加拿大建立数字伙伴关系。各国家（地区）围绕 5G/6G 技术、半导体、人工智能和超算等前沿技术领域开展合作。在与日本、韩国和新加坡的伙伴关系文件中，明确提出加强 5G/6G 领域合作，推动建立 6G 共同愿景。

（1）日本 - 欧盟数字伙伴关系。

2022 年 5 月，欧盟与日本达成首个数字伙伴关系，双方有意在 5G、6G、半导体产业链、高性能计算和人工智能等优先领域加强科技合作。

在各优先领域中，双方提出一系列合作行动，对于 5G/后 5G，一是提出继续科研创新对话，欧盟依托 SNS JU 组织进行该对话；二是加强互联基础设施可持续性方面的沟通与信息共享，尤其是节能技术方面；三是分享商业领域开放交互、兼容性网络技术方面的进展，以及安全与节能评估、技术测试设备研发情况，促进整个信息产业供应链安全、多元、兼容并具有韧性；四是双方将共同制定 6G 的全球愿景，助推形成包括 6G 标准化工作在内的全球 6G 生态系统^[13]。此外，在可信任数据流动方面也提到，双方组织政府部门技术专家探讨如何提高技术的可信赖性，重视可信赖技术的认证工作，该项工作涉及 5G 和后 5G 技术、隐私保护、网络安全、半导体供应链等。日本 - 欧盟首次年度理事会已于 2023 年 7 月在日本东京召开。

（2）欧盟 - 韩国数字伙伴关系。

2022 年 11 月，欧盟与韩国达成数字伙伴关系，双方有意通过各自的研发框架计划支持 5G、后 5G/6G、人工智能等方面的合作，共同制定 5G/6G 生态系统方面的全球愿景，包括技术应用、标准制定、兼容性和可持续性。双方共同开展 6G 技术及集

成服务方面的研发和标准制定工作,建立对话机制,就 6G 频段加强信息沟通,通过国际场合开展积极合作。该伙伴关系文件中提到,此伙伴关系仅是合作意向,不具有法律约束力,仅在双方各自法律法规框架内进行,双方也无须为此拨付款项^[14]。在 5G 和 6G 领域,欧盟和韩国分别依托 SNS JU 和韩国信息通信企划评价院 (IITP) 开展合作,双方通过世界无线电通信大会 (WRC) 等场合加强对话沟通,并邀请对方的官员、科研人员和产业界人士等互访交流,共同依托 3GPP 制定全球 6G 标准。欧盟-韩国首次年度理事会已于 2023 年 6 月在韩国首尔召开。

(3) 欧盟-新加坡数字伙伴关系。

2023 年 2 月,欧盟与新加坡签署数字伙伴关系协议,明确了双方在包括 5G 和 6G 在内的数字领域开展合作的意向,双方通过欧盟-新加坡数字伙伴关系理事会明确合作的重点内容。在 5G/后 5G 技术合作方面,双方交流了 5G 应用服务现状,并有意依托新加坡未来通信研发计划和欧盟的其他计划开展 5G 或 6G 方面的合作。作为第一步,双方将共同制定 6G 的全球愿景,助推形成包括 6G 标准化工作在内的全球 6G 生态系统。欧盟-新加坡数字伙伴关系不给双方创设法律权利和义务,也不会给双方带来财务负担^[15]。

4.2 5G 工具箱限制意图明显

欧盟为减轻 5G 网络安全风险,制定了一系列 5G 发展战略和技术措施,称为“5G 工具箱”(EU Toolbox on 5G Cybersecurity),其核心理念就是降低单一供应商依赖、限制高风险供应商以及拓展市场多样化、丰富供应链。2023 年 6 月 15 日,欧盟委员会在部署欧盟 5G 工具箱下一步工作时,明确提出华为、中兴企业比其他通信供应商更具风险性,应对其采取限制措施^[16],同时敦促成员国加速实施有关措施,落实 5G 工具箱要求。

5 启示与建议

综合欧盟对 6G 的部署和合作动向,可以看出欧盟对 6G 这一核心技术的重要性和关键性有明确的认识,在战略部署和政策制定方面力度较大,但在技术研究、产业链供应等实践方面有待加强,而中国在 6G 发展在这一方面优势显著。基于此,中国应发挥 5G 技术基础以及大规模市场优势,加快

6G 发展,聚焦 6G 标准制定和产业化,推动国际合作。

5.1 坚持技术自信,发挥研发优势,保持发展进度

根据 SNS JU 的实施进展以及欧盟媒体有关研讨会,虽然欧盟加大了 6G 研发投入力度,但欧盟部分机构和企业代表对 6G 宏大的愿景和目标表示担忧^[17]。6G 研发需要学术界和产业界的密切联合,其所需的大量基础设施也是巨额成本,这对欧盟层面和欧洲企业都是挑战。5G 覆盖率落后于东亚和北美的现状,使得这些专家和代表对 6G 前景持保守态度。面对欧盟的限制行为,中国应坚定技术发展信心,发挥技术基础优势,保持研发工作稳步推进,有序实现 2030 年 6G 标准化目标。

5.2 关注发展趋势,锚定 6G 标准,加强全球 6G 标准制定参与度

6G 发展广受全球关注,各国也在积极加入 6G 标准制定。中国在发展进程上具有优势,但仍需密切关注全球发展动向,积极参与全球 6G 标准制定,加深中国参与度,更好地推进研发进展。此外,虽然当前欧盟、美国与中国技术合作收紧,但中国仍应积极参与国际交流活动,发挥大规模市场和产业链供给优势,加强与专家、企业、从业人员等学术和产业界联系,牢固与友好国家的合作关系,争取多方面合作的机遇。

5.3 加强 6G 研发体系规划,推动产学研供全链条发展

欧盟虽在实质成效上略显不足,但其对 6G 关键技术研究和产业化做出了体系化设计,通过 SNS JU 资助项目,与相关协会、大学和企业建立密切联系,共同推进 6G 目标。中国可借鉴相关经验,将 6G 研发涉及的研究、试验和应用等进行体系化规划,以政策支持等方式促进产业供应链发展,推动各环节稳步发展。■

参考文献:

- [1] 华为技术有限公司.《6G: 无线通信新征程》白皮书[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://huawei.com/cn/huaweitech/future-technologies/6g-white-paper>.
- [2] 央视新闻.美国等十国发表声明称就 6G 发展达成共同原则[EB/OL]. [2024-02-28]. <https://news.cctv.com/2024/02/28/ARTIQnBRsYhGPa06UUQMDkxR240228.shtml>.
- [3] 人民网.工信部表示全面推进 6G 技术研发[EB/OL].

- [2024-01-15]. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-06/05/nw.D110000renmrb_20230605_3-08.htm.
- [4] 新华网. 我国5G基站总数达321.5万个[EB/OL]. [2024-01-15]. http://www.news.cn/fortune/2023-11/22/c_1129987744.htm.
- [5] EUR-Lux. Council Regulation (EU) 2021/2085 of 19 November 2021 establishing the Joint Undertakings under Horizon Europe and repealing Regulations (EC) No 219/2007, (EU) No 557/2014, (EU) No 558/2014, (EU) No 559/2014, (EU) No 560/2014, (EU) No 561/2014 and (EU) No 642/2014[EB/OL]. [2024-01-15]. <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/2085/oj>.
- [6] SNS JU website. Governance[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://smart-networks.europa.eu/gouvernance>.
- [7] Samsung Research. 6G the next hyper: connected experience for all[EB/OL]. [2024-01-15]. https://cdn.codeground.org/nsr/downloads/researchareas/20201201_6G_Vision_web.pdf.
- [8] SNS JU. SNS R&I Work Programme 2021-2022[EB/OL]. [2024-01-15]. https://smart-networks.europa.eu/wp-content/uploads/2022/10/snsriworkprogramme20212022_ckvqrabs7gkb08dhgl6wh73cwqa_82061-6.pdf.
- [9] SNS JU. The SNS journal 2023[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://smart-networks.europa.eu/wp-content/uploads/2023/05/sns-journal-2023-web-1.pdf>.
- [10] EUR-Lux. 6G outlook[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/6g-outlook>.
- [11] EUR-Lux. EU and US take stock of trade and technology cooperation[EB/OL]. [2024-01-31]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_24_575.
- [12] EUR-Lux. Digital Partnerships[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/partnerships>.
- [13] EUR-Lux. EU-Japan Summit: strengthening our partnership[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-japan-summit-strengthening-our-partnership>.
- [14] EUR-Lux. Joint Statement by President von der Leyen and President Yoon on the EU-Republic of Korea Digital Partnership[EB/OL]. [2024-01-15]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_22_7232.
- [15] EUR-Lux. EU and Singapore launch Digital Partnership[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-and-singapore-launch-digital-partnership>.
- [16] EUR-Lux. Commission announces next steps on cybersecurity of 5G networks in complement to latest progress report by Member States[EB/OL]. [2024-01-15]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3309.
- [17] Science Business. Can Europe lead the development of 6G[EB/OL]. [2024-01-15]. <https://sciencebusiness.net/sponsored-report/can-europe-lead-development-6g>.

E.U. 6G Communication Technology Research and Development Trends and Progress

WANG Piao

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: The development of 6G communication technology is currently a hot topic around the world, and also an important competitive point for countries to seek technological breakthroughs. Relying on the “Horizon Europe” plan, the European Union has established the European Smart Networks and Services Joint Undertaking (SNS JU) for its 6G research and development. And through this executive unit, it coordinates and manages the selection, establishment and implementation of 6G R&D projects. At the same time, the E.U. is actively seeking out global 6G research and development cooperation, establishing digital partnerships with Japan, South Korea and other countries to carry out cooperation in cutting-edge technologies.

Keywords: the European Union; 6G research and development; SNS JU