

全球 6G 技术专利布局研究

苑朋彬, 杨 帅, 孙浩林

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 6G 是继 5G 后的下一代信息通信技术, 目前已经成为全球竞争焦点和研发热点。本文通过对 Innography 数据库专利数据进行情报分析, 从时间、空间、内容三个维度全面揭示了全球 6G 技术发展现状。研究发现: 6G 技术目前处于发展前期; 各国政府积极部署相关战略计划和行动; 中国是 6G 技术的研发大国, 专利申请总量占全球总份额的 30%, 已经形成了自己的研发优势; 以华为、中兴、LG、三星、诺基亚等为代表的企业, 是 6G 技术研发的主要力量; 当前数据交换网络、无线电传输系统是 6G 技术创新的主要方向; 美国注重无线信息资源管理技术研发, 日本注重系统零部件研发, 各国已经初步形成了自己的研发特点。

关键词: 6G; 专利分析; 研发主体; 技术热点

中图分类号: G350 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2022.07.010

1 研究背景

6G 即第六代移动通信系统 (6th Generation Mobile Networks), 是继 5G 后的下一代信息通信技术。当前 5G 面向垂直行业应用开发超大规模链接 (mMTC)、低时延高可靠 (URLLC)、增强型移动宽带 (eMBB) 等多应用场景^[1], 极大地满足了当前网络通信需求。但面向 2030 年, 5G 在空间覆盖范围、性能指标等方面仍存在一定的局限性, 不能满足未来网络要求^[2]。6G 将引入新的愿景、性能指标、关键技术和应用场景, 以满足多种网络接入方式和实现空天地海一体化覆盖范围, 实现关键性能指标的优化和相关技术的创新^[3]。

6G 网络将实现泛在、智能连接愿景, 具体可实现空天地海一体化的网络泛在无缝连接, 实现多样化的网络连接方式, 实现通信感知计算一体化等

智能连接。(1) 空天地海一体化网络: 将构建跨越地面、空域、海域和太空的一体化网络, 即使在极端环境条件下 (如沙漠、深海) 也能实现通讯, 真正实现全球覆盖。(2) 多样化的网络连接方式: 可通过移动蜂窝、卫星网络、无人机通信、水声通信、可见光通信等多种方式进行网络接入。(3) 通信感知计算一体化: AI 技术和区块链等技术应用于 6G 网络, 将实现网络智能化管理, 增强网络的安全性^[4]。

6G 技术在连接速率、连接密度、时延、频谱效率、能量效率等多个性能指标方面均会有很大的提升^[5]:(1) 6G 用户体验速率可达 1Gbps, 峰值速率最高可达 1Tbps, 用户体验速率指标可以提升至 5G 的 10 倍以上, 峰值速率指标可以提升至 5G 的 50 倍。(2) 6G 连接密度可达 $10^7/\text{km}^2$, 网络连接密度比 5G 提升 10 倍。(3) 5G 网络空口时延

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。

通讯作者简介: 杨帅 (1990—), 男, 助理研究员, 主要研究方向为科技评价研究。

项目来源: 中国科学技术信息研究所创新研究基金青年项目“6G 太赫兹技术发展和颠覆性方向识别研究”(QN2022-01)。

收稿日期: 2022-05-21

为 1ms, 6G 网络空口时延为 0.1ms, 时延缩短了 90%。

(4) 频谱效率比 5G 提高 3~5 倍, 能量效率提高至 100 倍以上。

6G 关键使能技术可分为无线空口使能技术(例如太赫兹技术、信道编码技术、波形设计技术、多址接入技术、超大规模天线技术、全双工技术等)、网络使能技术(例如网络安全技术、确定性网络技术、分布式异构网络技术、空天地海一体化网络技术等)^[6]、新物理维度使能技术(例如轨道角动量、智能超表面、智能全息无线电技术等)^[7]等几大方面。目前 6G 技术标准尚未统一, 关键技术尚未形成共识。

全球 6G 技术竞争已经拉开帷幕, 6G 技术已经成为全球竞争焦点和研发热点。国际标准组织和相关国家积极制定 6G 战略发展规划, 推进 6G 技术研发。如国际电信联盟(以下简称国际电联)在瑞士日内瓦召开的第 34 次国际电信联盟工作组会议上, 明确了 2023 年底前国际电联 6G 早期研究的时间表^[8]; 第三代合作伙伴项目(3GPP)提出于 2023 年开启对于 6G 的研发, 并将在 2025 年下半年开始对 6G 技术进行标准化, 在 2028 年下半年生产 6G 设备产品, 在 2030 年正式进入 6G 商用时代; 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; 美国政府与产业界联合启动 RINGS 计划^[9], 面向学术界开展基础性项目研究; 中国政府成立 IMT-2030 推进组, 推进 6G 研发工作实施^[10]。

本研究采用专利情报分析方法对 6G 技术全球发展态势予以揭示。专利作为技术知识的载体, 集经济、法律、技术信息为一体, 通过对专利信息进行挖掘, 可以从定量角度揭示各国家(地区)、组织机构、技术研发的侧重点, 为技术发展提供决策参考。

2 数据来源及方法

研究选取 Innography 数据库作为数据来源; 以 6G 技术作为主要的检索对象, 并根据相关专家建议补充太赫兹、轨道角动量、智能超表面、智能全息无线电技术等关键技术, 检索时间为 2021 年 12 月底; 检索范围为 1963 年至今的所有专利数据; 检索方式利用“关键词”+“IPC 分类号”进

行组合限定检索, 将相关专利限定在国际分类代码 H04(电通信领域); 经查重、清洗得到最终有效专利申请公开 12 259 件。

研究采用 Python、Excel 等数据处理分析工具, 采用数据挖掘、情报学方法对专利申请公开时间、公开国家、公开机构、技术分类号等字段进行提取、统计、分析和挖掘, 分别从专利申请趋势分布、专利申请国家/机构分布、技术研究方向和各国申请热点几个维度揭示 6G 技术的发展全貌。

3 6G 技术全球专利态势分析

3.1 专利时间分布

6G 技术是一项综合性技术, 是 5G 技术的继续演进。

技术发展得益于原始技术的产生、积累、融合与再创新。6G 技术是多项关键技术的集合, 涵盖增强型无线空口技术、新物理维度无线传输技术、太赫兹与可见光通信技术、内生智能的新型网络技术等关键技术。部分技术出现时间比较早, 例如早在 2000 年初国外就已经开启了太赫兹技术的相关研究^[11]。由于 6G 概念出现时间较晚, 本研究展示了自 2010 年以来的 6G 技术相关专利申请公开趋势(如图 1 所示)。图 1 显示, 2019 年前, 年均专利申请量均高于 500 项, 2020 年以后有所回落(考虑到专利从申请到公开具有 18 个月的滞后期, 且 2019 年后全球受新冠肺炎疫情影响, 因此下降趋势在合理范围内)。

总体来看专利申请趋势比较平稳, 6G 技术相关专利并未形成规模性上涨趋势, 目前仍处于技术研究的前期阶段。目前多国已经发布相关白皮书, 对 6G 技术愿景进行展望, 对关键候选技术进行分析, 未来 3~5 年是 6G 技术研发的关键时期。

3.2 专利空间分布

3.2.1 技术公开国家

6G 技术是各国战略性竞争的焦点, 各国均进行了大量的专利布局。图 2 对全球 6G 技术相关专利进行统计, 最终得出 6G 技术专利申请公开排名前 15 的国家。可以明显看出, 全球 6G 技术专利申请公开国家之间存在明显的数量差距, 中国凭借 3 528 件专利领跑全球。

从国家排名可以看出, 以中国、美国、日本、

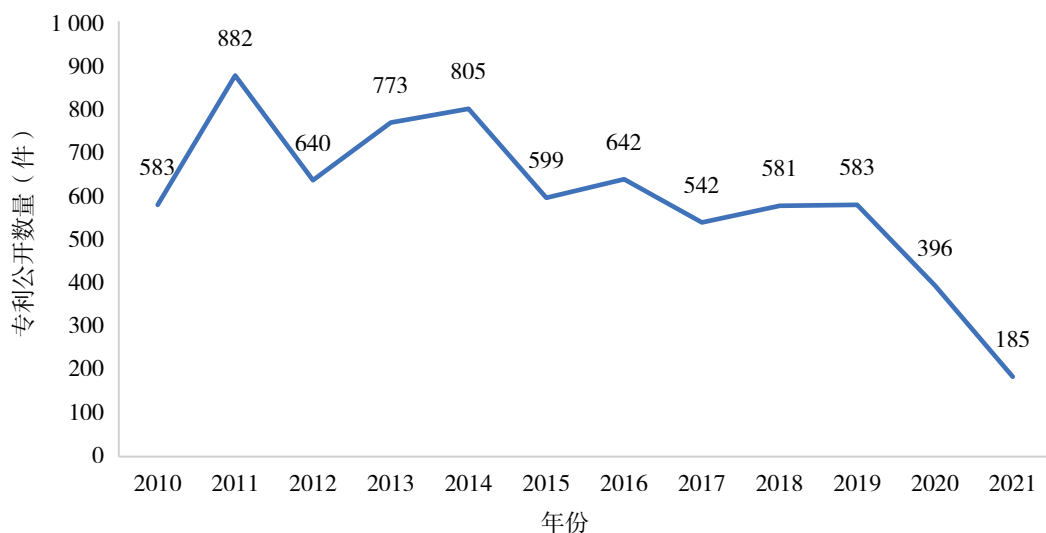


图1 2010-2021 年全球 6G 技术专利申请公开趋势

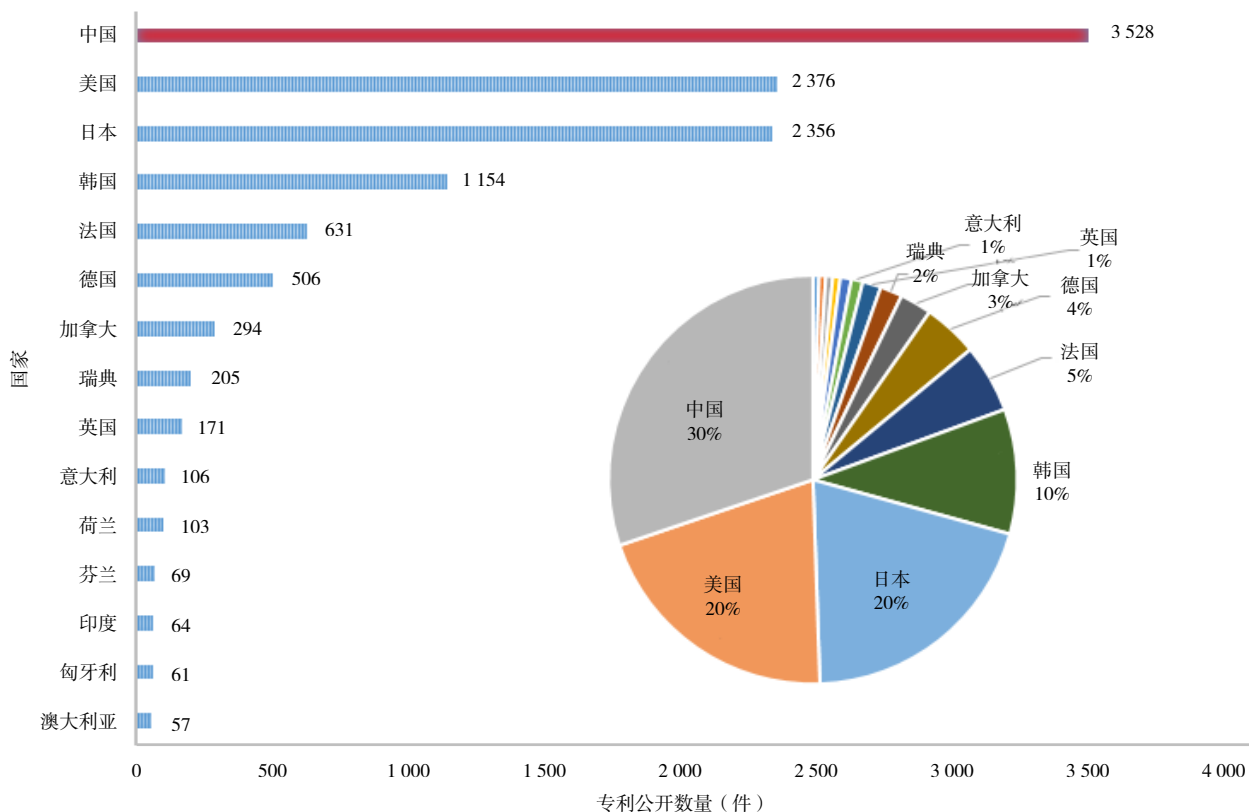


图2 全球 6G 技术专利申请公开排名前 15 的国家

韩国等为代表的国家在 6G 技术发展上处于世界领先地位，专利申请量占全球 80%，是 6G 技术专利申请的主要国家。（1）中国 6G 技术相关专利 3 528 件，专利量排名第 1，在全球占比为 30%。（2）美国 6G 技术相关专利 2 376 件，专利量排名第 2，

在全球占比为 20%。（3）日本 6G 技术相关专利 2 356 件，其专利申请量与美国基本持平，专利量排名第 3，在全球占比为 20%。（4）韩国 6G 相关专利 1 154 件，专利量排名第 4，在全球占比为 10%。（5）其他国家（例如法国、德国、加拿大、瑞典、

英国、意大利、荷兰、芬兰、印度、匈牙利、澳大利亚) 专利申请量均在 1 000 件以下, 专利总量在全球占比为 20%。它们是 6G 技术的研发补充力量。

各国政府重视 6G 技术研究, 进行 6G 研发工作顶层设计。例如: (1) 中国政府部门从 2019 年开始进行 6G 战略部署, 成立 IMT-2030 推进组, 推进 6G 研发工作实施。科学技术部制定国家重点研发计划“宽带通信和新型网络”重点专项项目, 支持 6G 项目研究。(2) 2021 年美国政府部门与产业界共同发起 RINGS 计划, 面向学术界开展 6G 基础研究。2020 年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^[12]。(3) 2020 年日本政府部门发布首个 6G 战略计划“6G 技术研发综合战略”, 制定详细的 6G 技术发展路线。得益于 5G 技术的领先,

中国在 6G 相关技术专利申请方面具有累积优势。以美国、日本为代表的发达国家虽然在专利数量上与中国存在一定的差距, 但其竞争实力必须得到重视。

3.2.2 技术研发机构

6G 技术是全球研发竞争的热点, 全球相关组织机构均进行了大量的专利布局。图 3 展示了全球 6G 技术专利申请公开排名前 20 的研发机构, 可以看出, 中国、美国、日本、韩国等国家的研发机构处于世界领先地位, 华为、中兴、LG、三星、诺基亚、日本电气、日本电报电话、爱立信、高通是全球 6G 技术发展的主要推动者。

全球前 20 的研发机构中: (1) 中国企业实力靠前, 其中华为专利申请量全球第一(共申请 6G 相关专利 890 件), 中兴排名第二(共申请 6G 相

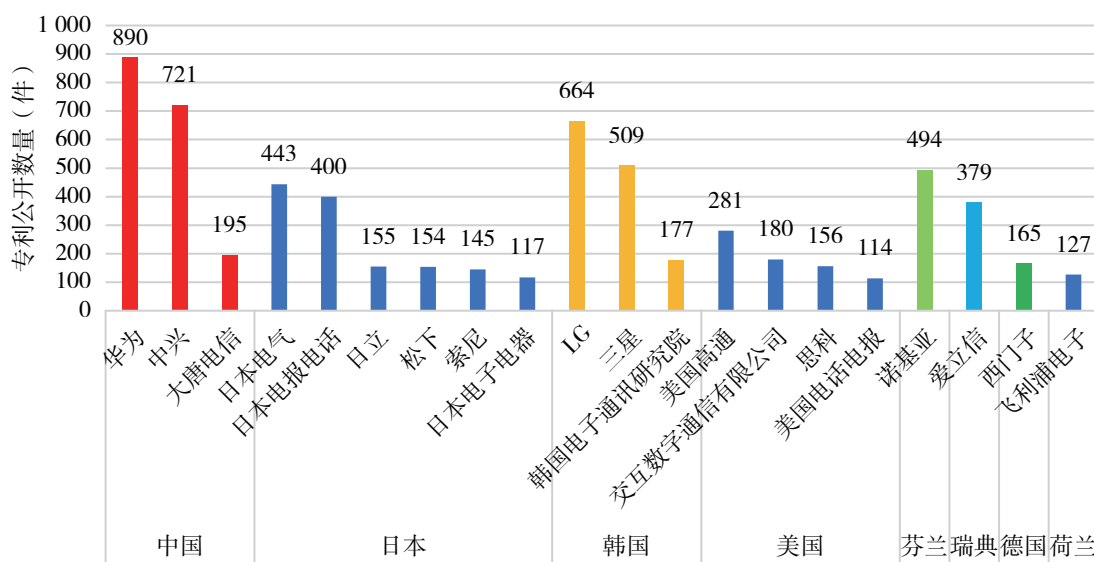


图 3 全球 6G 技术专利申请公开排名前 20 的研发机构

关专利 721 件), 二者是全球 6G 技术研发的领军企业。(2) 日本企业研发活动活跃, 6 家企业排名靠前。其中专利申请以传统型电信企业日本电气和日本电报电话公司为主(专利申请量均在 400 件以上)。(3) 韩国企业研发实力雄厚, LG、三星 2 家公司排名靠前。值得注意的是, 韩国电子通讯研究院是该排名中唯一的政府研发机构。(4) 美国研发机构中, 研发水平比较平均, 以高通公司、交互数字通信有限公司、思科公司、美国电话电报

公司为研发主体, 专利申请数量均在 100~300 件之间。(5) 欧洲国家中, 以芬兰的诺基亚公司、瑞典的爱立信公司为代表的信息通信技术企业也是全球 6G 技术研发的主要推动者。需要注意的是图 3 中韩国、芬兰、瑞典、荷兰等国家的代表机构专利公开数量多于图 2 中该国的专利申请公开总量, 原因是代表机构在其他国家也有相关专利申请。

全球研发机构 6G 技术研发行动中, 成立研发中心、发布相关白皮书、启动相关合作研发计划

是当前开展研发的主要做法。例如：（1）华为公司早在 2019 年 8 月就在加拿大渥太华成立 6G 研发实验室^[13]，启动 6G 研究；并于 2020 年 6 月携手中国联通公司、银河航天公司达成空天地一体化战略合作伙伴协议，共同发力 6G 领域。（2）LG 公司在 2019 年初与韩国先进科学技术研究院（KAIST）合作成立 6G 研究中心^[14]，同年三星公司发布 6G 白皮书《下一代超连接体验》（The Next Hyper Connected Experience for All）。（3）诺基亚公司牵头一系列研发项目，例如芬兰 6Genesis 项目和欧洲 6G 旗舰项目 Hexa-X 项目^[15]等。

3.3 专利内容分布

3.3.1 技术研发方向

6G 关键使能技术主要涵盖无线网络空口技术和网络层技术，图 4 统计了排名前 15 的技术研发方向（按照 IPC 分类小组统计），表 1 对技术研发

方向进行释义。可以看出，当前技术研发方向集中在以 H04L（数字信息的传输）、H04B（传输）、H04W（无线通讯网络）、H04N（图像通信）、H04Q（选择装置）、H04J（多路复用通信）等小类为代表的技术分支下。

因此，当前技术研发主要围绕网络层、无线传输层进行技术创新。（1）网络层技术方向涉及数据交换网络（H04L-012）、信息传输设备（H04L-001、H04L-29、H04L-009、H04L-005、H04N-005、H04Q-003、H04B-001、H04L-027、H04N-001）、信息传输安全（H04L-009）等方面。其中，数据交换网络（H04L-012）技术方向是当前专利申请的主要方向（专利申请量 2 799 件），网络检测或防止接收信息错误的装置（H04L-001）也是研发的重点（专利申请量 629 件）。（2）无线传输层技术方向涉及无线传输系统（H04B-007）、无线传输监

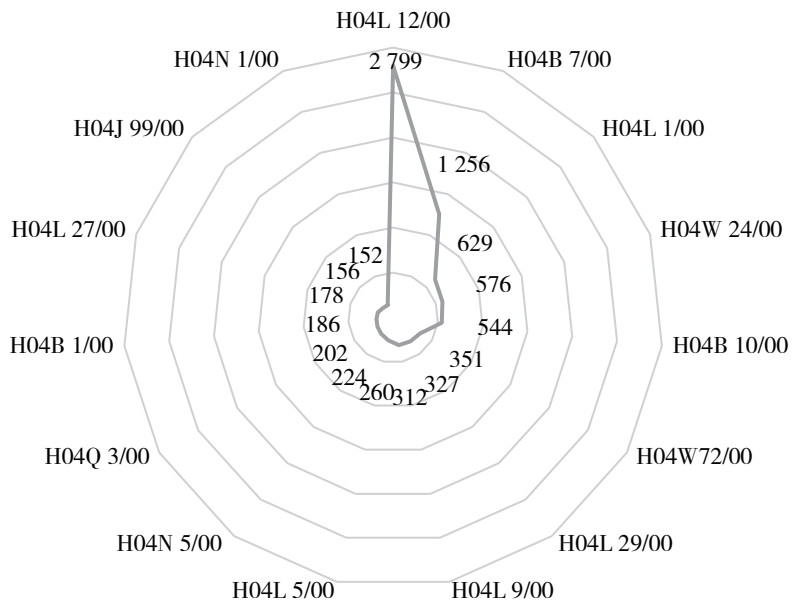


图 4 全球 6G 技术专利申请公开排名前 15 的技术研发方向

表 1 全球 6G 技术专利申请公开排名前 15 的技术方向释义

序号	IPC 分类(小组)	专利公开数量(件)	释义
1	H04L-012	2 799	数据交换网络
2	H04B-007	1 256	无线电传输系统
3	H04L-001	629	检测或防止接收信息错误的装置
4	H04W-024	576	监督、监测或测试安排

续表

序号	IPC 分类(小组)	专利公开数量(件)	释义
5	H04B-010	544	利用无线电波以外的电磁波(例如红外线、可见光或紫外线)或利用微粒辐射(例如量子通信)的传输系统
6	H04W-072	351	本地资源管理, 例如无线资源的选择或分配或无线流量调度
7	H04L-029	327	装置、仪器、电路或系统(其他)
8	H04L-009	312	保密和安全通信
9	H04L-005	260	提供传输路径多重使用的装置
10	H04N-005	224	系统零部件
11	H04Q-003	202	选择装置
12	H04B-001	186	传输系统的部件(其他)
13	H04L-027	178	调制载波系统
14	H04J-099	156	多路复用通讯子类的其他主题
15	H04N-001	152	文件或类似物的扫描、传输或重现

督测试安排(H04W-024)、无线传输方式(H04B-010)、无线传输资源分配管理(H04W-072)、多路复用通信(H04J-099)等方面。其中, 无线电传输系统(H04B-007)是当前专利申请的主要方向(专利申请量 1 256 件)。

3.3.2 公开国家研发热点

图 5 对比了专利申请公开排名前 10 的国家在不同技术方向上的专利分布, 在一定程度上反映出各国专利申请的侧重点、技术研发上的优势与劣势。

可以明显看出, 中国、美国、日本、韩国在 6G 技术研发热点上进行了大量的专利申请布局。其中数据交换网络、无线电传输系统是各国研发的重点, 专利申请量大。除上述两个研发热点外, 中国在光传输或量子传输、检错装置、监督监测测试安排、装置仪器电路系统、保密安全通信等方面具有一定的研发优势, 在无线信息资源管理方面有待加强; 美国在无线信息资源管理、传输路径多重使用装置方面已经形成了自己的竞争优势; 日本比较注重系统零部件、监督监测测试安排方面的专利申请, 但对于无线电传输系统方面的研发有待加强; 韩国在各技术研发热点上均有涉及。其他国家在各研发热点方向专利申请量少, 整体实力有待加强。

4 结论

本文从专利时间分布、专利空间分布、专利内容分布三个维度出发, 全面揭示了全球 6G 技术发展趋势、技术公开国家、技术研发机构、技术研发方向、公开国家研发热点等概况, 并得出以下 5 点结论, 以为当前 6G 技术发展提供参考。

(1) 全球 6G 技术处于技术研究前期阶段, 相关专利申请并未形成规模性上涨趋势。目前 6G 愿景需求尚不明确, 关键技术尚未形成业界共识, 未来 3~5 年是技术研发的关键时期。

(2) 中国是 6G 技术研发大国, 其以 3 528 件专利申请公开领跑全球, 在全球占比为 30%, 美国、日本次之, 在全球占比均为 20%。各国政府重视 6G 研发开展, 顶层设计并部署 6G 研发工作, 明确了面向 2030 年的 6G 技术发展路线。

(3) 以华为、中兴、LG、三星、诺基亚、日本电气、日本电报电话、爱立信、高通等为代表的研发机构是全球 6G 技术发展的主要推动者。各研发机构纷纷成立研发中心, 发布相关白皮书, 启动相关合作研发计划, 大力推动 6G 技术的快速发展。

(4) 当前技术研发主要围绕网络、无线传输等方向进行技术创新。具体涉及交换网络、信息传

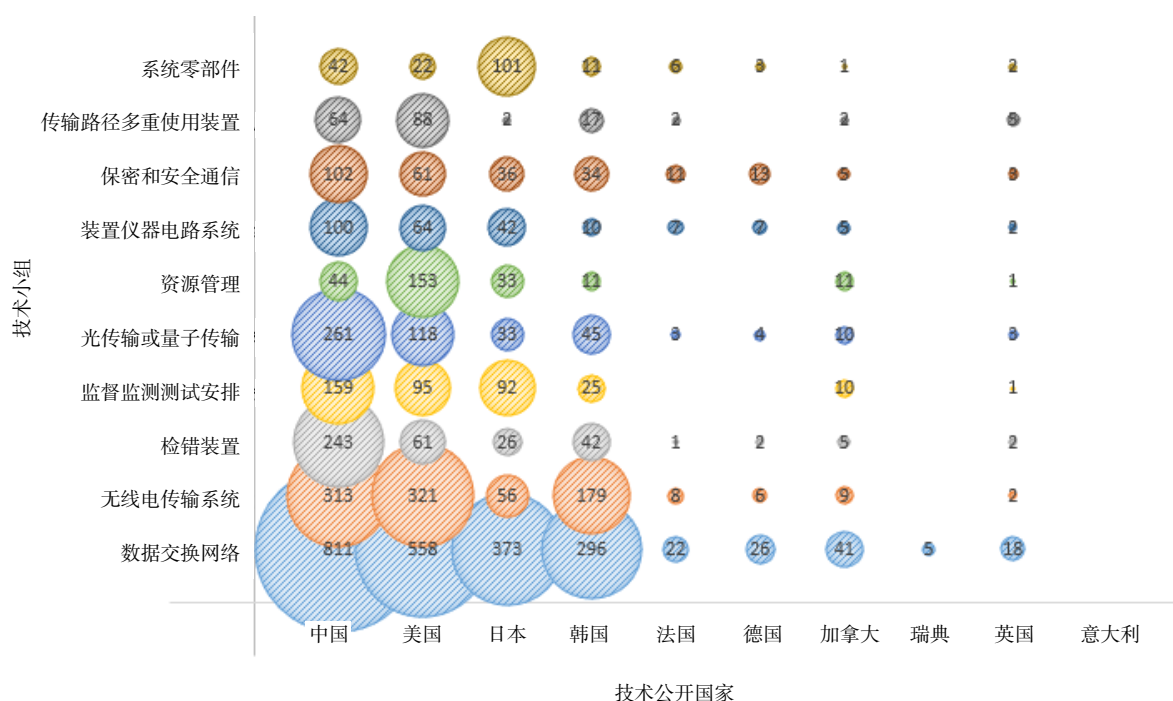


图5 全球6G技术专利申请公开排名前10的国家研究热点分布

输设备、信息传输安全、无线传输系统、无线传输监督测试安排、无线传输方式、无线传输资源分配管理、多路复用通信等多方面。

(5) 数据交换网络、无线电传输系统是各国研发的重点。中国在各研发热点实力较强；在无线信息资源管理方面，美国专利申请量高于中国；日本在系统零部件方面研发能力较强。■

参考文献：

- [1] 苑朋彬, 佟贺丰, 赵蕴华, 等. 全球5G技术专利市场研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(2): 68-76.
- [2] 贵州省大数据发展管理局. 中国联通发布《6G白皮书》[EB/OL]. (2021-04-05) [2022-01-01]. https://mp.weixin.qq.com/s/OjiBBmpOGob9HmlbVfV3_g.
- [3] 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, 47(1): 82-89.
- [4] 中国电子信息产业发展研究院. 6G概念及愿景白皮书[EB/OL]. (2020-03-12) [2022-01-01]. <https://ccidgroup.com/info/1096/21569.htm>.
- [5] Vivo. 6G愿景、需求与挑战[EB/OL]. (2020-10-29) [2022-01-01]. [https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1640744909&ver=3525&signature=ObSTIHUxh0fQ2QqR](https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1640744909&ver=3525&signature=ObSTIHUxh0fQ2QqREHJcoxPQNHB0PVLSfwdExkAmwGsHdPcggxABFJJKxLmaDnJ2pRWXOEozFbiiXOcsHuHwwYvJ6rVgVy3D6khq5Gls-8wqM8nQ8QnsnJ4gYNjd8Hv&new=1http://www.vivo.com.cn/6g/CH/vivo6gvision.pdf)
- [6] 紫金山实验室. 6G研究白皮书——迈向6G无线通信网络：愿景、使能技术和新的范式转换[EB/OL]. (2020-12-04) [2022-01-01]. <http://www.pmlabs.com.cn/plus/view.php?aid=1044>.
- [7] 新华网. IMT-2030(6G)推进组正式发布《6G总体愿景与潜在关键技术》白皮书[EB/OL]. (2021-06-06) [2022-01-01]. http://www.xinhuanet.com/info/2021-06/06/c_139989026.htm.
- [8] 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.
- [9] National Science Foundation. 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>.
- [10] 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/jgsj/txs/gzdt/art/2021/art_66d9e84c556747f3a593024d5013ac83.html.
- [11] 周智伟. 太赫兹技术发展综述(上)[J]. 军民两用技术

- 与产品, 2020 (1) : 40-44.
- [12] NEXTG. NextG Alliance Working Groups[EB/OL]. (2020-10-01)[2022-01-01]. <https://nextgalliance.org/about/>.
- [13] 中国科学网 . 华为加拿大实验室或已开始研发 6G 技术[EB/OL]. (2019-08-15) [2022-01-01]. <http://www.minimouse.com.cn/plan/2019/0815/63082.html>.
- [14] 焦点中国 . LG 与韩国科学技术院协同创办 6G 研究中心[EB/OL]. (2019-01-30) [2022-01-01]. <https://www.centrechina.com/news/hot/127722.html>.
- [15] 5GPPP. Hexa-X[EB/OL]. (2021-01-01)[2022-01-01]. <https://5g-ppp.eu/hexa-x/>.

Global Patent Layout Analysis of 6G Technology

YUAN Peng-bin, YANG Shuai, SUN Hao-lin

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

Abstract: 6G is the next generation of information and communication technology following 5G. 6G has become the focus of global competition and research. This paper reveals the current global development of 6G technology from three perspectives of time, space and content by statistical mining of patent data from Innography database. It is found that 6G technology is in the early stage of development and governments of different countries actively deploy relevant strategic plans and actions. China is a major country in the research of 6G technology, with 30% of the total patent applications in the world, and has formed its own advantages in research and development. Enterprises represented by Huawei, ZTE, LG, Samsung, and Nokia are the main forces in research and development. At present, data exchange network and radio transmission system are the main directions of 6G technology innovation. The United States focuses on wireless information resource management technology, and Japan focuses on system components. Each country has initially formed its own research and development characteristics.

Keywords: 6G; patent analysis; R&D entity; technical hotspot