



下一代互联网互联设备关键技术专利导航研究综述

贾宏君¹, 周静^{2,3*}, 乔开文⁴, 张丹⁵, 谢祥³, 刘杰⁶, 娄颖⁷, 张铭⁸, 马跃²,
张柏秋⁹, 何笑冬¹⁰, 张凌宇^{2,3}, 郑晔晴^{2,3}, 邹昊⁷, 刘科³

1. 同济大学上海国际知识产权学院, 上海 200092
2. 国家专利导航项目 (高校) 研究和推广中心, 北京 100044
3. 北京交通大学经济管理学院, 北京 100044
4. 华北电力大学科学技术研究院, 北京 102206
5. 扬州大学社会合作与服务处, 扬州 225009
6. 山东大学机械工程学院, 济南 250100
7. 大连理工大学科学技术研究院, 大连 116023
8. 北京大学信息科学技术学院, 北京 100871
9. 吉林大学图书馆, 长春 130021
10. 北京交通大学川藏铁路研究院, 北京 100044

* 通信作者. E-mail: zhou722@sina.com

收稿日期: 2021-08-19; 修回日期: 2021-10-28; 接受日期: 2021-11-18; 网络出版日期: 2022-04-20

国家自然科学基金 (批准号: 71874011) 和中关村科技园区海淀园区管理委员会 (批准号: O19M00080) 资助项目

摘要 下一代互联网是全球各国推动科技产业革命和重塑国家长期竞争力的基础设施和先导领域, 同样也是高科技密布、专利密集的战略新兴产业领域, 技术研发与创新竞争异常激烈. 本文运用专利导航方法对全球下一代互联网互联设备相关技术进行了分析, 通过对本导航领域多位技术专家的访谈, 澄清和界定了下一代互联网互联设备关键技术的基本定义与范畴, 从总体趋势、地域、核心申请人、核心发明人、专利强度、我国向国外申请专利, 以及技术分支等方面分析了全球及我国下一代互联网互联设备关键技术的专利布局现状、竞争前沿和未来趋势, 结合本导航领域国内外典型案例的总结, 对研发创新和专利运用提出了相应的导航建议.

关键词 下一代互联网, 未来网络, 互联技术, 专利导航

1 引言

最近的 20 年间, 数字经济和创新经济的发展前景驱使全球各国政府纷纷将发展下一代互联网纳入国家战略范畴, 积极组织实施大规模的技术研发和创新应用. 时至今日, 围绕革命式 (clean-slate) 和

引用格式: 贾宏君, 周静, 乔开文, 等. 下一代互联网互联设备关键技术专利导航研究综述. 中国科学: 信息科学, 2022, 52: 765–783, doi: 10.1360/SSI-2021-0286
Jia H J, Zhou J, Qiao K W, et al. Patent navigation on key technologies of next generation Internet interconnection technologies: a review (in Chinese). Sci Sin Inform, 2022, 52: 765–783, doi: 10.1360/SSI-2021-0286

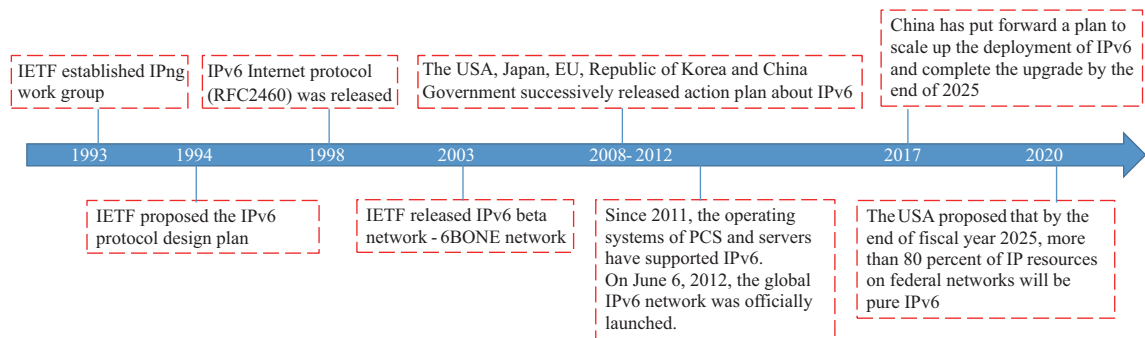


图 1 (网络版彩图) 全球 IPv6 技术规划和产业政策的主要发展脉络

Figure 1 (Color online) The evolution of global IPv6 technology planning and industrial policies

渐进式 (evolution) 两类技术路线^[1] 对未来网络体系架构的创新和应用迅速增长, 面向全球各类网络、各类应用场景互联的下一代互联网, 正在成为培育国家核心竞争力、塑造未来网络社会 and 智能社会经济发展优势的泛在、先进的基础设施. 作为战略新兴产业的重要发展方向, 未来网络预计在 2030 年将支撑人机物、全时空、安全、智能的万亿级连接与服务^[2]. 在此背景下, 下一代互联网互联设备的技术研发和创新应用渐趋与移动通信网络、物联网、海底互联网、卫星互联网、无线传感器网络, 以及特定专用网络融合发展.

围绕下一代互联网互联设备的技术研发和创新应用, 正在形成一个边界不断变化的多学科交叉研究领域. 同时期, 全球知识产权保护浪潮下各国信息通信技术专利的密集增长, 加大了对下一代互联网互联设备的技术研发和创新应用态势与方向的研判难度. 为此, 本文以下一代互联网互联设备关键技术为专利导航领域 (简称 “本导航领域”), 着眼于全球视野, 综合运用专利数据、综述性学术论文、技术标准、行业研究报告, 以及相关产业规划和政策等信息展开分析, 旨在为深化专利制度运用、促进专利工作深度融合并支撑技术研发与创新、探索专利导航研究方法并丰富理论内涵做出贡献.

2 技术与理论背景

2.1 技术背景

随着互联网应用规模的不断扩大以及用户需求的不断增长, IPv4 地址空间面临耗尽威胁, 互联网工程任务组 (IETF) 自 20 世纪 90 年代开始规划下一代协议 IPv6, 并在最近的 10 年间开始实施从 IPv4 到 IPv6 的大规模平滑过渡. 图 1 简要梳理了 1993~2020 年全球 IPv6 技术规划和产业政策的主要发展脉络.

尽管全球各国不断升级和改造互联网基础设施, 基于 IP 架构的传统互联网仍然在面临日益严峻的安全性、移动性、可扩展性、管控性、绿色节能等问题^[3]. 为此, 在最近的 20 余年间, 美国政府先后资助并实施了一系列项目, 如图 2 所示. 数百所大学和研究机构以及难以计数的企业参与了具体项目的研究开发和工程建设工作中, 如: GENI, FIND, FIA, FIA-NP 等. 同时期, 日本、韩国等发达国家和欧洲地区以及我国也分别开展下一代互联网的实验部署和技术研发工作, 如欧洲的 FIRE, 4WARD 和 SAIL, 日本的 AKARI, JGN-X, RISE, 韩国的 KREONET, 以及中国的 CNGI (下一代互联网示范工程). 2012 年, 我国政府将下一代信息网络产业正式列入国家战略性新兴产业. 2013 年, 《国家重大科技基础设施中长期规划 (2012~2030 年)》明确提出建设未来网络试验设施 (CENI), 以突破未来网络

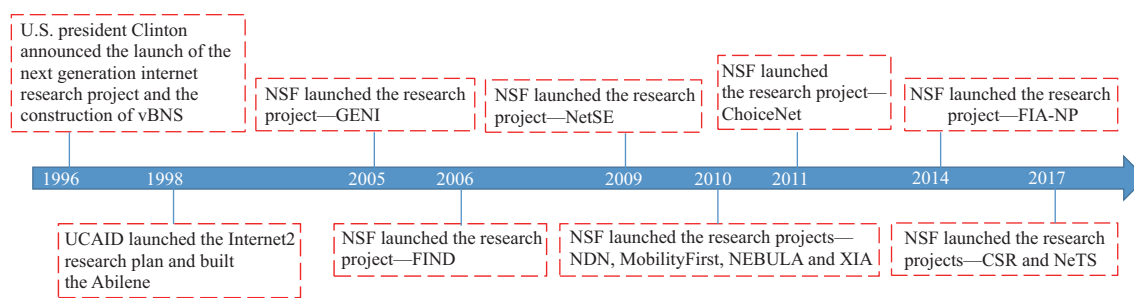


图2 (网络版彩图) 美国下一代互联网及未来互联网研发项目发展脉络

Figure 2 (Color online) The evolution of next generation Internet (NGI) and future internet R&D projects in the U.S.

基础理论和支撑新一代互联网实验。

2.2 理论背景

自2014年以来,国家专利导航试点工程深入推进。专利导航正在克服和超越传统专利分析研究的局限,坚持客观、中立的第三方视角,以发现问题、提出对策、支撑决策为主导方向,为深化专利制度运用、促进专利相关活动全面融入科技创新做出积极的贡献。近年来,对以高校作为创新主体开展的专利导航实践进行总结后发现:专利导航是着眼于全球科技创新前沿和趋势、积极贯彻国家战略部署,从科技创新的宏观布局、中观组织和微观实施3个层面引导和支撑相关主体开展高质量创新的机制性工具。

早期提出的下一代互联网以及当下的未来网络、新一代互联网等,总体上属于信息与通信技术领域。从宏观来看,全球各国于2001~2020年间申请的信息与通信技术(ICT)发明专利总量超过120万组专利族^[4],ICT领域的研发与创新呈现出了显著的不确定性(uncertainty)、网络效应(network externality)和交叉融合(crossing and integration)等特点,基于专利导航视角的研究,能够为本导航领域的研发创新带来新的启示。

从专利导航的视角看,不确定性主要体现在对下一代互联网的含义、下一代互联网互联设备关键技术的范畴以及对不同技术路线、方案及其应用前景的认识上。无论是作者们的讨论,还是对本导航领域多位专家的访谈,均不同程度地表现出了观点上的分歧。综合各种意见,关于本导航领域的基本理解是:新问题、新需求的应对始终不断地丰富和扩展下一代互联网互联设备关键技术的内涵,尽管短时期内技术边界相对稳定,但始终以开放和变化为主。当前的人工智能、大数据、5G移动通信、车联网、智慧传感网络、工业互联网等新兴网络中的互联设备都会在未来的互联网络当中应用。下一代互联网互联设备既包括硬件,也包括软件,具体涉及以设备、装置、系统、方法、协议、算法、芯片和架构为主题、具有互联功能的专利技术。但是,不涉及互联设备及零部件的原材料生产、加工制造,不涉及设备运行所需的基础软件以及设备之上搭载的应用程序等专利技术。这种界定主要考虑了专利导航的研究目标、访谈专家意见、文献综述,以及专利的初步检索结果等因素。

网络外部性研究认为^[5],通过互联网消费的商品和服务往往需要和其他商品或服务共同使用,否则其价值将减少,甚至没有价值。并且,这些商品和服务的消费者越多,它们就越有价值。这给互联设备的技术研发与创新带来了重要启示。首先,互联设备的技术研发与创新无法孤立存在,既要遵循有关政策法规、技术标准与通信规范的规定,也要与网络体系架构和现有网络设备相兼容,并避免侵犯第三方的合法专利权。其次,本导航领域的“先下手为强”和“赢者通吃”现象对技术研发和创新的程度、方向和技术路线选择提出了非常高的要求,表明了技术竞争的激烈程度。此外,稳定的、经济的、

成规模的互联分别代表了技术、产业和应用层面的基本需求, 是衡量技术研发与创新成功与否的关键要素。

交叉融合代表了下一代互联网科技和工程创新所要解决的技术问题的综合性、复杂性和系统性。学科方面, 本导航领域涉及计算机科学与技术、信息与通信工程、集成电路科学与工程 3 个一级学科的交叉, 集成电路科学与工程于 2021 年新近成为交叉学科 (学科门类代码为 14) 下的一级学科。应用方面, 本导航领域涉及在未来网络、5G 移动通信网络、移动互联网、工业互联网、卫星互联网、水下互联网、物联网、传感器网络、自组织网络等网络中的融合应用。传输介质方面, 本导航领域涉及通过有线介质 (光纤、同轴电缆、双绞线等) 和无线介质 (微波、无线电波和红外线) 的传输。此外, 技术分支专利申请态势的相对趋同也说明了本导航领域相关技术研发和创新应用呈现出了交叉融合特征, 这将在本文 4.1 小节详细描述。

交叉融合也是专利导航研究的一般特征。从研究团队成员的知识结构来看, 涉及管理学、法学、工学、经济学等学科门类, 背景经历涉及行业管理、科研管理、产业规划及政策研究、标准化、技术研发、专利审查、法律实务、情报分析等, 基于成员间的有效协同, 充分发挥了不同学科、不同领域的知识融合与交叉优势。从信息来源和分析方法看, 专利导航基于专家访谈意见, 以专利数据分析为核心, 结合来自于政府、企业、高校、科研机构、标准化组织, 以及技术中介服务机构等多种渠道的信息, 综合运用调查、文献研究、信息研究、描述性研究、定性分析、案例研究和实证经验总结等多种研究方法开展研究。

3 下一代互联网互联设备关键技术专利导航的实施

专利导航研究中的专利检索属于基于技术调查目的的检索, 有别于自由实施检索、侵权检索、无效检索和可专利性检索等, 是专利导航分析的基石^[6]。为了确保专利检索的查准率 (precision) 和召回率 (recall), 需要划分技术分支、制定专利检索策略并采取一些必要的数据处理措施。

3.1 技术分支划分

综合信息分析和专家访谈结果, 本导航领域的技术分支涉及对新型网络架构的支持、关键机理的应用和关键性能的实现。其中, 新型网络架构既包含对 TCP/IP 网络架构的改进, 也包含与 TCP/IP 架构有显著区别的新型网络架构。关键机理是指目前正在应用以及未来具有良好应用前景的热点技术。关键性能是指满足未来网络关键功能需求的重要技术。表 1 展示了本导航领域的技术分支。

3.2 关键词及专利检索策略

根据文献研究、专家访谈、研究团队讨论, 以及专利试检结果, 经多轮调整后最终确定关键词。部分关键词由中文译为英文, 考虑并增加了部分英文关键词的下位词、同义词、缩略词、别称词等。分支检索式的构建, 除了关键词之外, 还利用专利著录项 (名称、摘要、权利要求书等)、国际专利分类号 (IPC 大组或小组层面)、联合专利分类号 (CPC 大组或小组层面) 和检索日期等要素的逻辑运算关系进行了补充或限定, 尽力克服关键词无法准确穷尽的缺陷。最后构建分支检索式之间的逻辑运算, 形成本导航领导的最后专利检索式。逻辑运算符根据专利检索规则和检索要素之间的实际关系选定。

3.3 关于数据处理及统计分析的说明

下一代互联网最早由美国克林顿政府于 1996 年正式提出, 因此, 本文选用 Innography 全球专利数据库, 检索时段为 1996 年 1 月 1 日 ~ 2020 年 10 月 31 日。下文数据统计分析口径中出现的“我

表 1 下一代互联网互联设备关键技术分支
Table 1 Branches of key connectivity technologies of NGI

Technology field level 1	Technology field level 2	Technology field level 3
Key connectivity technologies of NGI	New network architectures	Naming
		Resolution
		Cache
		Routing and forwarding
	Key mechanisms	IPv6
		SDN (software defined network)
		NFV (network functions virtualization)
		Edge computing
		5G
	Key performances	Intelligent operation
		Power management
		Extensibility
		Mobility
		Security

表 2 下一代互联网互联设备技术全球专利申请量及法律状态统计^{a)}
Table 2 Statistics of the globe patent application volume and legal status of key connectivity technologies of NGI^{a)}

Region	Active patents		Invalid patents	Total
	Valid issued patents	Under examination		
Global	11056	5640	23814	40510
Proportion of total (%)	27.3	13.9	58.8	100

a) 全球专利申请量是指统计期内由中国、美国、英国、法国、德国、瑞士、日本、澳大利亚、俄罗斯、韩国、印度、加拿大和中国台湾地区专利行政部门、世界知识产权组织国际局 (WO)、欧洲专利局 (EPO) 及世界知识产权组织其他成员国专利行政部门受理的专利申请数量.

国”和“国内”、“中国”均不包含中国香港、中国澳门和中国台湾地区的数据. 对部分专利申请人/专利权人的名称变更、并购、分立等情形进行了归一化处理. 对我国部分核心发明人的专利申请数量进行了归并 (例如, 合并了 Li Ming, Ming Li 的专利) 或拆分 (区分了李明与李铭的同音不同字情形, 或李明在 A 单位和 B 单位的同名情形), 通过抽检和清洗对数据进行了降噪处理.

鉴于专利从申请到公开会存在的 18 个月左右的审查期限, 以及实践中还会出现的一些延长专利公开时间的情形, 下文图表中涉及的近三年专利数量统计会少于实际申请量. 统计年份越接近当下的, 专利申请公开的数量下降的越为明显.

4 专利数据分析

本导航领域最终检索得到 40510 组专利族, 其中一半以上已经处于失效状态, 有效专利和审中专利的申请数量也较大, 反映了本导航领域技术研发和创新迭代速度快、专利密集的特点. 具体如表 2 所示.

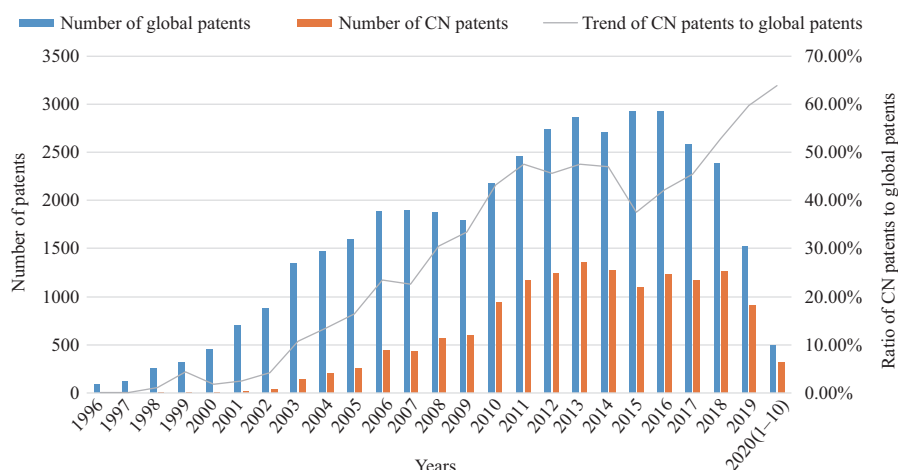


图3 (网络版彩图) 下一代互联网互联设备技术领域全球和中国专利申请的趋势

Figure 3 (Color online) Patent application trends of the global and China in the field of key connectivity technologies of NGI

4.1 总体趋势分析

本导航领域的专利申请趋势如图3所示。全球专利申请数量自2000年以来开始显著增加,中间经过2006~2009年的平台型调整后继续增长,直至2015~2016年前后达到颠峰,2017年以后有所下降。2003年,我国申请的专利数量占比全球专利申请数量的10%,并在此后持续上升至2011年。2015年以后,不同于全球专利申请数量的稳中有降,我国专利申请数量占比全球专利申请数量持续增长,2018年首次占比超过全球专利申请数量的50%。从已公布的专利申请数量来看,中国专利申请数量占比全球专利申请数量仍在持续上升。

此外,1996~2003年期间,我国在本报告技术领域的技术创新总体追随全球大势,最早申请中国专利的时间比全球约晚2年左右。2004~2013年是本导航领域我国专利申请数量迅速增长,且在全球专利申请活动中影响力不断提升的10年。最近5年,我国的专利申请数量已经超过全球其他国家,并保持增长态势。

本导航领域技术分支的专利申请趋势如图4所示。从时间维度的连续变化来看,3个技术分支的专利申请数量的变化趋势总体上相近,一方面体现了新型网络架构、技术机理和关键性能在技术研发和创新方面的多重关联;另一方面,也体现了互联网技术你中有我、我中有你的独特属性,难以简单地将某件专利明确地单独归属于某一技术分支。具体到特定年份来看,2000年以前,关键机理技术专利的申请活动最早出现,且数量优势相对明显。随后新型网络架构和关键性能技术的研发与创新渐趋活跃,专利数量开始增长。

4.2 地域分析

本导航领域的专利申请地域可区分为技术应用地域(受理专利申请的专利行政部门所在的地域,表明专利申请人对该地域市场的关注)和技术来源国(发明人国籍所属国家,表明该国技术研发和创新的活跃)。表3描述了专利统计数量排名前5位的地域分布,专利总量约占全部专利数量的85%左右,具有较好的代表性。

结合全部专利和有效专利的分类统计来看,中国、美国、日本、欧州地区和韩国是本导航领域的

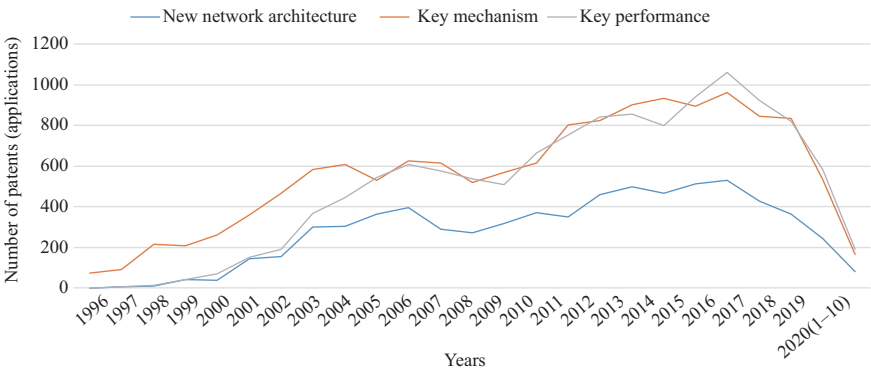


图 4 (网络版彩图) 下一代互联网互联设备技术领域全球技术分支申请专利的趋势

Figure 4 (Color online) Patent application trends of the globe branches in the field of key connectivity technologies of NGI

表 3 下一代互联网互联设备技术全球专利申请数量排名前 5 位的国家和地区^{a)}

Table 3 Top 5 countries and regions by the number of the global patents (applications) in the field of key connectivity technologies of NGI^{a)}

Ranking	Area of jurisdiction				Area of source			
	Total patents		Valid issued patents		Total patents		Valid issued patents	
	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number
1	CNIPA	14860	USPTO	4070	China	14735	China	3871
2	USPTO	10108	CNIPA	3897	U.S.	11174	U.S.	3719
3	EPO	3234	DPMA	925	Korea	3802	Korea	917
4	KIPO	3153	EPO	867	Japan	3199	Japan	608
5	JPO	3006	UKIPO	797	Germany	1454	Germany	317

a) CNIPA: 中国国家知识产权局; USPTO: 美国专利商标局; EPO: 欧洲专利局; KIPO: 韩国知识产权局; JPO: 日本专利局; DPMA: 德国专利商标局; UKIPO: 英国知识产权局.

专利布局重点地域和主要创新发源地域. 美国、中国和欧洲市场相对更为专利申请人所关注, 中国、美国、韩国、日本和德国发明人的技术研发和创新活跃程度相对较强.

4.3 核心申请人分析

图 5 为本导航领域全球专利申请总量排名前 20 位的申请人. 我国华为公司 (Huawei, Top 1)、中兴通讯公司 (ZTE, Top 6) 2 家企业和中国科学院 (CAS, Top 18) 入选. 美国共有思科 (Cisco, Top 2)、高通 (Qualcomm, Top 7)、戴尔 (Dell, Top 9)、英特尔 (Intel, Top 10)、美国电话和电报公司 (AT&T, Top 14)、国际商业机器 (IBM, Top 17) 和瞻博网络 (Juniper, Top 19) 7 家企业入选. 韩国三星电子 (Samsung, Top 3) 和韩国电子通讯研究院 (ETRI, Top 8) 入选. 欧洲诺基亚 (Nokia, Top 4)、爱立信 (Ericsson, Top 5) 和西门子 (Siemens, Top 11) 3 家企业入选. 日本日立 (Hitachi, Top 12)、松下 (Panasonic, Top 13)、日本电气 (NEC, Top 15)、日本电报电话公司 (NTT, Top 16) 和富士通 (Fujitsu, Top 20) 5 家企业入选. 虽然我国华为和中兴通讯两家龙头企业在专利数量上已经跻身全球前列, 但我国位于第 2 梯队的国内创新企业数量稀少, 在整体技术实力和产业地位上与其他国家的顶级跨国企业还存在较大差距.

表 4 统计了本导航领域美国、中国、欧洲地区、日本和韩国等专利行政部门单独受理专利申请数量排名前 20 位的核心申请人. 美国、日本和欧洲地区的核心申请人全部为企业, 且以全球跨国企业

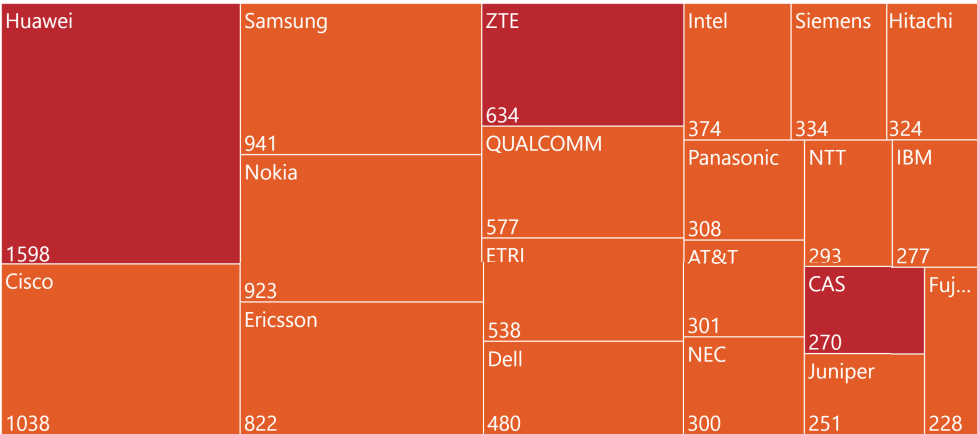


图 5 (网络版彩图) 下一代互联网互联设备技术领域全球专利申请数量排名前 20 位的申请人

Figure 5 (Color online) Top 20 applicants by the number of patents (applications) in the field of the globe key connectivity technologies of NGI

为主. 这些申请人除在本国、本地区积极布局专利之外, 也积极向世界其他国家和地区大量布局专利. 反观中国和韩国, 一半左右的核心申请人为本国的大学和科研机构, 跨国企业数量相对显著少于美国、日本和欧洲. 我国和韩国的大学和科研机构在本导航领域拥有大量专利, 结合其他来源的信息, 反映出两国创新主体的技术研发活动与产业应用和市场需求结合不够紧密、专利转移转化和创新创业的潜力相对较大.

4.4 核心发明人分析

图 6 统计了本导航领域全球专利申请数量排名前 50 位的核心发明人, 我国华为公司、常熟理工学院 (Changshu Institute of Technology)、南京邮电大学 (NJUPT)、北京交通大学 (BJTU)、河海大学 (Hohai Univ)、中国科学院 (CAS) 上海微系统与信息技术研究所等单位的 14 位发明人入围.

戴尔、华为、思科、南京邮电大学、高通、松下、谷歌 (Alphabet)、诺基亚 (Nokia) 等创新主体有 1 名以上核心发明人入围. 其中, 排名第 1, 2, 3, 7, 35, 48 和 50 的 7 位发明人申请的专利归属于戴尔公司, 准确来讲是其旗下的 VMware 公司. 排名第 4, 5, 22, 23, 38, 43 位的 6 位发明人申请的专利归属于华为公司. 排名并列第 5, 并列第 7, 14, 16, 20, 并列第 20, 32, 40, 并列第 43 的 9 位发明人申请的专利归属于思科公司. 排名第 12 (王汝传)、13 (黄海平)、并列第 40 (孙丽娟)、47 (陈志) 的 4 位发明人申请的专利归属于南京邮电大学. 排名第 17, 并列第 28, 36 的 3 位发明人申请的专利归属于高通. 排名第 18, 25, 26, 28 的 4 位发明人申请的专利归属于松下. 排名并列第 23, 28, 并列第 40 的 3 位发明人申请的专利归属于谷歌. 排名并列第 32, 34 的发明人申请的专利归属于诺基亚.

此外, 排名第 9 (王晓喃)、14 (张宏科)、27 (韩光洁)、37 (刘海涛) 的发明人分别来自我国常熟理工学院、北京交通大学、河海大学、中国科学院上海微系统与信息技术研究所. 排名第 10, 11, 18, 并列第 28, 并列第 43, 并列第 48 的发明人分别来自爱立信 (Ericsson)、韩国电子通讯研究院 (ETRI)、西门子 (Siemens)、韩国庆熙大学 (Kyung Hee University)、美国埃创公司 (Itron)、法国电信 (Orange).

4.5 专利强度分析

专利强度 (patent strength) 是 Innography 专利数据库的综合性评价指标, 表现为由权利要求、引证、诉讼、届满等影响因子按照权重算法得到的位于 0~100 之间的 1 个具体分数. 尽管这种算法存在

表 4 下一代互联网互联设备技术领域主要国家和地区专利申请数量排名前 20 位的申请人^{a)}

Table 4 Top 20 applicants ranked by the number of patents (applications) from the global major areas in the field of key connectivity technologies of NGI^{a)}

Number	Applicants from USPTO	Applicants from SIPO	Applicants from EPO	Applicants from JPO	Applicants from KIPO
1	Cisco [634]	Huawei [548]	Huawei [340]	NTT [180]	ETRI [552]
2	Huawei [319]	ZTE [295]	Nokia [321]	Hitachi [177]	Samsung [394]
3	Dell [309]	CAS [275]	Cisco [255]	NEC [150]	Korea Telecom [123]
4	Samsung [264]	NJUPT [198]	Ericsson [248]	Fujitsu [107]	Nokia [89]
5	Ericsson [243]	Tsinghua University [155]	Siemens [155]	Nokia [89]	QUALCOMM [88]
6	AT&T [240]	CQU PT [152]	Samsung [154]	Panasonic [77]	Sungkyunkwan University [84]
7	Nokia [194]	Hangzhou H3C [148]	ZTE [96]	QUALCOMM [73]	Huawei [64]
8	IBM [153]	Nokia [134]	Juniper [75]	Samsung [62]	LG [54]
9	Juniper [146]	Southeast University [121]	Dell [73]	Toshiba [56]	Kyung Hee University [44]
10	ETRI [139]	BUPT [119]	Intel [68]	Huawei [49]	SK Telecom [40]
11	Intel [135]	Hohai Univ.[104]	QUALCOMM [67]	Ericsson [43]	KETI [37]
12	QUALCOMM [115]	Samsung [103]	Robert Bosch GmbH [63]	KDDI [38]	Xerox [36]
13	HP [88]	BJTU [91]	Deutsche Telekom [57]	Mitsubishi [35]	Kyungpook National University [34]
14	Verizon [87]	State Grid [88]	Panasonic [52]	Sony [33]	Ericsson [32]
15	Hitachi [86]	Changshu Institute of Technology [87]	NEC Corporation [49]	Denso [29]	Korea University [29]
16	Microsoft [83]	Ericsson [86]	NTT [42]	Intel [28]	Chungbuk National University IAC [27]
17	Amazon [79]	Xidian University [79]	Orange [42]	IBM [19]	Chungnam National University IAC [26]
18	Fujitsu [71]	Zhejiang University [75]	Microsoft [36]	ZTE [19]	Yonsei University [24]
19	ZTE [66]	Cisco [75]	Philips [35]	Canon [18]	Hanyang University [24]
20	Alphabet [63]	China Telecom [67]	AT&T [32]	Philips [18]	Sunchon National University IAC [23]

a) 本表统计口径为专利申请人在被统计国家/地区专利行政部门受理的专利申请数量。

一定程度的偏离,但其经过长期的数据分析的验证和迭代优化,对于专利导航这种大规模的专利分析具有一定的适用性.图 7 是本导航领域中美两国专利的专利强度的比较.

如图 7(a),我国专利在本导航领域的专利强度普遍不高,且分布不均,70 分以上的高强度专利申请数量仅占我国专利申请总量的 6.3%,50~70 分之间的中等强度专利申请数量占我国专利申请总量的 10.9%,小于 50 分的低强度专利申请数量占我国专利申请总量的 82.3%.反观美国,如图 7(b),高、中、低强度的专利数量分别占比美国专利申请总量的 1/3,不同专利强度区间的专利申请数量相对均衡.

4.6 我国向国外申请专利分析

本导航领域,我国向国外申请专利数量排名前 10 位的专利申请人如表 5 所示.除华为公司和中兴通讯公司超过 300 件的专利申请之外,中国科学院(CAS)、新华三公司(H3C)、联想集团(Lenovo)和中国移动通信公司(CMCC)有超过 10 件的专利申请.绝大多数企业未向国外申请专利.与持有的

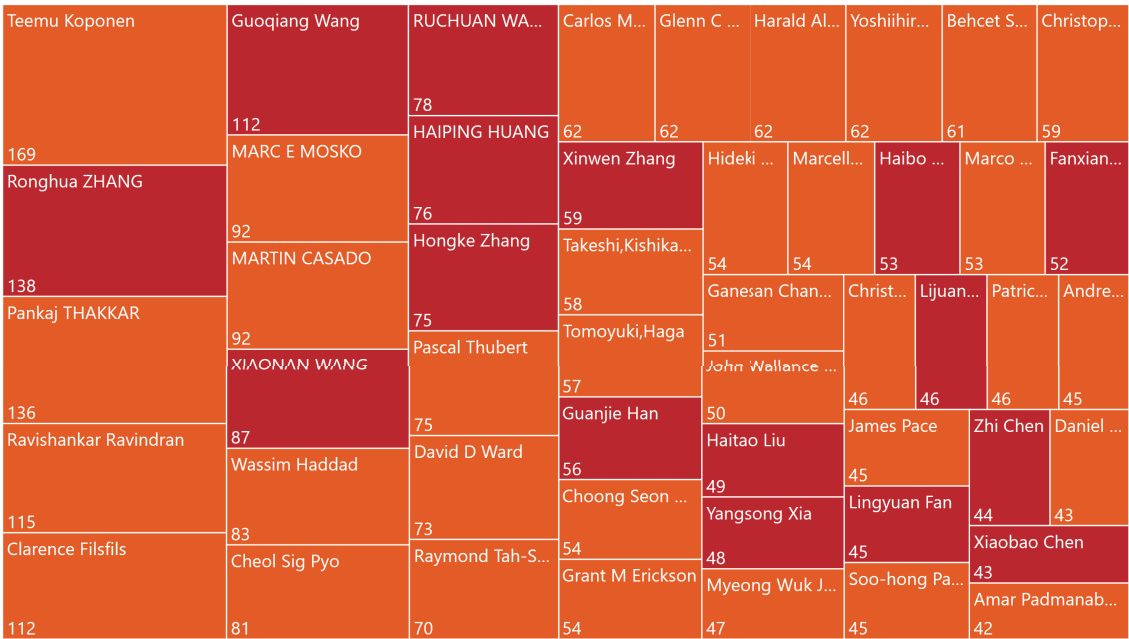


图 6 (网络版彩图) 下一代互联网互联设备技术领域全球专利申请数量排名前 50 位发明人
Figure 6 (Color online) Top 50 inventors ranked by the number of patents (applications) in the field of the globe key connectivity technologies of NGI

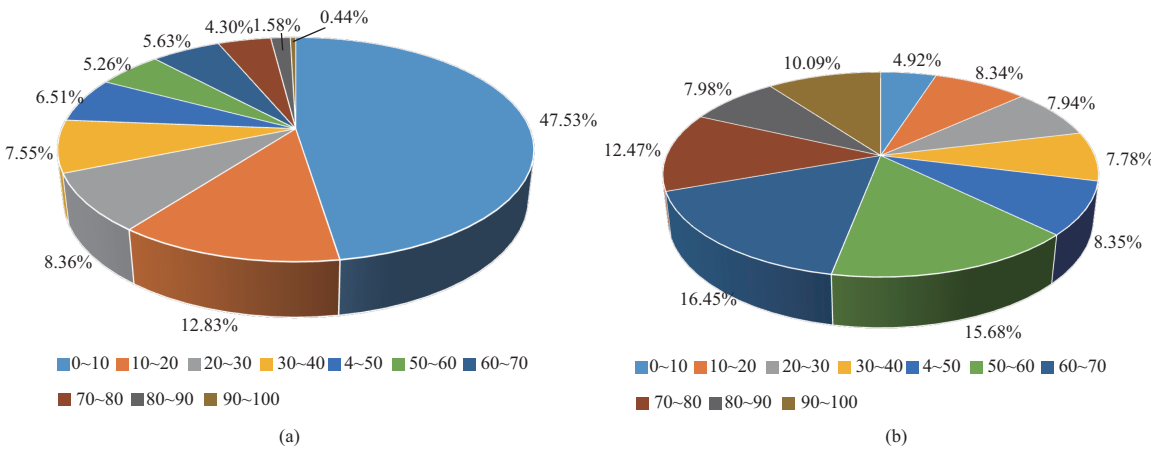


图 7 (网络版彩图) 下一代互联网互联设备技术领域中美两国专利的专利强度对比
Figure 7 (Color online) Comparison of patent strength between China and U.S. in the field of the key connectivity technologies of NGI. (a) Patent strength of CN patents; (b) patent strength of U.S. patents

专利数量相比, 国内高校普遍未向国外申请专利, 仅有重庆邮电大学 (CQUPT)、清华大学等高校申请了数件专利. 这可能与高校不具备独立应用和转化专利技术的设施和条件以及缺乏向国外申请专利的动机有关.

4.7 技术分支分析

本导航领域的技术热点多样、更迭频繁, 技术方案和路线存在多种选择和不确定性. 图 8 展示了

表 5 下一代互联网互联设备技术领域我国向国外申请专利数量排名前 10 位的申请人^{a)}

Table 5 Top 10 domestic applicants ranked by the number of external patents (applications) in the field of the key connectivity technologies of NGI^{a)}

Ranking	Company	The number of external patents (applications)
1	Huawei	1026
2	ZTE	338
3	CAS	28
4	H3C	25
5	Lenovo	23
6	CMCC	12
7	CQUPT	8
8	CATT	7
9	WRI	6
10	Tsinghua University	5
10	Fiberhome	5

a) 表中的专利申请由中国国家知识产权局之外的其他国家和地区的专利行政部门受理. CATT: 电信科学技术研究院; WRI: 武汉邮电科学研究院.

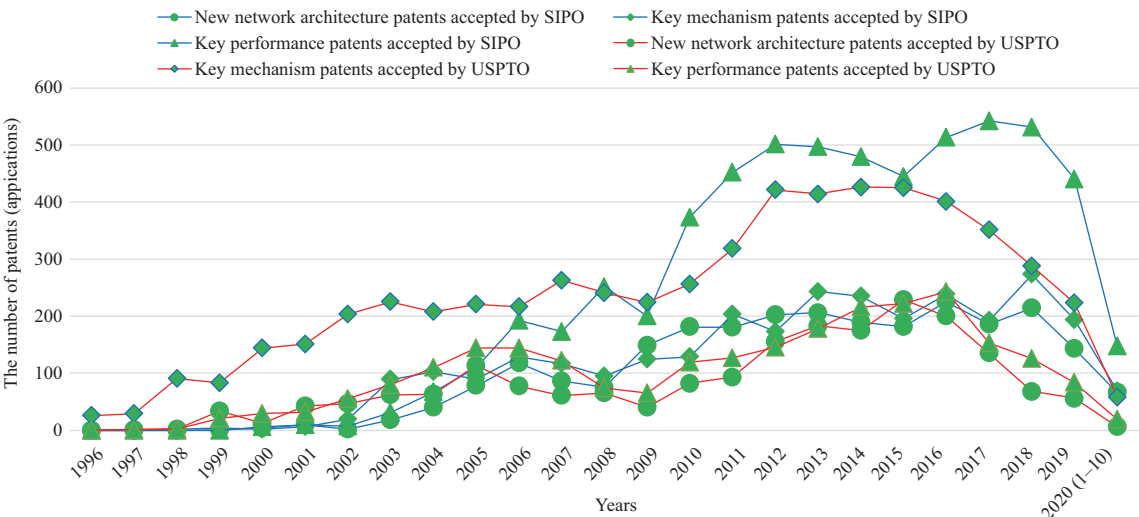


图 8 (网络版彩图) 中美两国专利行政部门受理的分支技术领域专利申请数量趋势对比

Figure 8 (Color online) The quantity trend of Patent application in three branches accepted by SIPO and USPTO

中国和美国专利行政部门受理的分支技术领域专利申请数量情况. 2005 年以前, 美国在新型网络架构技术分支领域同时拥有技术引领和专利数量上的优势, 如在以命名数据网络 (NDN) 和内容中心网络 (CCN) 为代表的技术领域长期布局, 累积了较多的专利. 2005 年以后, 我国企业、高校和科研机构紧密围绕信息中心网络架构 (ICN) 进行技术研发和创新, 同时也在标识分组网络、地址驱动网络和服务定制网络等新型网络架构技术的研发中布局了大量专利.

在关键机理技术分支, 影响下一代互联网互联设备的 IPv6、SDN、NFV、边缘计算和 5G 移动通信相关技术均是当前技术研发和专利布局的热点. 相比之下, NFV 技术将与 SDN 等其他技术共同应用在移动互联网、工业互联网、物联网等各类场景当中, 满足高清、4K/8K、AR/VR 等新业务的不同

需求。虽然我国在组织实施 IPv4 网络向 IPv6 网络过渡的技术研究和应用以及 5G 网络发展过程中产生了大量专利, 拥有较强的技术实力, 但是由于我国在 NFV、SDN 和边缘计算领域的跟随劣势, 以及高技术创业企业数量的不足, 导致我国在该分支领域的技术研发和创新水平仍然显著低于美国。

从关键性能技术分支的专利申请趋势来看, 我国拥有专利数量优势, 反映出我国近年来在网络安全、媒体融合、移动优先、人工智能和绿色创新等领域的战略导向。我国坚持互联网 + 的发展理念, 让互联网更好地造福国家和人民, 侧重在保证互联网安全、可靠、可扩展和智能运行等技术领域展开创新, 形成了独特的后天数量优势。

此外, 本部分引入创新者竞争力分析图对分支技术领域的竞争格局进行分析。创新者竞争力分析图融合了专利申请人的数据指标和营业收入指数, 能够形象地模拟出专利权人的竞争优势。图 8 中横轴以专利价值为核心反映技术实力, 数值越大表示该专利权人在该技术领域的专利价值越高; 纵轴为专利权人在该领域的经济综合实力体现, 数值越大说明该专利权人在该领域的经济实力越强。不同气泡代表不同的专利权人, 气泡大小代表专利数量多少。横坐标之间的距离代表专利权人的技术差距; 纵坐标之间的距离代表着专利权人在该领域的经济差距。

图 9 展示了本导航领域新型网络架构技术分支全球专利申请总量排名前 20 位的专利申请人的竞争力分析。在技术优势方面, 华为和思科明显领先; 在经济优势方面, 三星电子公司明显领先, 但其技术实力落后于华为和思科。我国创新主体中, 除华为之外, 中兴、中国科学院、重庆邮电大学、清华大学等入围。此外, 常熟理工学院、南京邮电大学、北京邮电大学、北京交通大学、东南大学、西安电子科技大学等高校的专利申请数量也排名相对靠前。值得关注的是, 我国高校和科研机构在与下一代互联网互联设备相关的新型网络架构技术领域持有大量的专利, 与美国、欧洲、日本和韩国等国家和地区创新主体的结构呈现明显差异。

图 10 展示了本导航领域关键机理技术分支的专利申请数量排名前 20 位的专利申请人的竞争力分析。在技术优势方面, 华为、戴尔、诺基亚、思科、爱立信, 以及美国电话电报公司 (AT&T) 等企业相对领先, 在专利数量方面差距不大, 市场竞争相对更为激烈。在经济优势方面, 三星电子明显领先, 专利数量相对较少。高通、美国电话电报公司、威瑞森 (Verizon)、瞻博网络等美国企业在技术和市场方面优势均较为突出, 凸显了美国在本导航领域关键机理各技术分支的强劲实力。此外, 欧洲、韩国和日本企业的竞争力不容小觑。我国创新主体中, 除华为之外, 仅有中兴 1 家企业的专利申请数量入围前 20 名。

图 11 展示了本导航领域关键性能技术分支的专利申请数量排名前 20 位的专利申请人的竞争力分析。三星电子公司无论在技术方面, 还是经济方面均具有竞争优势, 尤其是企业经营收入。单纯从技术优势看, 华为、思科、诺基亚、爱立信、韩国电子通讯研究院、高通和中兴等传统电信设备商和运营商均具有较强的竞争力, 我国中国科学研究院和多所高校在与下一代互联网互联设备相关的关键性能技术领域申请专利数量排名相对靠前, 如南京邮电大学、重庆邮电大学、清华大学等。此外, 日立、飞利浦、松下、英特尔、谷歌、法国电信和日本电气 (NEC) 等企业的专利申请入量也已入围前 20 名。同样需要引起关注的是, 我国高校和科研机构在与下一代互联网互联设备相关的关键性能技术领域持有大量专利, 与美国、欧洲、日本和韩国等国家和地区创新主体结构形成鲜明对比。

此外, 由于卫星互联网所具备的低时延、低成本、广覆盖、网速快等优点, 未来将成为 5G、6G 网络覆盖空间和场景等方面的补充, 并影响互联网互联设备的形态和性能。而且, 轨道和频段是不可再生的战略资源, 是各国卫星企业争相抢占的战略重点, 未来行业竞争可能不仅仅是商业上的竞争, 还有国防战略层面的竞争。

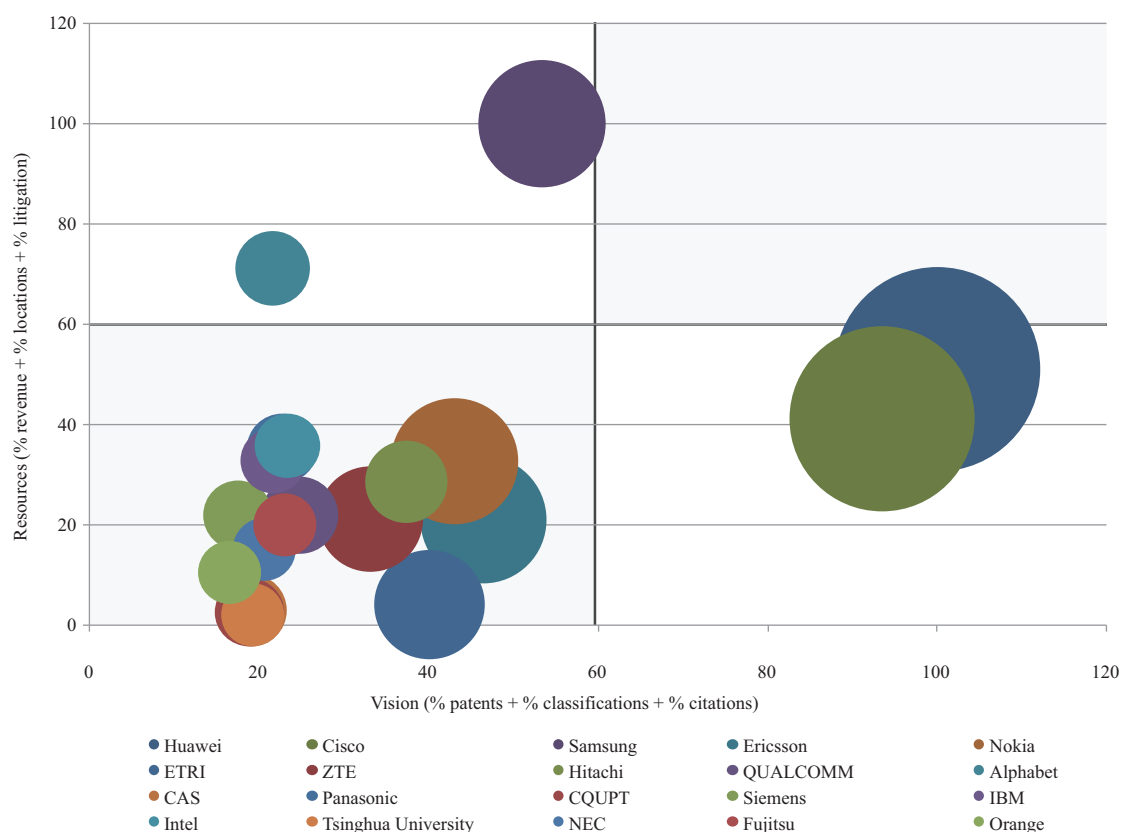


图 9 (网络版彩图) 新型网络架构技术分支主要创新主体竞争力分析

Figure 9 (Color online) The competitiveness of top 20 innovation entities in the field of the new networking architecture technology

5 专利运用典型案例

专利运用既是对专利质量和价值的检验,也是高价值专利培育的最终目标.国外创新主体的专利运用往往通过技术型企业之间的收购、许可和诉讼,以及设立创新企业来实现,国内创新主体的专利运用除企业间的市场行为之外,本部分侧重于介绍高校与科研院所的专利运用实践.

5.1 国外案例

(1) **思科公司.** 思科早在 1986 年就在市场上推出了第 1 台多协议路由器,并开发了繁杂的路由器私有协议,如内部网关路由协议 (interior gateway routing protocol, IGRP)、思科交换链路内部协议和动态 ISL 协议 (inter-switch linking protocol and dynamic ISL protocol, ISL&DISL)、思科发现协议 (Cisco discovery protocol, CDP) 等.基于这些私有协议的部分机制申请的专利,导致全球其他网络设备制造商都无法未经其许可而制造和销售符合这些包含私有协议的产品.

2003 年 1 月,思科在美国德州马歇尔联邦地区法院向我国华为公司及其在美国的两家子公司 Huawei America, Inc. 和 FutureWei Technologies, Inc. 提起诉讼,成为中美 ICT 领域知识产权的第一案.思科指控华为侵犯了至少 5 项与思科路由器“私有协议”相关的专利权以及版权、商业秘密和不正当竞争等.双方围绕是否构成知识产权各持一词,未进行专利是否侵权和滥用的审查,最终该案以

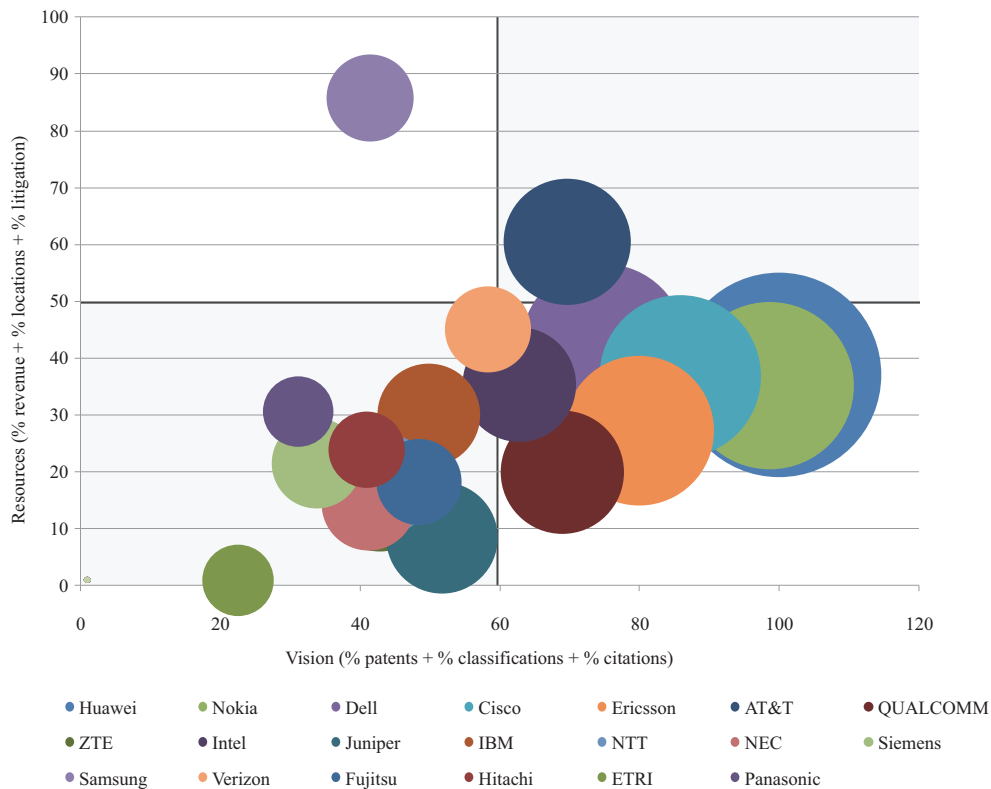


图 10 (网络版彩图) 关键机理技术分支主要创新主体竞争力分析

Figure 10 (Color online) The competitiveness of Top 20 innovation entities in the field of the key mechanism technology

和解告终, 和解内容至今保密. 该案影响深远, 2003 年 3 月, 华为与美国 3COM 公司合资成立了华三 (H3C) 公司, 正式打开了美国市场的大门. 此后至今, 思科与华为的交锋一直没有停止过.

(2) 交互数字通信公司. 交互数字通信公司 (Interdigital Communication, IDC) 创立于 1972 年, 是一家以专利许可为经营模式的公司. IDC 为全球的移动设备、网络和服务提供无线和视频技术, 以及安全技术、传感器技术和其他相关领域的技术开发, 拥有无线通信技术领域中 2G, 3G, 4G 标准下的大量必要专利和专利申请, 它持有的 34000 余项专利广泛用于手机、平板、笔记本等电子终端设备, 以及包括基站在内的无线基础设施设备、无线设备的组件、加密狗和模块, 以及物联网设备和软件平台等.

IDC 在发展过程中通过专利收购和频繁发起专利诉讼来获取巨额利润. 比如, 2003 年与爱立信和解了专利侵权诉讼; 2014 年与三星电子公司签署了专利许可协议; 2016 年与苹果和华为签署了许可协议, 收购了传感器处理技术的先驱企业 Hillcrest Labs; 2017 年与 LG 签署专利许可协议; 2018 年收购了特艺 (Technicolor) 的专利许可业务; 2019 年收购了特亿公司的技术研发与创新业务.

(3) VirnetX. VirnetX 是一家创立于 2005 年、总部位于美国内华达州的互联网安全软件和技术公司. 该公司对外宣称开发了安全域名注册和 Gabriel 技术, 使用了加密认证域名、计算机网络地址和公钥的独特组合, 允许跨网络安全验证. 与 Gabriel 技术相比, VirnetX 的主要盈利模式并非是依靠科技上的重大突破, 而是其根据对科技巨头技术方向的研究, 抢先注册专利, 为市场上的龙头企业提供专利许可来获利.

2007 年 2 月, VirnetX 状告微软多个版本的 Office 软件侵犯了该公司的两项 VPN 技术专利, 最

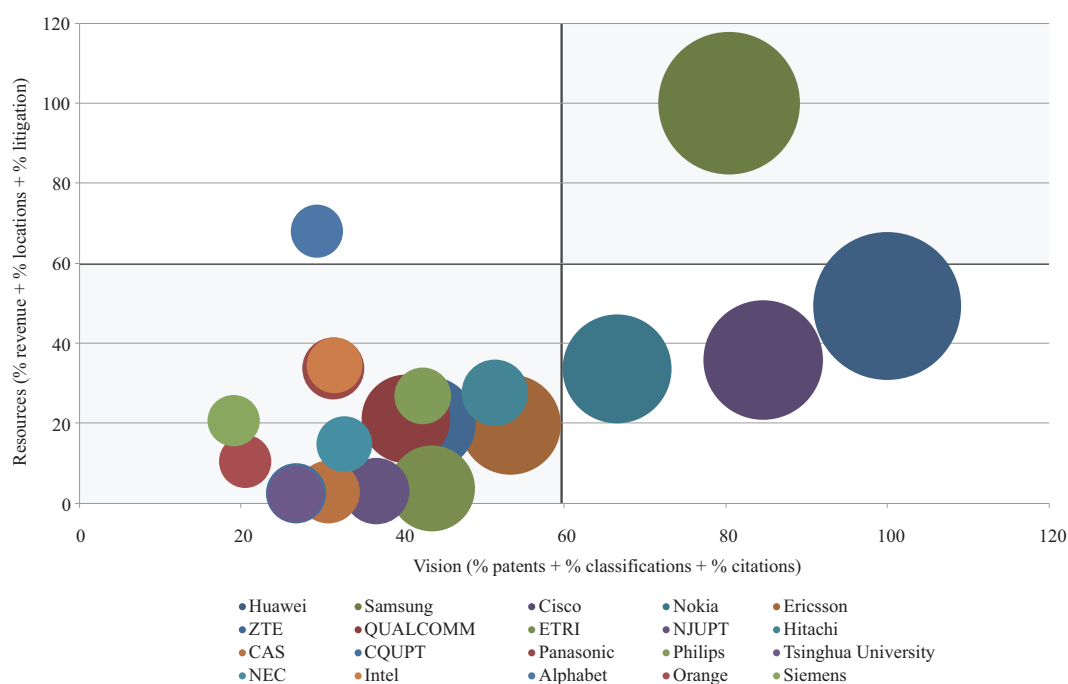


图 11 (网络版彩图) 关键性能技术分支主要创新主体竞争力分析

Figure 11 (Color online) The competitiveness of Top 20 innovation entities in the field of the key performance technology

终微软向 VirnetX 支付了 2 亿美元和解。2010 年 3 月, VirnetX 再次起诉微软, 两次诉讼共获得赔偿 4.23 亿美元。2010 年, VirnetX 向德克萨斯地方法院起诉苹果的 iOS 系统侵犯了它的 Face Time、VPN 和域名相关的 4 个专利, 2020 年 11 月, 法院最新判决苹果侵权并赔偿 VirnetX 5.026 亿美元。在此期间, VirnetX 还相继状告了苹果、思科、Avaya、西门子等公司, 绝大多数均以胜诉告终。其中的主要原因是 VirnetX 的专利大都是其他公司绕不开的技术。比如: 安全系统的安全通讯网络协议、建立虚拟专用网络安全通讯链接的方法、使用安全域名的安全通讯网络协议、基于域名服务请求的安全通讯链接的建立等。

5.2 国内案例

(1) 清华大学网络科学与网络空间研究院。近年来, 清华大学网络科学与网络空间研究院根据国家 IPv6 下一代互联网战略发展需要, 依托下一代互联网核心网国家工程实验室等平台, 先后承担了“新一代互联网体系结构理论研究”、“新一代互联网体系结构和协议基础研究”、“IPv6 网络管控技术及其应用示范”、“IPv6 源地址验证和管理研发及应用试点工程”、“一种新型网络体系结构: 地址驱动的网络体系结构、技术研发和试验”、“地址驱动的网络安全管控体系结构及其机理研究”和“大规模安全可信的编址路由关键技术和应用示范”等多项国家级重大项目。通过上述项目的实施, 建设“未来互联网试验设施 (FITI)”, 提出下一代互联网真实源地址验证体系结构 (SAVA), 推动 IETF 成立专门工作组 SAVI, 完成 IETF 标准 7 项; 提出“4over6 隧道过渡技术”和“无状态翻译过渡技术”, 完成 IETF 国际互联网标准 17 项; 自主成功研制 IPv6 高性能核心路由器并大规模部署使用, 替代进口路由器稳定运行 8 年以上; 提出新型一体化融合网络路由体系及路由技术, 突破“天地一体化”网络拓扑高动态、传输链路时空差异大、天地应用需求迥异等重大技术难题; 针对北斗卫星导航系统和 IPv6

下一代互联网首次提出基于位置 (而不是网址) 定位实体和信息。

清华大学网络科学与网络空间研究院的研究成果已形成华为、中兴、华三、锐捷、神州数码网络、赛尔、比威、盛科等公司的几十个型号的新型网络产品和系统, 已在 CERNET2 主干网、全国 100 余所高校网络、国家计算机网络与信息安全管理中心、中国电信和中国移动等得到大规模应用, 解决了大规模实际应用中的工程技术问题, 提高了网络的安全可信性, 为国际标准完善提供了技术支撑。

(2) 北京交通大学下一代互联网互联设备国家工程实验室。北京交通大学下一代互联网互联设备国家工程实验室 (简称“实验室”) 是面向下一代互联网关键技术, 产、学、研相结合的新型研究开发机构, 下设一体化标识网络研究室、IPv6 路由交换研究室、移动互联网研究室、网络安全研究室、无线传感器网络研究室、网络测试研究室、网络工程研究室等研究机构, 中兴通讯、比威和赛尔网络等企业共同参与建设。实验室在本导航领域取得了多项技术突破, 包括: IPv6 路由器、IPv6 无线/移动路由器、IPv6 网络性能分析系统, 以及 IPv6 微型传感路由设备的技术研发。

实验室注重科研成果在产业工程领域的转化实施, 一方面, 加入闪联等产业联盟和 IETF, IEEE 等标准化组织, 建立产业规模化应用渠道。另一方面, 利用自主研发的网络互联设备支撑国内多所高校、科研机构和企业新型网络试验平台的搭建, 数十件专利在多家企业得到成功转化实施。此外, ZL200511034579.1 “一种实现一体化网络服务的体系结构” 以及 ZL20130272130.6 “数据包传输方法及网络系统” 分别获得 2015 年和 2017 年中国专利优秀奖。

近年来, 实验室主要专注于标识网络及智慧标识网络的研究和应用, 先后获得国家“973”, “863”等多项科技计划的支持, 在网络体系架构、标识解析映射机制等领域取得重要创新。创新成果在高速铁路、应急通信和智能制造等信息通信网络中得到应用。

(3) 中国科学院计算技术研究所。中国科学院计算技术研究所 (简称“计算所”) 创建于 1956 年, 是中国第 1 个专门从事计算机科学技术综合性研究的学术机构, 致力于计算机科学技术领域的科学发现和技术创新。

计算所非常重视知识产权的保护和运用, 积极开展高价值专利的挖掘和布局, 探索拍卖、转让、许可等多种转移转化方式。计算所全资的资产管理公司北京中科算源资产管理有限公司以现金出资方式投资计算所技术成熟团队项目, 使计算所的技术通过这些投资企业成功走向市场并实现产业化。后期孵化公司融资后, 根据市场估值转让股份, 从而形成资本积累; 同时成立产业基金, 积极参与孵化公司的融资, 打造计算所产业化生态。计算所孵化了曙光、寒武纪、龙芯、晶上、天玑、睿芯、物栖等已实现规模产业化的技术创新企业, 如图 12 所示。

北京中科算源资产管理有限公司还成立了北京中科图灵基金管理有限公司, 打造经营性资本服务平台, 吸收政府机构和专业投资人从事天使投资与孵化业务, 逐步开展与各地方政府及机构投资人之间的合作, 为计算所内的科研团队进行融资, 促进“技术吸引资本 — 资本成就产业 — 产业促进高技术资产升值 — 资产收益反哺前沿科技研究”的高新技术产业生态循环链的发展完善。

6 结论与建议

专利导航研究强调从专利数据分析到专利运用效益的实现, 研究结论定位于从国家、行业、地方、创新主体及发明人团队等不同层面为技术研发与创新活动提供启示和建议。我国在本导航领域是全球持有专利数量最多的国家, 但并非技术研发与创新水平最高的国家。根据专利导航分析结果来看, 我国要想实现在本导航领域的既定目标, 应当采取一些必要的措施。

首先, 我国在本导航领域的专利强度整体不高, 跨国企业数量较少、全球专利布局能力较弱。互联



图 12 (网络版彩图) 中科院计算技术研究所孵化企业谱系

Figure 12 (Color online) Pedigree of spin-offs of Institute of Computing Technology, CAS

网中的互联设备是典型的跨国界应用, 即使在具体场景下的特定应用, 也极易容易在境外被复制和应用, 只有具备强大的专利储备和运用能力的国际化企业才能让高价值专利通过国外专利布局发挥更大作用. 因此, 应当以国际视野和格局深刻认识本导航领域的技术研发和创新对于我国新型基础设施建设和未来经济社会发展的战略意义, 将培育高价值专利同培育国际化企业的目标结合起来. 建议有关部门继续强化政策支持和产业扶持力度, 引导财政预算和社会资本投向本导航领域的关键性能相关技术的研发和创新、高价值专利培育, 以及国外专利布局, 扶持高技术企业孵化和高技术创业企业发展, 培育少数高潜力企业成长为跨国企业.

其次, 我国高校和科研机构在本导航领域拥有大量专利, 但实现对外许可和转让的专利所占比例总体低于 5%^[7], 相比美国顶尖大学和科研机构 40% 以上的专利转让和许可, 面向产业转化应用的潜力巨大. 建议进一步加强高校和科研机构的专利转移转化工作. 一是坚持技术研发和创新的专利成果运用导向和价值实现目标. 创新优化高校和科研机构与本导航领域龙头企业和高科技企业的合作研发机制, 提高合作研发的专利布局, 尤其与本土国际化企业的合作, 让专利在跨国应用中发挥更大的价值; 根据 ICT 领域全球互联互通、技术领域细分和专利密布等特点, 发挥专利组合效应, 提高国外专利布局质量和能力, 促进专利组合的整体实施和转化. 二是提升高校和科研机构创新管理水平. 严格落实国家关于高校和科研机构知识产权工作的规范要求, 将专利检索与分析、专利挖掘、专利布局、专利管理和运营等工作贯穿于技术研发和创新活动实施的全流程中, 针对存量专利开展分级管理, 对增量专利申请施行前置评估. 三是提升高校和科研机构的专利转化实施效果. 一方面, 支持掌握高新技术的教师和毕业生创新创业, 依托学校产业资源孵化科技创新企业, 让实验室里的专利成果直接得到实施应用. 另一方面, 利用好市场上的专业服务机构和技术交易平台等需求对接渠道, 促进高校和科研机构的技术优势与企业市场需求有效结合, 引导专利成果的跨界应用.

再次, 我国在 SDN、NFV、边缘计算等影响下一代互联网互联设备创新方向和技术研发的领域存在技术引领和专利产出上的劣势. 一是建议在国家级规划和相关产业发展规划中统筹考虑本导航领域的长期发展需求, 引导相关企业、高校和科研机构的优势资源进行整合, 围绕未来网络实验研究与规模部署、IPv6 网络过渡与部署、SDN 和 NFV 等与互联设备形态与功能等密切相关的关键机理类技术在特定场景应用涉及的基础科学和技术问题组织开展专项研发, 推动规模部署. 二是关注相关技术

发展对下一代互联网互联设备形态和性能的突破性影响, 如 6G 技术、卫星互联网技术、网络切片技术、自组织网络技术、分段路由技术、流量工程技术、可编程技术等, 预判可能出现的颠覆性技术对下一代互联网发展趋势的重大改变, 提早介入并应对。

最后, 相比发达国家的跨国企业, 我国绝大多数创新主体的专利运用手段相对匮乏, 缺乏与跨国企业直接交锋的经验, 专利运用能力不足。建议考虑采取以下举措: 一是探索高校、科研机构与企业 and 中介服务机构相关人员的双向交流与流动机制, 依托技术转移转化项目培养一批熟悉知识产权、法律、商业和技术标准化的复合型高端人才。二是强化专利信息深度运用。持续跟踪本导航领域创新主体的专利布局动向, 建立研发级别的专利信息数据库, 为需求分析、技术路线、标准化、专利运营、产品和服务研发以及风险预警等提供支撑。三是跟踪和分析最新的标准化需求和趋势分析, 将专利挖掘、布局、许可转化等工作与标准化深度融合, 实施专利标准化战略。

综合来看, 下一代互联网互联设备的技术研发与创新是一项系统工程, 不单纯是技术方案的选择, 更是涉及各国战略和产业政策层面的角逐, 涉及市场规模和商业竞争环境等。专利导航研究不仅是方向的引领, 更是以创新应用为目标、推动补足相应短板的决策支撑工具。为了最大程度地理解和把握技术研发与创新过程中存在的机会和不确定性, 专利导航作为一种有效途径, 已经成为跨学科、跨领域的交叉研究的范例, 今后将在更多的领域得到应用和发展。

致谢 由于作者水平和内容篇幅所限, 基于专利导航理论和实践经验的结果没有充分得以体现, 特此致歉, 并欢迎与技术专家们进行进一步的交流和讨论。全体作者对山东大学袁东风教授、北京交通大学郜帅教授、北京交通大学宋飞教授、清华大学赵有健教授、清华大学崔勇教授、北京邮电大学许长桥教授、北京邮电大学王敬宇教授、天津大学李克秋教授、大连理工大学王洪玉教授和扬州大学张乐君教授等专家给予的指导和帮助表示感谢。

参考文献

- 1 Wu C, Zhang Y X, Zhou Y Z, et al. A survey for the development of information-centric networking. *Chinese J Comput*, 2015, 38: 455–471 [吴超, 张尧学, 周悦芝, 等. 信息中心网络发展研究综述. *计算机学报*, 2015, 38: 455–471]
- 2 Huang T, Huo R, Liu J, et al. Development trends and prospects of future networks. *Sci Sin Inform*, 2019, 49: 941–948 [黄韬, 霍如, 刘江, 等. 未来网络发展趋势与展望. *中国科学: 信息科学*, 2019, 49: 941–948]
- 3 Organizing Committee of the Third Future Network Conference. White Paper on Future Network Development (2019). 2019 [第三届未来网络大会组委会. 未来网络发展白皮书 (2019). 2019] <https://www.sciping.com/33404.html>
- 4 CAICT. White Paper on Innovative Development of ICT Industry (2020). 2020 [中国信息通信研究院. ICT 产业创新发展白皮书 (2020 年). 2020] <http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202010/P020201020747846648780.pdf>
- 5 Geng J Z, Zhao S K, Ju G H. A review of network externalities in the process of technology standardization and technology innovation. *Economic Perspect*, 2012, 5: 91–94 [賡金洲, 赵树宽, 鞠国华. 技术标准化与技术创新过程中的网络外部性研究综述. *经济学动态*, 2012, 5: 91–94]
- 6 Shalaby W, Zadrozny W. Patent retrieval: a literature review. *Knowl Inf Syst*, 2019, 61: 631–660
- 7 Department of Strategic Planning of CNIPA, Intellectual Property Research and Development Centre of CNIPA. China Patent Survey Report 2020. 2021 [国家知识产权局战略规划司, 国家知识产权局知识产权发展研究中心. 2020 年中国专利调查报告. 2021] https://www.cnipa.gov.cn/module/download/down.jsp?i_ID=158969&colID=88

Patent navigation on key technologies of next generation Internet interconnection technologies: a review

Hongjun JIA¹, Jing ZHOU^{2,3*}, Kaiwen QIAO⁴, Dan ZHANG⁵, Xiang XIE³, Jie LIU⁶, Ying LOU⁷, Ming ZHANG⁸, Yue MA², Baiqiu ZHANG⁹, Xiaodong HE¹⁰, Lingyu ZHANG^{2,3}, Yeqing ZHENG^{2,3}, Hao ZOU⁷ & Ke LIU³

1. *Shanghai International College of Intellectual Property, Tongji University, Shanghai 200092, China;*
2. *National Patent Navigation Project (University) Research and Promotion Center, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;*
3. *School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;*
4. *Institute of Science and Technology, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;*
5. *Department of Social Cooperation and Service, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;*
6. *School of Mechanical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China;*
7. *Institute of Science and Technology, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China;*
8. *School of Information Science and Technology, Peking University, Beijing 100871, China;*
9. *Library, Jilin University, Changchun 130021, China;*
10. *Sichuan-Tibet Railway Research Institute, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China*

* Corresponding author. E-mail: zhou722@sina.com

Abstract The next generation Internet (NGI) is the infrastructure and leading field for countries all over the world to promote the revolution in the science and technology industry and reshape long-term competitiveness. Moreover, it is a strategic technology field full of high-technology, intensive patents, with intense R&D and innovation competition. Accordingly, this paper analyzes the key connectivity technologies of the NGI using the research framework of patent navigation. Then, it clarifies the basic concepts and categories of the key interconnection technologies of the NGI and defines them through interviews with several famous technical experts from China's universities. The status quo, competitive frontier, and future trend of patent development of key connectivity technologies of the NGI in the world and China are analyzed from the aspects of the general trend, region, core applicant, core inventor, patent strength, foreign patent application, and technology branch analysis. Finally, combined with the showcase of typical cases about patent usage, some suggestions are put forward from the perspective of patent navigation.

Keywords next generation Internet, future network, interconnection technologies, patent navigation