

# 基于专利分析的中美量子信息科学发展态势研究

沙 锐<sup>1</sup>, 刘龔龙<sup>1</sup>, 王东洋<sup>2</sup>

(1. 科学技术部高技术研究发展中心, 北京 100044;

2. 大连理工大学重大项目办公室, 辽宁大连 116024)

**摘 要:** 量子信息科学是当前科技创新的聚焦点, 中美两国都在加速战略部署, 以提升本国在全球量子信息科学产业发展中的优势地位。本文以专利数据为依据, 从专利申请趋势、技术领域分布、专利申请机构、专利布局等方面, 结合国家政府在该领域的战略布局, 对中美两国量子信息科学产业的发展态势进行了分析比较。当前中美两国量子信息科学均处于高速发展阶段, 中国主要聚焦于量子通信, 美国则更加关注量子计算机。专利市场布局方面, 中国在其他国家/地区专利布局较少, 中国未来量子信息科学产业的发展还应重视国际重要专利市场的前瞻性布局。

**关键词:** 量子信息科学; 专利分析; 中美比较

**中图分类号:** G311; G327 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2021.10.011

量子信息科学是利用量子系统的各种相干性、纠缠性进行编码、计算和信息传输的信息科学, 其基础是量子力学的基本原理<sup>[1]</sup>, 具体应用包括量子计算、量子通信、量子雷达和量子精密测量等方面<sup>[2]</sup>。量子信息科学的发展可以在提升测量精度、保障信息安全、提高运算速度等方面突破传统经典技术的束缚, 进而在信息、材料、生命和能源等多个领域孕育出对人类社会产生巨大影响的颠覆性技术, 有望成为保障国家安全和支撑国民经济高速发展的核心力量<sup>[2]</sup>。

面对 21 世纪量子信息科学的爆发式发展和第二次量子革命的到来, 各国在该领域的竞争也进入白热化。英国在 2014 年启动了“国家量子技术计划”<sup>[3]</sup>, 并于 2015 年发布《量子技术国家战略》, 计划建立量子通信、成像、传感和计算四大研发中心, 目前已累计投资超过 5 亿英镑。欧盟于 2016 年推出为期 10 年的“量子宣言”旗舰计划<sup>[4]</sup>, 总投资额超过 10 亿欧元, 涵盖量子通信、量子计算、量子模拟、量子计量和传感以及量子技术基础研究

5 个领域, 于 2018 年 10 月启动首批 19 个项目。德国于 2018 年 9 月推出“量子技术: 从基础到市场”框架计划, 该计划是德国在量子研究领域出台的首个科技促进计划, 拟于 2022 年前投资 6.5 亿欧元用于促进量子相关技术的研究发展与应用。

在这场量子信息科学全球发展浪潮中, 中美两国的发展无疑最引人瞩目。美国早已将中国视为全面竞争对手, 不仅仅在地缘政治和军事方面, 还体现在科学技术领域。2018 年爆发的中美贸易摩擦, 其实质就是科技实力之争<sup>[5]</sup>。两国政府高度关注量子信息科学的发展, 并将其上升到国家战略的高度。专利是产业发展的基石, 通过对专利信息的分析及预测, 可以了解产业发展现状及动向, 把握技术竞争态势, 进而摸清国家或区域之间的产业发展差距。本文按照时间顺序, 整理列举了近几年中美两国政府在量子信息科学领域的重要举措, 进而基于专利信息对中美两国量子信息科学产业应用发展进行了分析研究, 了解重点技术领域产业发展态势及未来动向, 以此提出对策建议, 旨在为推动中国量子信

**作者简介:** 沙锐 (1991—), 男, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为科技计划项目管理。

**收稿日期:** 2021-07-28

息科学发展以及产业政策的制定或调整提供参考。

## 1 相关理论基础与文献综述

针对量子信息科学,政府宏观战略规划方面,王炼<sup>[6]</sup>梳理了美国国家科学基金会支持量子信息研究的整体情况和近年来的新举措;张娟<sup>[7]</sup>介绍了美国国会研究服务处针对量子信息科学发展提出的政策考量;叶珍珍等<sup>[8]</sup>梳理了欧盟和美国的量子政策发展轨迹,重点分析了最新的重大战略部署以及影响政策制定的相关科学家。技术和产业发展方面,郭光灿<sup>[9]</sup>阐述了量子信息技术的研究现状与未来发展远景;高芳等<sup>[10]</sup>对全球量子信息技术最新进展进行了分析和研究,指出中国量子信息技术在2010年后已具备一定的竞争优势;徐启建等<sup>[11]</sup>回顾了量子理论及量子通信技术的发展历程,综述了国内外量子通信技术发展的现状和水平;肖玲玲等<sup>[12]</sup>、杨秀丽等<sup>[13]</sup>针对量子通信领域,借助专利分析,探讨中国在量子通信产业领域的优势及劣势,并据此对中国提出了相应的建议。然而,通过对已有文献的梳理发现,比对中国两国政府在量子信息科学领域战略部署并结合专利数据分析探讨两国量子信息科学产业发展态势的研究尚不多见。因此,本文梳理比对了中美两国在量子信息科学领域的战略规划,进而通过专利分析,研究两国之间产业发展的差异,最终根据研究得到的结论为中国量子信息科学的发展提供政策建议。

## 2 中美两国在量子信息科学领域的重要举措

### 2.1 中国

早在2006年,中国国务院发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》中就已经将“量子调控研究”列为科技部6项“重大科学研究计划”之一<sup>[14]</sup>。2016年2月,中国科学技术部设立的国家重点研发计划中包含了“量子调控与量子信息”重点专项。同年,在《“十三五”国家科技创新规划》面向2030年部署启动的重大科技项目中,量子通信与量子计算机也成为最先开展的专项之一,专项研究内容涵盖研制通用量子计算原型机和实用化量子模拟机,研发城域、城际、自由空间量子通信技术<sup>[15]</sup>。2018年,国务院发布的《关于全面加强基础科学研究的若干意见》中明

确加强对量子科学、合成生物学等重大科学问题的超前部署,加快实施量子通信与量子计算机、脑科学与类脑研究等“科技创新2030—重大项目”<sup>[16]</sup>。

2020年10月29日,中国十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中建议,瞄准量子信息、集成电路、生命健康等前沿领域,实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目,用以强化国家战略科技力量。并在后续的《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年远景规划》中对量子信息科学的发展做出进一步明确的规划布局,包括聚焦量子信息等重大创新领域,组建国家实验室,形成结构合理、运行高效的实验室体系;瞄准包括量子信息等前沿领域,组织实施国家重大科技项目;在包括量子信息等前沿科技和产业变革领域,组织实施未来产业孵化与加速计划,谋划布局相关产业;加快布局量子计算、量子通信、DNA存储等前沿技术,加强与基础学科的交叉创新等<sup>[17]</sup>。

### 2.2 美国

2018年12月,美国时任总统特朗普正式签署通过了《国家量子倡议法案》,计划未来10年内向量子信息领域投入12亿美元资金,由国家标准与技术研究院、美国国家科学基金会和美国能源部配合联邦政府共同落实。其中国家标准与技术研究院主要支持基础性量子信息科学和技术研究,制定量子信息科学发展标准;国家科学基金会主要负责发起量子信息科学和工程基础研究、跨学科量子信息科学和工程研究,以及该领域的人才储备教育计划;能源部负责牵头成立国家量子信息科学研究中心<sup>[18]</sup>。2019年3月,美国白宫科技政策办公室宣布成立国家量子协调办公室,2020年2月,国家量子协调办公室发布了《美国量子网络战略构想》,战略构想聚焦于量子计算和网络技术的研发,明确美国量子网络未来发展的短期和长期目标<sup>[19]</sup>。

2020年2月11日,美国白宫科学和技术政策局公布的2021年总统关键行业投资预算显示<sup>[20]</sup>,多个科研领域经费支出遭到削减,但是量子信息科学领域的经费预算不但没有减少,反而大幅提升,针对承担该领域研究的联邦关键科研机构2021年的总投资,将比2020年增加50%以上,到2022年

研发投入将增加一倍。2021年5月美国国会参议院商业、科学和运输委员会高票通过了《无尽前沿法案》, 如若通过该法案将授权美国政府在未来5年内向基础和先进技术研究提供超过1 100亿美元, 而“量子计算和信息系统”就是其中10项关键技术领域之一。表1针对中美两国在量子信息科学领域的主要战略举措进行了罗列对比。

表1 中美两国量子信息科学领域的战略举措

国家	年份	政策规划	出台方
中国	2006	国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)	国务院
	2016	“十三五”国家科技创新规划	国务院
	2018	国务院关于加强基础科学研究的若干意见	国务院
	2021	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年远景规划	第十三届全国人民代表大会第四次会议
美国	2016	推进量子信息科学: 国家挑战与机遇	国家科学技术委员会
	2018	国家量子倡议法案	众议院
	2020	量子网络战略构想	国家量子协调办公室
	2021	无尽前沿法案	参议院

深度的专利分析, 获悉国内外技术及布局情况。本文通过“智慧芽”专利数据库系统获取数据, 检索时间范围为2001年1月1日至2021年4月13日。通过文献调研以及业内专家研判, 确定以“量子通信”“量子计算机”“量子网络”“量子存储”“量子模拟器”“量子传感器”“量子成像”“量子导航”“量子编码”“量子密钥”“量子算法”“量子传输”“量子加密”等24个关键词作为检索词。国际专利分类(IPC)是根据专利和实用新型所涉不同技术领域, 对专利和实用新型进行分类<sup>[21]</sup>, 完整的IPC分类包含部、分部、大类、小类、大组、分组。如G06F16/00, 其中, G代表部, 06代表大类, F代表小类, 16代表大组, 00代表小组。由于量子信息科学主要涉及物理及电学, 因此IPC分类号设定为G部与H部, 数据获取时间为2021年4月13日。因专利申请到公开一般有18个月左右延迟, 所以2019—2021年数据仅供参考。

### 3.2 专利申请趋势分析

从2001年1月1日开始, 截至2021年4月13日, 中国量子信息科学领域专利申请总量为3 636件,

## 3 基于专利分析中美两国量子信息科学产业发展态势

### 3.1 数据来源及检索方式

“智慧芽”是著名的商业化全球专利检索平台, 覆盖整合了全球116个国家和地区的专利数据, 借助全球专利同族信息、引用数据, 可以开展多维、

美国在该领域专利申请总量为2 868件, 专利申请年度趋势如图1所示。对于中国来说, 有关量子信息科学的专利申请从2007年开始兴起, 其后一直保持增长态势, 增速保持在30%以上。特别是从2016年开始, 专利申请数量达到爆发式增长, 增速高达45%, 这有可能是因为中国国务院在2016年发布了《中国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》, 其中将量子通信纳入战略性产业中进行着重培育发展, 良好的政策环境刺激了科研工作者对量子信息领域研究的热情。美国有关量子信息科学的研究兴起于2000年, 之后到2002年有一个明显的增长, 但进入2002年以后趋势平缓, 专利数量没有明显变化, 甚至在2007年到2009年之间出现回落, 2009年到2015年恢复增长趋势, 但增速缓慢。2015年到2019年, 美国量子信息科学专利申请开始进入高速发展阶段, 增速高达45%。2019年, 《国家量子倡议法案》通过, 势必将对美国量子信息科学的未来发展带来更大的提升。

总体来说, 中美两国专利申请年度趋势变化差

异明显,美国量子信息科学产业起步早于中国,这与美国雄厚的经济与科技实力是分不开的。得益于美国在计算机、信息和通信技术的领先地位,量子信息技术作为一门多融合、多交叉的前沿技术,为量子信息科学的起步发展提供了优势条件。相比于美国,中国起步较晚,但是借助中国科技与经济实

力的持续提升以及政府宏观政策的引导,专利数量增速较快,特别是从2012年中期开始,专利数量已经超越了美国,并在后续一直保持着数量领先的优势。

### 3.3 专利技术领域分析

每件专利申请时会被分配一个或者多个 IPC 分

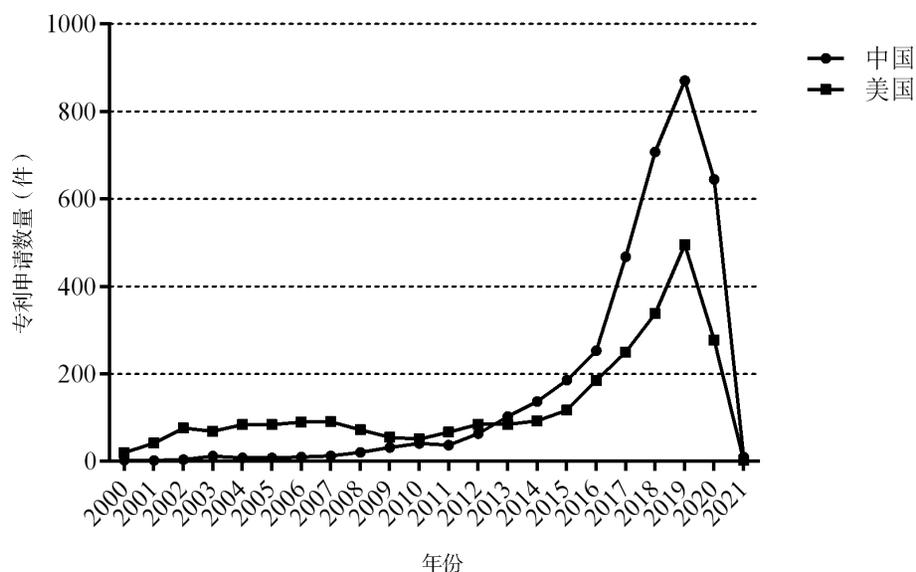


图1 中美两国量子信息科学专利申请趋势

类号, IPC 分类号反映了该项专利的研究内容和主题。对中美两国量子信息科学领域按 IPC 分类号(大组)统计,选取占比排名前5的技术主体进行对比分析,如表2所示。中国量子信息科学专利技术主要集中在 H04L9(保密或安全通信装置)、H04B10(传输系统)、H04L29(数字信息传输)三大类,专利数量占比都达到10%以上,特别是 H04L9(保密或安全通信装置)所占份额为46.62%,几乎占到全部专利的一半;此外还包括 G06N10(量子计算机)、G06N3(基于生物学模型的计算机系统)。对于美国来说, G06N10(量子计算机)、G06N99(基于特定计算模型的计算机系统)、H04L9(保密或安全通信装置)以及 H01L39(应用超导电性的或高导电性的器件)占比较高,均达到10%以上。可以看出,中美两国近20年来量子信息科学关注的技术领域不同,中国主要集中于量子通信方向,而美国则更加关注量子计算机方向。

结合全球量子信息科学排名前10的IPC技术领域(见表3),图2绘制了中美两国的分布情况,可以看出,两国趋势差异较大。美国在前10名IPC技术领域均有所覆盖,且分布较为均匀;中国则主要聚焦于 H04L9(保密或安全通信装置),其他技术领域 H04B10(传输系统)、G06N10(量子计算机)等也有所分布,但其余技术领域分布较少。

### 3.4 专利申请机构分析

根据产业发展规律,产业发展越成熟,产业内部资源整合程度越高,即大量专利集中在产业少数龙头企业中,专利数量在申请机构的分布情况会形成集中-离散的特征<sup>[22]</sup>。同理,当专利数量相对集中度低时,容易造成“专利分散”,将会一定程度阻碍竞争,弱化产业创新<sup>[23]</sup>。表4列出了中美两国量子信息科学领域专利申请量前10名的机构。可以看出,中国前10名的申请机构共申请了1022件专利,占全部专利的28.1%,美国为999件,占全部专利的34.8%,两国专利数量相对

表 2 中美量子信息科学专利申请排名前 5 位的 IPC 技术领域分布

国家	分类号	定义	专利数量 (件)	占比 (%)
中国	H04L9	保密或安全通信装置	1 862	46.62
	H04B10	利用无线电波以外的电磁波或利用微粒辐射 (例如量子通信) 的传输系统	735	18.40
	H04L29	H04L1/00 至 H04L27/00 单个组中不包含的装置、设备、电路和系统	479	11.99
	G06N10	量子计算机, 例如基于量子力学现象的计算机系统	323	8.09
	G06N3	基于生物学模型的计算机系统	165	4.13
美国	G06N10	量子计算机, 例如基于量子力学现象的计算机系统	719	26.09
	G06N99	基于特定计算模型的计算机系统小类中其他各组中不包括的技术主题	426	15.46
	H04L9	保密或安全通信装置	328	11.90
	H01L39	应用超导电性的或高导电性的器件, 专门适用于制造或处理这些器件或其部件的方法或设备	283	10.27
	B82Y10	用于信息加工、存储或传输的纳米技术, 例如量子计算或单电子逻辑	203	7.37

表 3 全球量子信息科学前 10 位 IPC 技术领域注释

序号	分类号	IPC 类别
1	H04L9	保密或安全通信装置
2	H04B10	利用无线电波以外的电磁波或利用微粒辐射 (例如量子通信) 的传输系统
3	G06N10	量子计算机, 例如基于量子力学现象的计算机系统
4	G06N99	基于特定计算模型的计算机系统小类中其他各组中不包括的技术主题
5	H04L29	H04L1/00 至 H04L27/00 单个组中不包含的装置、设备、电路和系统
6	H01L39	应用超导电性的或高导电性的器件, 专门适用于制造或处理这些器件或其部件的方法或设备
7	H01L29	专门适用于整流、放大、振荡或切换, 并具有至少一个电位跃变势垒或表面势垒的半导体器件; 具有至少一个电位跃变势垒或表面势垒; 半导体本体或其电极的零部件
8	G06F17	特别适用于特定功能的数字计算设备或数据处理设备或数据处理方法
9	B82Y10	用于信息加工、存储或传输的纳米技术, 例如量子计算或单电子逻辑
10	G02F1	控制来自独立光源的光的强度、颜色、相位、偏振或方向的器件或装置; 非线性光学

集中程度没有明显的差异。同时, 从专利申请机构类别角度考虑, 中国前 10 名申请机构中 6 家是企业, 高校有 4 家, 排名分别是 5、6、8、9, 分布于中下层区域。而美国申请量排名前 10 名的机构中前 8 家都是企业, 高校仅占最后 2 席。需要注意的是, 作为专利申请机构, 企业与高校在定位与目标上存在较大差异, 如果企业作为创新主

体进行技术专利的申请, 技术创新会更加贴近市场需求, 而高校作为创新主体, 则会面临创新成果转化与应用相对滞后等挑战, 难以快速满足市场需求和产业发展。

### 3.5 PCT 专利申请分析

专利申请人通过 PCT 途径递交国际专利申请, 申请成本较高, 专利审批较为严格, 通过后可以获

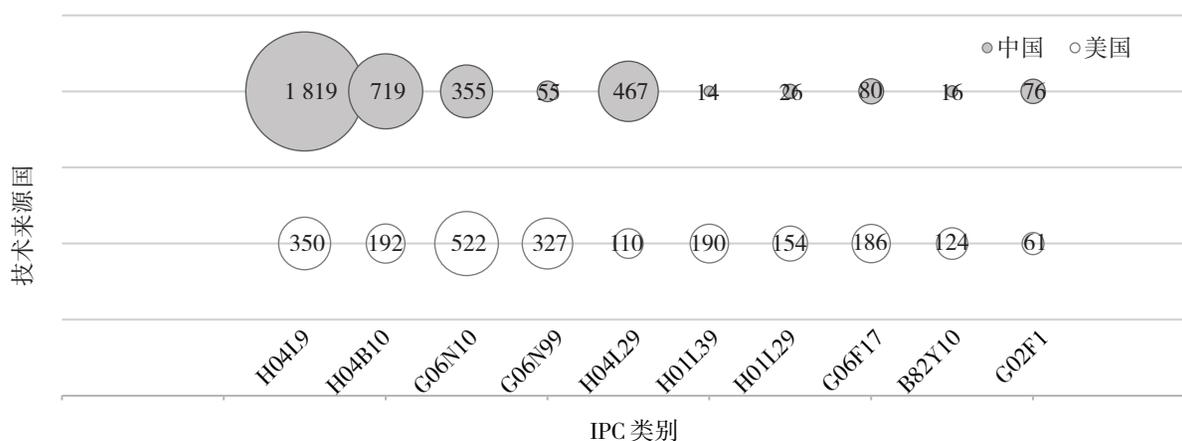


图2 中美两国全球量子信息科学前10位IPC技术领域分布

表4 中美量子信息科学专利量前10的机构

序号	中国机构名称	专利数量（件）	美国机构名称	专利数量（件）
1	如般量子科技有限公司	191	国际商业机器公司（IBM）	275
2	科大国盾量子技术股份有限公司	126	D-Wave 公司	185
3	国家电网公司	117	微软技术许可有限责任公司	113
4	合肥本源量子计算科技有限责任公司	108	英特尔公司	105
5	中国科学技术大学	102	谷歌有限责任公司	92
6	北京邮电大学	102	MagiQ 技术有限公司	80
7	南京如般量子科技有限公司	78	诺斯罗普·格鲁曼公司	47
8	清华大学	70	Rigetti 量子计算开发公司	38
9	南京邮电大学	65	哈佛大学校长及研究员协会	32
10	安徽问天量子科技股份有限公司	63	麻省理工学院	32
合计		1 022		999
占比		28.11%		34.83%

得众多缔约国承认<sup>[24]</sup>。因专利质量较高，PCT 专利申请数量已被经济合作与发展组织等国际组织作为评估一个国家或地区科技创新能力的重要指标<sup>[25]</sup>。经统计，美国量子信息科学 PCT 专利数量为 224 件，占美国该领域所有专利申请的比例为 7.81%，中国量子信息科学 PCT 专利数量为 41 件，在中国该领域所有专利申请中占比为 1.13%。同时，全球有关量子信息科学的 PCT 专利总数为 514 件，其中美国占比 43.58%，中国占比 7.98%。对比可

以发现，中国 PCT 专利不论从数量还是占比上，都低于美国，表明我国量子信息科学专利技术质量还有较大的提升空间。

### 3.6 专利五局流向

专利五局是指当前世界最大的五个知识产权局，即中国知识产权局（CNIPA）、美国专利商标局（USPTO）、欧洲专利局（EPO）、韩国特许厅（KIPO）和日本特许厅（JPO）。通过分析专利五局流向，可以了解特定国家/地区在中、美、欧、日、

韩五大局的市场布局情况。统计对比中美两国量子信息科学专利五局流向, 结果如图 3 所示。中美两国专利布局的主要市场国 / 地区都是本国, 中国达到了 95.17%, 美国为 69.43%。美国除本土外, 在中国、欧洲、日本、韩国都有所布局。中国在本土

外地区专利布局较少。结合两国 PCT 专利数量可见, 美国更加重视量子信息科学专利的全球化布局, 这有利于促进美国量子产业的国际化发展。相比之下, 中国量子信息科学专利的全球化布局较少, 专利国际保护意识比较薄弱。

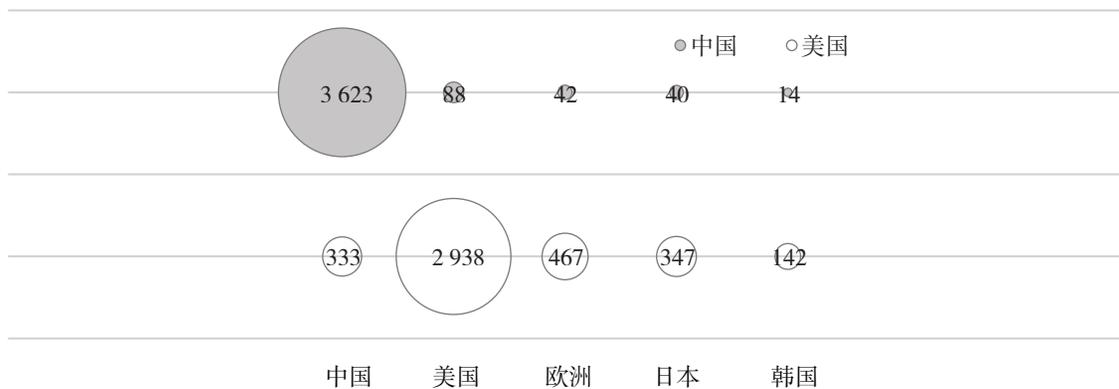


图 3 中美两国量子信息科学专利目标市场国 / 地区分布

## 4 结论及建议

### 4.1 主要结论

由上述分析可知: 中国在政府宏观层面上一直保持着对量子信息科学的高度关注, 在国家各阶段科技创新发展规划中都将其列为重点发展领域, 对技术方向、实验平台、产业布局等方面做出明确规划, 具有一定的连续性, 并通过国家科技计划项目的部署实施, 保证规划目标的实现。美国则在加速量子信息科学研究投入的基础上, 通过国家立法, 对国家支持、基础设施、人才教育、社会资本投入、国际合作等各方面制定了详细的规则, 联邦政府各科研机构按要求承接任务, 侧重点各有不同。

专利申请总体趋势方面, 当前中美两国量子信息科学均处于高速发展阶段。借助于科技经济优势, 美国量子信息科学专利研究早于中国, 但是随后 10 年发展较为平缓。中国自 2007 年后, 专利申请量逐年递增, 且增速高于美国, 显示出中国对于量子信息科学的研发投入显著增多。2013 年中国专利数量反超美国, 截至 2019 年两者差距不断拉大。

专利技术研发布局方面, 中国主要聚焦于量子通信, 全球最长大尺度光纤量子通信主干网“京沪

干线”的建成、墨子号的成功发射都表明中国在量子通信领域已取得众多领先成果, 未来还需进一步扩宽量子信息科学技术领域的布局。而美国则更加关注量子计算机, 美国 D-Wave 公司研制开发了全球第一款可商用量子计算机 D-Wave One, 而以微软、谷歌公司为代表的企业更是将量子计算机应用于无人驾驶汽车、数据分析、图像处理等多个领域。除了量子计算机, 美国还基本覆盖了量子信息科学产业中的主要技术领域。专利申请机构方面, 中美两国的创新主体都以企业为主, 专利集中离散程度较为一致, 中国高校 / 科研机构在量子信息科学产业创新中所占权重略高于美国。专利市场布局方面, 美国在本国、中国、欧洲、日本和韩国都有所布局, 中国在本国外国家 / 地区专利布局较少, 结合 PCT 专利数量可见, 虽然中国量子信息科学产业未来发展潜力和发展空间巨大, 但还应重视国际重要市场专利前瞻性布局。

### 4.2 政策建议

新国际形势下, 为进一步推动中国量子信息科学的发展, 建议如下:

(1) 中国应在国家战略层面上继续保持对量子信息科学的高度重视, 制定国家量子信息科学战略和愿景目标。发挥市场经济条件下新型举国体制机制

优势,优化顶层设计,明确各方职责,针对已有的量子信息科学技术与应用基础,梳理急需攻克的关键技术,制定国家量子信息科技和产业发展战略规划以及国际标准,明确发展路线图及各阶段预期目标。

(2) 政府部门加强统筹指导,健全国家量子信息科学技术创新体系,推动产学研深度融合。整合高校和科研院所量子科技创新资源,建设量子信息科学实验室和技术创新中心等国家级平台,加强基础理论研究。在计算机、导航、医学检验及环境监测等相关应用领域依托科技领军企业组建一批技术创新联合体,鼓励企业积极推动新兴技术商业化。进而统筹协调全国高校、科研院所、企业三者之间的合作关系,开展关键共性技术及产业应用技术的联合攻关,形成量子科技创新生态系统。构建囊括量子信息科学产业上中下游全产业链的专利共享平台,实现基础研究、应用研究、成果转移转化等环节的有机衔接,将技术创新转化为推动经济健康发展的不竭动力。

(3) 扩宽技术研究领域,鼓励多领域、多学科的交叉融合。量子信息科学产业的发展不能仅集中于量子通信,应扩宽研究范围,促进相关技术领域间的交叉融合,均匀覆盖量子信息科学技术专利方向,形成中国自身的核心技术。加强与各国的开放合作,促进不同领域、国内国外量子信息科学机构、研究人员间的对话合作,凝聚多方优势,互利共赢,在为量子信息科学研究注入新思考、新动力的同时,积极扩展国际市场专利布局。

(4) 重视人才资源的长期培养,将人才作为发展量子信息科学领域的战略储备。鼓励高校建设量子信息科学相关学科,加大对硕士博士研究生的教育培养,在强化人才培育力度的同时推动高端人才的引进,从全球范围内聘请吸纳量子信息科学领域高水平人才,构建专家库并定期更新。促进大学、科研院所、企业之间的人才交流,激发人才创新创造活力,为我国量子信息科学发展提供持续人才保障。■

#### 参考文献:

- [1] Bennett C H, DiVincenzo D P. Quantum information and computation[J]. Nature, 2000, 404(6 775): 247-255.
- [2] 潘建伟. 更好推进我国量子科技发展[J]. 红旗文稿. 2020(23): 9-12.
- [3] UK Official. A perspective of UK quantum technology prepared by and for the UK quantum technology community[EB/OL]. [2021-07-05]. <http://uknqt.epsrc.ac.uk/files/ukquantum-technologylandscape2016/>.
- [4] QT Flagship High-Level Steering Committee. Quantum Technologies Flagship Final Report[R]. Brussels: EC, 2017.
- [5] 罗振男, 孙凤. 科技实力是贸易平衡的根本——社会学视角看中美贸易摩擦[J]. 科学管理研究, 2019, 37(5): 36-39.
- [6] 王炼. 美国国家科学基金会推动量子信息研究的新举措[J]. 全球科技经济瞭望, 2018, 33(5): 1-5.
- [7] 张娟. 美国对量子信息科学发展的政策考量[J]. 世界科技研究与发展, 2018, 40(4): 375.
- [8] 叶珍珠, 范琼, 汤书昆. 欧美量子科技政策及其背后相关科学家分析[J]. 世界科技研究与发展, 2021, 43(1): 77-88.
- [9] 郭光灿. 量子信息技术研究现状与未来[J]. 中国科学: 信息科学, 2020, 50(9): 1395-1406.
- [10] 高芳, 徐峰. 全球量子信息技术最新进展及对中国的启示[J]. 中国科技论坛, 2017, 5(6): 164-170.
- [11] 徐启建, 金鑫, 徐晓帆. 量子通信技术发展现状及应用前景分析[J]. 中国电子科学研究院学报, 2009, 4(5): 491-497.
- [12] 肖玲玲, 金成城. 基于专利分析的量子通信技术发展研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2015, 30(5): 60-65.
- [13] 杨秀丽, 赵今明. 量子通信领域专利分析及对我国发展的启示[J]. 中国科技资源导刊, 2018, 50(6): 67-76.
- [14] 国务院. 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)[EB/OL]. [2021-05-21]. [http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content\\_183787.htm](http://www.gov.cn/jrzq/2006-02/09/content_183787.htm).
- [15] 国务院. “十三五”国家科技创新规划[EB/OL]. [2021-05-21]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content\\_5098072.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content_5098072.htm).
- [16] 国务院. 关于全面加强基础科学研究的若干意见[EB/OL]. [2021-05-21]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-01/31/content\\_5262539.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-01/31/content_5262539.htm).
- [17] 第十三届全国人民代表大会第四次会议. 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]. [2021-05-22]. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm).

- [18] AIP. National Quantum Initiative signed into law[EB/OL]. (2019-01-04) [2021-03-06]. <https://www.aip.org/fyi/2019/national-quantum-initiative-signed-law>.
- [19] National Quantum Coordination Office. A strategic vision for American's quantum networks[EB/OL]. [2021-06-12]. <https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2021/01/A-Strategic-Vision-for-Americas-Quantum-Networks-Feb-2020.pdf>.
- [20] Office of Management and Budget. Budget of the U.S. government fiscal year 2021[EB/OL]. (2020-02-10)[2021-02-25]. <https://www.whitehouse.gov/omb/budget/>.
- [21] 韩红旗, 付媛, 朱礼军. 基于专利 IPC 分类号的技术竞争对象的群组分析方法 [J]. 情报工程, 2015, 1(4): 77-87.
- [22] 汪新华, 刘娅, 滕立. 基于专利的中日机器人领域发展现状对比分析 [J]. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(8): 50-59.
- [23] 罗恺, 袁晓东. 我国半导体照明产业专利分散趋势及其政策含义 [J]. 情报杂志, 2016, 35(8): 89-94, 82.
- [24] 王友发, 周献中. 基于专利地图的机器人产业知识产权发展对策 [J]. 中国科技论坛, 2015(9): 31-37.
- [25] WIPO, Cornell SC Johnson College of Business, Insead the Business School for the World. Global Innovation Index[R/OL]. [2021-07-26]. [http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2018.pdf](http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf).

## Research on the Development Trend of Quantum Information Science of China and the United States Based on Patent Analysis

SHA Rui<sup>1</sup>, LIU Yan-long<sup>1</sup>, WANG Dong-yang<sup>2</sup>

(1. The High-technology Research & Development Center, the Ministry of Science & Technology, Beijing 100044;

2. Major Projects Office, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116024)

**Abstract:** Quantum information science is the focus of scientific and technological innovation, and both China and the United States are accelerating their strategic blueprint to enhance their dominant position in the development of global quantum information science industry. Based on the patent data, this paper analyzes and compares the development trend of quantum information science industry between China and the United States from the aspects of patent application trend, technical field distribution, patent application agencies, patent layout, etc., combined with the strategic layout of government in this field. Quantum information science in China and the United States are both in a stage of rapid development. China is mainly focusing on quantum communications, while the United States is paying more attention to quantum computers. In terms of patent market layout, China has fewer patent layouts in other countries/regions besides its home country. So China should pay more attention to the forward-looking layout of important international patent markets in the future development of quantum information science industry.

**Keywords:** quantum information science; patent analysis; comparison between China and the United States