

全球产业创新生态 发展报告

——变局中的竞争、合作与开放



中国信息通信研究院
2021年12月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



前 言

创新驱动经济发展和社会进步已成为世界各国共识。近年来国际环境错综复杂，叠加新冠肺炎疫情影响，全球产业链供应链格局迅速调整。面向经济主战场和国家重大需求，构建灵活、协同、包容的产业创新生态成为完善国家创新体系的重要路径选择。

当前，全球产业创新进入密集活跃期，创新广度加大，深度加深，速度加快。产业创新出现了以多学科融合、多环节交叉为基本特征、以解决全球共性问题为核心驱动、以开放式创新为关键模式、以创新联合体为重要依托的新动向、新趋势。同时，技术产业变革逐渐传导至制度环境变革，多国加快探索建立更加系统化和弹性化的创新治理体系，为刺激创新创造条件、释放能量和扩展空间。

面向数字经济、新冠疫情、国际竞争等带来的新挑战，世界不同国家均在推动产业创新生态的“界变”，弥补原有体系的漏洞或短板，以更加适合新的发展形势。在此过程中，不同国家结合本国实际形成了差异化的提升路径，但基本都遵循政府统筹协调、多方资源联动、要素融通加速的方向，加快推进产业创新生态建设。

由此带来不同发展成效，全球产业创新生态格局发生一系列变化。基于国际组织和权威机构数据，本报告从创新投入产出、国际合作、要素流动、产业创新方向等四大维度进行了深入分析。从创新投入、产出和高水平创新主体来看，欧美国家仍然是全球创新聚集地，美日创新全面占优，欧亚在创新不同阶段各有所长。少数发达国家领先优势弱化，以中国、韩国、以色列、印度为代表的亚洲

国家创新实力不断提升。从国际创新合作来看，跨国公司助推创新大国间紧密合作，分别形成了以美、中为核心的医药和无线通信两大技术合作领域。从创新要素来看，受疫情影响，国际创新要素流量缩减，人才往来、知识产权进出口和外国直接投资大幅减少。从具体产业来看，数字技术和健康医疗产业的创新投入和产出明显增加，中国绿色专利申请量持续上升并成为当前阶段带动全球绿色专利申请量增长的重要力量。

未来，产业创新与技术、政治、经济等因素交织将更为密切，国际创新格局持续处于调整变化之中。产业部门从需求侧拉动创新成为各国追求创新效率的通行做法和重要竞争手段。纵观全球产业部门推动创新的组织方式，本报告总结了产业主管部门推进创新的六种组织方式和企业作为关键主体协同创新的三种模式。同时，新型加速器、标准化组织、开源平台等新型中间组织创新服务专业化更加突显。在上述主体共同推动下，创新生态将继续完善，向市场化、开放化方向持续演进。如何在后疫情时代处理好政府与市场、科学和产业的关系，增强创新体系的经济性、适应性和包容性，将成为推动产业创新生态优化升级的关键立足点。

目 录

一、数字时代产业创新的新趋势	1
（一）创新方向：集成、融合、跨界的组合式创新渐成主流	1
（二）创新模式：开放式创新泛在化、开源化特征更趋明显	2
（三）创新主体：以企业为核心的创新联合体愈发重要	4
（四）创新路径：问题导向式、应用场景驱动式创新广泛涌现	6
（五）创新环境：支持创新创业和规范发展并重的新型创新治理体系正在形成	7
二、世界主要国家和地区产业创新生态建设的新动态	8
（一）多数国家加快增强创新生态的韧性和弹性	10
（二）不同国家形成差异化创新生态界变模式	16
（三）国家间竞合关系迎来新一轮调整与重构	20
三、全球产业创新生态发展的新格局	23
（一）创新竞争：创新活动呈现欧美引领、亚洲崛起的态势	23
（二）创新合作：跨国公司助推创新大国间紧密合作	32
（三）要素流动：疫情造成普遍性、非均衡性影响	38
（四）产业发展：数字和医疗产业创新活跃，绿色专利增长缓慢	42
四、产业部门推动创新生态演进的四大方向	49
（一）产业主管部门：创新生态的重要组织和参与者	50
（二）企业：作为创新关键力量的协同性不断强化	55
（三）新型中间组织：对产业创新支撑更专业和系统	58
（四）生态运行机制：市场化下多元机制健全完善	60

图 目 录

图 1	产业创新生态示意图	10
图 2	2009-2019 年十五个研发支出大国的研发支出和 GDP 年平均增长率	25
图 3	2019 年十五个研发支出大国的研发支出情况及占 GDP 比例	26
图 4	2020 年全球活跃创新主体所在国家和地区分布	28
图 5	2010 年和 2020 年 PCT 专利申请排名前 20 位国家比较	29
图 6	2020 年知识产权进出口大国分布情况	31
图 7	2020 年 ICT 产品贸易大国进出口情况	32
图 8	2020 年跨国合作申请 PCT 专利数量前 20 的国家及全球份额占比	34
图 9	2020 年医疗领域跨国合作申请 PCT 专利数量超 5 个的合作网络	35
图 10	2020 年无线通信领域跨国合作申请 PCT 专利数量超 5 个的合作网络	35
图 11	2020 年跨国合作申请 PCT 专利数量前 20 位申请者分布	36
图 12	2020 年跨国公司集团内部的跨国合作申请 PCT 专利的国际合作网络	37
图 13	2020 年同领域多机构间跨国合作申请 PCT 专利的国际合作网络	38
图 14	知识产权进出口大国 2009 年和 2020 年进出口额较上一年变化情况 ...	40
图 15	2020 年外国直接投资流量大的经济体外资流入情况	41
图 16	2020 年三类产业国际大企业研发支出和收入的同比增长率	43
图 17	2021 年 9 月全球独角兽企业所处领域及所在国家分布	44
图 18	2020 年全球早期风投投资额最多的十个领域投资数量和增长率	45
图 19	2010 年和 2020 年 PCT 专利申请量排名前 10 位的技术领域比较	46
图 20	2020 年全球 ICT 产品按分类进出口情况	46
图 21	2010-2020 年中国绿色专利申请情况及与全球比较	47

图 22 1980-2020 年全球绿色专利申请情况48

表 目 录

表 1 美国和英国的创新生态 16

表 2 德国和法国的创新生态 18

表 3 日本和韩国的创新生态 19

表 4 十五个研发支出大国的研发支出总额和强度按梯队分布对比27

一、数字时代产业创新的新趋势

产业创新生态是产业创新活动的支撑底座，观察全球产业创新生态的演进，离不开对特定时代下创新范式特征的认识。数字时代，全球技术更新迭代和产业裂变升级空前加速，人类生产生活方式和社会治理结构深刻调整。面对日益严峻的全球性挑战，数字技术与实体经济的深度融合，塑造了纵横交错、多元合作的创新网络，催生出众多面向未来、影响致远的“硬核科技”，掀起了新一轮技术更深、专业更精、质量更高的创新创业浪潮。新形势下，创新活动的方向、模式、主体、路径以及相应的创新治理体系都呈现出新特征和新趋势。

（一）创新方向：集成、融合、跨界的组合式创新渐成主流

创新从过去的单点突破阶段进入多种技术协同推进、群体性演变的新阶段，横向上不同领域加大交叉，纵向上创新链不同环节加快融合，释放叠加、倍增效应，大幅提升创新的辐射力和影响力。

不同技术的集成与融合加速创新进程。一是数字技术内部交叉融合实现迭代创新。基于技术本身发展的规律，以及复杂社会问题对于技术集成的需求，数字技术通过重组和延伸不断实现着自身的迭代进化，从集成电路、互联网，到物联网、云计算、大数据、5G、人工智能等，形成了庞大且交叉组合的技术集群，创造出巨大的经济社会价值。二是数字技术赋能实体经济激发跨界创新。数字技术进入深度扩散阶段，跨学科、跨行业的合作愈发频繁，融合研究

(convergence research) 成为促进科学技术发展的新范式。比特与原子的碰撞、交叉和融合释放着巨大的创新空间,成为诞生新技术、新产品、新模式的“竞技场”,例如数字孪生、深空探索、类脑智能、基因编辑、智能仿生材料、智慧能源等,涌现了 Akseos、SpaceX、蓝色起源、Graphcore、Horizon Discovery、Ginkgo 等一批跨界创新型企业。以 Ginkgo 为例,其所属的合成生物学领域近年来发展迅猛,合成生物学将生物学、工程学、计算机科学等相融合,通过建立细胞编程平台,形成生物领域的“标准语言”,以类似计算机的方式进行细胞“编程”,并且广泛用于工业生产,一定程度上改变了食品、农业、医药等多个领域产品的制造方式和内部构成。

科学、技术、工程的有效融合推进重大创新突破。随着科学技术的高速发展以及市场需求的高频变化,打破了科学、技术之间原本清晰的界限,出现更多的混成空间,呈现“科学技术化、技术科学化”的新特征。科学、技术和工程之间互相依赖和渗透,知识创新、技术创新和产业创新深度融合,科学家、发明家、工程师等的合作加强,触发了更多原创性、突破性、引领性的创新。例如在疫苗研发过程中,病毒变异预测与生物疫苗生产工程相结合;研发触觉技术融合计算机科学原理、电气工程和机械工程的相关知识。

(二) 创新模式: 开放式创新泛在化、开源化特征更趋明显

数字时代,创新周期缩短,创新组织加速分散化、网络化,创新难度和复杂性加大,开放式创新成为重要的创新模式,并伴随数

字技术的深入渗透呈现多主体、泛在化、开源式等关键特征。

数字技术拓展了创新主体合作的广度和深度。数据具备的低成本获得性、无限供应性、强渗透和广覆盖性，使其逐渐成为了新的创新要素，在科研支撑、技术试验、商业模式创新中发挥着越来越重要的作用。此外，数字化带来的较低甚至零边际成本使得人才、资本、知识等创新要素集成、分发、流动速度加快，降低了不同市场主体之间的合作障碍，形成新的创新资源组织模式。一方面，创新活动中涉及的利益相关主体的范围更加广泛。另一方面，不同主体之间的合作更加常态化和深入化，从单打独斗到合纵连横，共同促进知识流动和创意涌现。例如，英国的 **Konfer** 产学研合作网络平台连接了大量的科研人员、科研设施、大学和社交媒体、公共资金资助的研发项目等，打破信息不对称，有力地促进了英国大学与产业界之间的合作。

开源创新成为全球产业创新发展的关键模式。随着网络的广泛普及，无数个体将分布式的价值创造活动聚集到网络空间，衍生出大量的开放式创新平台、开源社区、开放实验室等，众创、众包、众扶现象层出不穷。此外，大量的垂直行业积极拥抱开源，吸纳不同技能、不同认知、不同场景中的技术供给方以及用户，促使整个产业的创新生态更加活跃，例如百度 **Apollo** 自动驾驶生态、特斯拉能源生态系统等。在这种模式下，大企业、中小微企业及个人交叉合作加快了产业创新的速度和广度，逐步将基于产业链的中心化、层级式、规模化的分工与集聚模式，转变为基于网络的分布式、协同化、定制化的资源共享与生产服务协同模式。基于传统特定地理

范围的产业集群与虚拟网络集群交错发展,加速了产业的演化升级。

(三) 创新主体：以企业为核心的创新联合体愈发重要

以企业为主体,产学研合作开展创新活动,是国际上推动科学进步、技术开发的惯例和常用手段。在数字技术赋能下,创新创业活动更为频繁,创新要素对接更为精准,偶发式、松散型的合作方式更广泛地升级为以企业为核心组建创新联合体,开展“团队式”协同攻关。

企业作为创新主体的地位更加突出。首先,企业是将技术成果转化为生产力的关键组织。作为市场活动的主体,企业最能甄别和把握创新方向,将创新成果转化为现实生产力,获取经济效益。创新型领军企业已成为各国重要的战略性科技力量,规模庞大的中小企业则是创新的重要源泉。企业创新能力一定程度表征了一个国家的国际创新竞争力。当前,世界各国更加重视企业在创新中的主体作用,推动创新要素向企业集聚,提升其创新效能。**同时,企业在创新决策、创新投入、创新活动组织、成果转化以及创新收益分配等方面发挥着主体作用。**例如日本、韩国、中国等企业研发经费支出占全社会研发经费总支出的比例均在70%以上,美国、德国在60%以上。根据《2020年欧盟工业研发投资记分牌》显示,2019年全球研发投入TOP2500家公司的研发投入合计达9042亿欧元,占全球总研发投入规模比重超过60%。

以企业为核心组建紧密耦合型的创新联合体。以企业尤其是领

军企业为主体，联合科研院所、高校、众多中小企业建立协同创新联盟，成为当前技术攻关的重要方式。一是在关系上各单元间合作更加紧密，共同建立产业技术研究院、产业技术创新联盟等，并通过制度约定明确责任归属和成果分享机制，从简单的偶发性合作变为实质性常态化合作，围绕共同目标，形成创新合力。二是在领域上联合承担更多战略性、基础性、前沿性任务，创新联合体将在承担国家重大科技项目、助力关键核心技术攻坚、带动创新链产业链融合方面发挥更大作用。例如英国的“繁荣合作伙伴关系”项目（Prosperity Partnerships）支持建立企业主导、高校参与的创新研究合作伙伴关系并主攻颠覆性技术。三是在合作方式上更加多元化。一类是围绕创新链布局创新联合体，企业、高校院所、政府、中介机构在不同环节相互嵌入，推动科技成果从“0到1”的原始突破，以及“1到多”的推广普及。例如德国在量子技术领域，由政府引导协调，四大研究协会、相关大学、联邦物理技术研究院等推进基础及应用研究、技术测试、标准制订、技术转化，十家领先企业联合设立量子技术与应用联盟推动工业应用，多方合作促进量子产业创新发展。另一类是围绕产业链部署创新联合体，领军企业和上下游配套企业各自发挥自身集成化或专精化优势，实现融通创新。例如欧盟委员会实施“欧洲电池创新”计划，汇集了42家不同规模、产业链不同环节的企业，包括宝马、菲亚特、Northvolt（瑞典初创企业）等，联合推动电动汽车和储能电池技术创新。此外，在更复杂的场景下，不同的团队跨领域、跨国别构建创新联合体。

（四）创新路径：问题导向式、应用场景驱动式创新 广泛涌现

由数字技术引发的新技术-经济范式已经进入拓展期，新技术经过试错过程和市场选择，开始大规模应用于多个领域。与导入期不同，拓展期的创新具有较强的需求拉动特性。与此同时，世界的可持续发展面临越来越多的共性难题，各经济体也面临内部转型和外部竞争的多重压力。在技术演进阶段与全球发展形势的叠加下，当前的创新活动更多从问题视角出发，并在实际应用场景中不断迭代。

以解决问题为核心推动创新活动的产生与演化。当前更多的创新起源于应对经济和社会发展的突出问题，包括气候变化、能源短缺、生命健康等，从问题出发整合各方力量进行技术攻关，进而衍生出新的技术、产品及模式，形成系统化的解决方案。例如，为应对新冠疫情，美国辉瑞公司、德国 BioNTech 公司（小型生物技术公司）仅用一年时间合作研发出新冠疫苗（传统疫苗一般需要 8 年）。其中辉瑞公司拥有监测和商业化能力，BioNTech 提供 mRNA 技术，相较于传统疫苗 5-6 个月的生产周期，利用 mRNA 疫苗技术可在 40 天内完成疫苗样品的生产制备，两家公司合作在最短时间内研发了候选新冠疫苗。再如，为了发展清洁能源，美国新能源初创公司 Commonwealth Fusion Systems（CFS）与麻省理工学院等离子体科学与聚变中心（PSFC）、美国能源部的普林斯顿等离子体物理实验室（PPPL）合作，致力于制造可控的“核聚变”反应。

以多样化应用场景驱动创新活动的迭代升级。数字技术以通用

性、渗透性构筑了万物互联、人机交互、天地一体的智能空间，能够为原本难以实现的场景化创新提供技术支持。多元化的应用场景，为创新主体提供新实验空间，为推动创新成果应用提供广泛平台，驱动着产品、服务等迭代升级。例如，制造、医疗、航空、交通等不同场景的多样化需求，推动着 5G、AI、云计算以及其他相关技术的不断升级。一批区别于传统实验室的场景实验室、创新应用实验室的兴起，也为新经济、新业态的衍生和拓展提供了支撑。

（五）创新环境：支持创新创业和规范发展并重的新型创新治理体系正在形成

全球众多国家纷纷加快提升创新治理和服务体系的系统性和高效性，在支持创新的同时，一并提前考虑监督管理，从硬环境建设到软环境营造等多维度发力，形成更加完善的创新治理体系。

一方面，支持产业创新发展，构建高效灵活的创新政策环境。为提高创新创业的活跃度，各国政府倾向于提供更加灵活的创新政策。一是部署和设立小规模的政策试验，提高响应速度，后期可灵活扩大或缩小政策影响范围。例如，德国设立数字 A9 高速公路测试台，使得新技术在受控且接近真实世界的条件下被测试。再如，英国、新加坡、澳大利亚、德国等推行监管沙箱，并从科技金融领域向数据治理领域延伸，为公司提供有限的监管豁免形式，或在降低监管要求的情况下测试新产品或商业模式的灵活性。二是大力支持创新创业。例如，法国“The Pass French Tech”计划为初创企业引进人才提供简化和快速服务，爱尔兰国家数字研究中心为企业早

期发展提供资助，英国科技城为处于生命周期不同阶段的数字企业家提供专家课程指导。三是利用数字技术优化政府创新服务。2020年英国金融行为管理局和伦敦金融城公司合作推出“数字沙箱”试验计划，开发和提供完备的数字测试环境，向创新企业提供高质量数据库访问权限，帮助其验证技术解决方案的可行性。

另一方面，提前考虑新技术风险预防和管理，建立以开放、包容和责任为原则的新兴技术治理机制。科技治理规则和手段滞后于技术发展需求，传统科技治理方式越来越无法跟上技术创新的步伐。当前，新兴技术治理的阶段和方式正发生一系列变化，逐渐从下游治理向上游治理转变，从刚性治理向柔性治理转变。多国政府提前介入技术发展的早期阶段，从技术产品风险治理转向创新过程治理，提高风险预见能力。同时，治理手段转变加快，强制性监管工具逐步让位于引导性干预，软法治理成为重要趋势。此外，政府、科学界、产业界和公众共同参与创新决策。专家咨询和公共咨询程序已被多国纳入政策制定过程。

二、世界主要国家和地区产业创新生态建设的新动态

产业创新生态嵌入在整个国家的创新生态之中，是国家创新生态在产业层面的具象化的映射。当前，世界主要国家均已形成了相对体系化的创新生态系统，然而面对数字经济、新冠疫情、国际竞争等带来的新挑战，世界不同国家均在推动创新生态系统的“界变”，即不完全颠覆原有的框架体系进行重建，而是弥补原有体系的漏洞或短板，以进一步适应新的发展形势。主要举措包括扩充创新资金

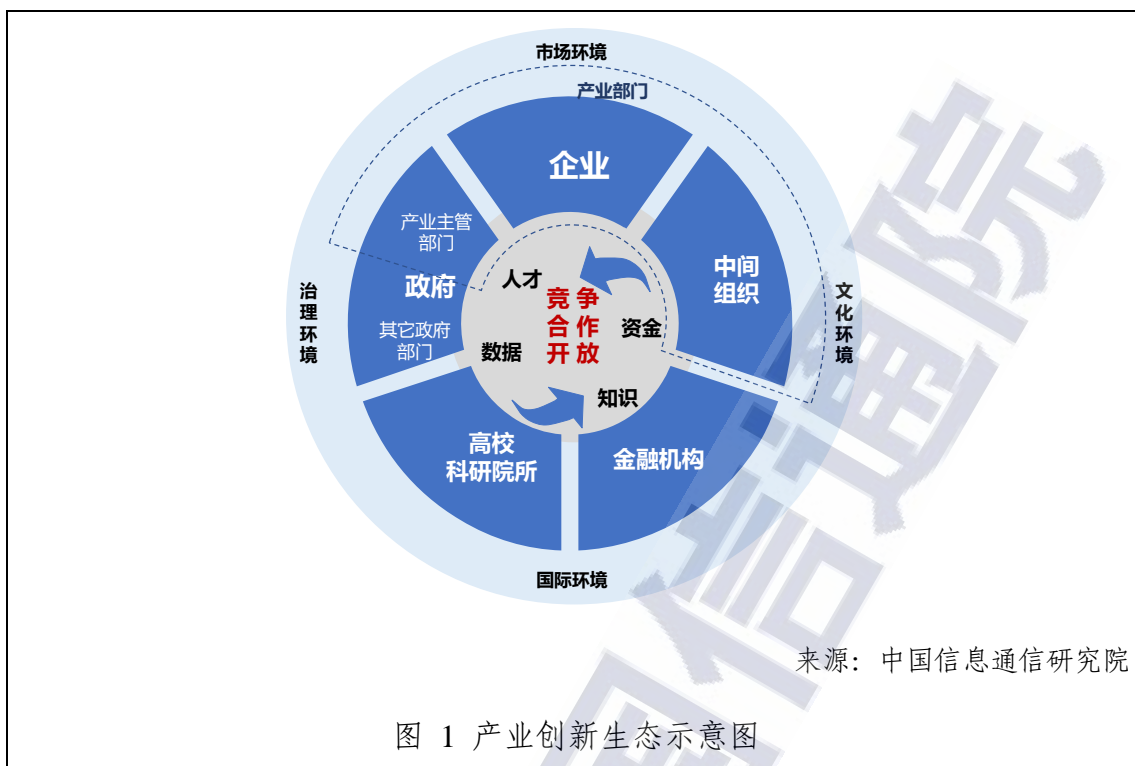
来源，重组创新管理机构，强化创新主体链接，优化创新整体环境，从而提升创新效率，释放创新效能，确保科技创新政策的科学性、普惠性、协调性以及创新体系的韧性与弹性。

产业创新生态概念

世界主流的创新范式大致经历了三个演化阶段：二战后美国万尼瓦尔·布什《科学——无止境的前沿》报告中提出的科学研究“线性模型”；80年代弗里曼提出的“国家创新系统”；21世纪初美国总统科技顾问委员会（PCAST）报告中提出的“创新生态”。具体来看：

（1）**产业创新生态**是创新生态在产业层面的体现，即某个产业各类创新主体之间、创新主体与创新环境之间，通过各创新要素的流动，形成共生竞合、动态演化的开放式复杂系统。（2）创新主体包括企业、政府、中间组织、高校及科研院所、金融机构等，其中最关键的是由产业主管部门、企业和中间组织所构成的产业部门¹。创新要素包括人才、资金、知识及数据。创新环境包括市场环境、治理环境、国际环境、文化环境等。（3）产业创新生态表现出**竞争、合作、开放**三大特征。

¹产业部门，是指按照产业分工，从事同类经济活动的各单位的总称，主要包括从事经营活动的企事业单位、中间组织，以及履行相关产业管理职责的国家机关等。



（一）多数国家加快增强创新生态的韧性和弹性

1. 政府通过机构和政策调整以增强统筹和协调作用

新冠疫情之后，创新跃升为众多国家政府工作的核心战略。世界主要经济体强化国家层面的组织和协调，深化公私合作，注重科技和产业合作，通过使命导向型、组合型、精准型的创新政策促进经济复苏和转型。

更新和修订科技创新相关战略规划以加强顶层设计。美国加快审议《创新与竞争法案》，以形成新时期提升技术和产业竞争力的系统化推进方案。欧盟发布《“地平线欧洲”2021-2024 年战略计划》，拨款约 1000 亿欧元用于基础研究、创新和重大社会问题。英国发布《英国创新战略：创造未来以引领未来》，旨在巩固英国在

全球创新竞赛中的领先地位。**德国**发布《德国工业战略 2030》，大力支持突破性创新活动，牢牢掌握工业主权和技术主导力，其中提出建立“国家参与机制”，国家可购买和持有重要战略性企业的股份，参与关键领域发展。此外，2020 年 1 月 1 日正式实施《研究津贴法》，首次进行研究与开发税收激励。**法国**通过《2021-2030 研究计划法案》，以期提振本国科学研究事业、捍卫国家科技主权以及世界科技强国地位，并提出《法国 2030》投资计划，旨在促成法国到 2030 年再次成为创新大国。**俄罗斯**出台面向 2030 年的《国家科学技术发展计划》，将“科技”视为应对诸多国家及全球经济社会挑战的关键工具，旨在通过发展智力潜力，高效组织国内科学、技术与创新活动。**日本**时隔 25 年后，于 2020 年 6 月修订了《科学技术基本法》，并更名为《科学技术创新基本法》，把“与人文社会科学有关的科学技术”和“创造创新”列入法案调整范围，强化科技人才培养机制，要求研发机构、大学、民营企业参与科技人才培养、成果普及与转化应用。

重组和调整创新管理机构以优化创新决策。美国拜登政府恢复了科学技术顾问委员会的任命，并且大幅提升科技顾问团队的地位，首次将总统科学顾问提升到内阁级别；计划将国家科学基金会更名为国家科学技术基金会，大幅增加其预算，并且增设技术和创新局，以加速基础研究向新技术和产品的转化。**英国**将新成立由首相直接牵头的“国家科学与技术委员会”以及“科学与技术战略办公室”，以进一步优化科技管理机制，并计划设立政府技术转让办公室，以组织确定创新成果的更广泛用途。**日本**加强综合科学技术创新委员

会（CSTI，科技创新体系的“司令塔”）的管理功能，内阁新设“科学技术创新推进事务局”，强化跨部门的指挥功能。部分发展中国家，如哥斯达黎加、柬埔寨等也在积极调整创新管理机构，以增强应对重大挑战的能力。

通过使命导向型、组合型、精准型的创新政策促进复苏和转型。

一方面，为了应对和解决社会面临的突发性、潜在性问题和危机，众多国家采用了使命导向型的创新政策，即围绕国家战略需求和社会发展需要制定相应的政策体系，其中推动数字化、绿色化转型成为创新政策的核心着眼点。**另一方面**，探索政策组合拳促进有效转型。一是不同政府部门之间的交互与合作增加。政策实施过程中，涉及到众多主体的利益，需要政府部门之间的统筹协调，包括产业主管部门、财税部门、科技部门、教育部门等。二是加快供给面、需求面、环境面等不同类型政策工具的组合，并且**重点集中在加大公共研发投入、扩大公共部门采购、支持中小企业发展、加强知识产权保护、促进人才培养培训等方面。**

加强对前沿技术和产业领域的资助和布局以提升竞争力。世界主要经济体纷纷加大对量子计算、人工智能、生物技术、清洁能源等前沿技术及产业的系统部署和支持。例如**美国**科技政策办公室成立国家量子协调办公室，联合国家科学基金会、国防部、能源部等10多个部门，并且与谷歌、IBM、微软以及众多创业企业加强合作，整合多方力量推动量子技术及产业发展。**英国**启动国家量子计算中心（NQCC），提供量子计算访问通道，以促进英国量子计算产业的发展。**德国**新修订的《人工智能战略》把对人工智能（AI）的资

助从 30 亿欧元增加到 50 亿欧元。法国将投资近 60 亿欧元，应对半导体短缺并确保法国工业在该领域的独立性，使法国电子产品产量在 2030 年前增加一倍。日本产业技术综合研究所与佳能、东京电子公司、SCREEN 达成联合开发协议，共同开发 2 纳米级半导体芯片及其生产技术。韩国提出国家层面的“K-半导体战略”，提出产业集聚、人才培养、财税优惠、技术保护等具体措施，旨在到 2030 年建设成为全球最先进、最大的半导体产业供应链生产基地。

值得注意的是，创新激励计划的切实落地面临一定挑战。增加研发支出是加速产业创新、创造新经济增长点、尽快摆脱疫情负面影响的关键。然而，新冠疫情的不确定性加大了全球创新投入的压力。目前，多国政府公共债务水平将达到历史以来最高峰值，所筹备的创新提振计划可能难以全面落实。一是部分研发预算或将让渡于与疫情复苏相关的其他优先事项。例如，欧盟“地平线研究计划”的预算金额经历了反复调整。二是大规模财政支出面临分配难题。欧盟 2021-2027 年 1.82 万亿欧元的总预算分配涉及新冠疫情大流行恢复基金、农业发展基金、区域发展基金、欧洲地平线计划等，具体分配过程中需要协调多方主体的利益。三是资金来源不确定，巨额支出可能导致政府财政赤字攀登新高。美拜登政府签署 1.2 万亿美元基础设施投资和就业计划，同时也提出了企业加税计划，以增加国库收入。美国国会预算办公室预计该项计划将使美国政府在 2021 年至 2031 年期间增加 2560 亿美元赤字。

2.探索新型的创新载体和组织方式以弥合创新鸿沟

当前，世界主要经济体在已有的创新布局、组织机制和管理方式之外，积极探索新的机制和模式，以更好地管理研发计划，协调研发力量，加快研发进度，提高创新能力。

建立新型创新载体以弥合科技与经济之间的鸿沟。世界上许多国家都面临着科技与经济之间的融通问题，因此在市场失灵和系统失灵的关键战略领域，多国支持设立新型创新载体，以促进创新要素顺畅流动，促进创新链与产业链高效融合。如**美国**计划组建未来产业研究所，促进从基础、应用研究到新技术产业化的创新链全流程整合，期望通过组织创新为未来产业的发展带来新的革命性新范式。**英国**研究与创新署未来将在绿色经济、气候变化、机器人、基因组学、下一代计算等重点领域建设更多的世界级技术创新中心，这些技术创新中心在英国被称之为“弹射中心”(Catapult Centres)。**法国**为顺应“融合科学”研究范式发展趋势，政府出资在全法境内组建了多家问题导向、多学科融合、独立法人机构牵头、多方共建的“融合”研究所，推行虚拟式、网络化的科研组织模式。

加强对颠覆性技术创新项目的组织实施。为抢占科技创新的制高点，当前全球兴起对颠覆性技术的研发热潮。世界主要发达国家都在聚焦颠覆性技术的生成机制，打破传统的研发资助和组织模式，打造相应的制度基础和生态环境，形成更加高效的科技资源配置模式。如**美国**计划成立卫生高级研究计划局（ARPA-H）以及气候高级研究计划局（ARPA-C），试图在医疗卫生领域和气候变化领域复制其国防高级研究计划局（DARPA）的成功。**英国**商业、能源和工业战略部新成立“高级研究与发明局”（ARIA），资助 8 亿英镑，

并简化项目申请程序，使用新资助机制来支持突破性的研究。德国成立“网络和关键技术颠覆性创新机构”（ADIC），专门支持具有不确定性、甚至高风险的颠覆性创新项目，提供为期 10 年、总额 10 亿欧元的资助。日本建立“登月型研发计划”（Moonshot）、推进战略性创新创造计划（SIP）等，形成“社会需求导向、最高首脑领导、多部门联动、项目经理人具体组织”的组织模式，旨在创造源自日本的颠覆性创新，推进挑战性研究开发。

形成多层次、立体化、协同化的创新组织网络。一是形成央地协同、跨区域协同的多点支撑的创新网络。多国优化中央与地方在创新发展中的事权划分，并且建立跨区域共建共享机制，促进创新资源的均衡布局和流动。例如德国联邦政府和州政府共同提供弗劳恩霍夫协会等创新机构的“非竞争性资金”，联合成立中小企业 4.0 卓越中心，为中小企业提供技术支持。美国计划在纽约湾区、旧金山湾区等传统的创新高地之外，在全国建立区域技术中心，以支持区域创新发展。英国研究与创新署通过地方实力基金（SIPF）支持全英境内的创新活动，以支持区域创新引领地方经济发展，并将制定“地方战略”，改善当前创新不平衡的情况。二是打破不同创新单元之间的合作藩篱。许多国家成立了新的公私合作的研究和创新中心、伙伴关系，帮助由公共部门研究人员和企业组成的多学科团队共同解决技术挑战。例如欧盟创新健康倡议（IHI）、澳大利亚 Data61、荷兰智能工业领域实验室等，在学术、企业、政府以及其他社会组织之间发挥桥梁作用。

（二）不同国家形成差异化创新生态界变模式

不同国家在优化创新生态的方向和举措上具有一定的趋同性，总体均遵循“政府与市场有机结合、创新链与产业链高效融合、中央与地方深入联动，国家战略需求与微观组织诉求紧密联系”的方向加快推进。然而，由于体制机制、发展阶段、产业基础以及原有创新体系的不同，不同国家形成了差异化的变革模式。

美国、英国等从分散管理、市场调节式到协同合作、政府干预式。美国形成了由科学技术政策办公室进行决策和协调，多部门提供研发资助，大学、国家实验室、企业、新型研发机构、技术转移机构等分工合作的国家创新体系，当前为了保持在全球的科技领先优势，由“分散化自由探索”向“目标导向下分工合作”转变，由“交给市场”向“政府加大干预力度”转变。英国有着悠久的自然科学传统，但是长期以来形成了“重探索、轻应用”的特征，并且基于“霍尔丹原则”²强调基础研究学者的自由探索性，而非接受政府的战略引导，这使得英国基础研究与产业应用的分割严重，创新链条存在着明显断裂，近年，通过整合九大机构成立研发与创新署（UKRI），增强了科研与创新体系的战略协同，设立网络化技术转移转化机构，加强产学研合作等提升创新活力。

表 1 美国和英国的创新生态

	基本特征	主要阶段	当前问题	主要政策工具
美	市场化导	（1）二战后初期：科学建制	联邦政府	供给面：加大联邦政

²霍尔丹原则的核心是科学研究不受政府直接干预，这是英国研究机构开展基础研究及进行科研经费分配的传统理念。

国	向，企业家精神突出；专门机构决策协调和咨询，多部门分散化资助和管理；政产学研多主体合作紧密；支撑制度完善。	<p>化发展，重点支持基础研究。</p> <p>(2) 冷战时期：提高研发经费，动员多方力量，突破重大工程，占领科技巅峰。</p> <p>(3) 美日竞争时期：政策向创新链后端、民用领域倾斜，加强政产学研合作，促进科技成果转移。</p> <p>(4) 面向全球化时期：继续强化技术创新支持，高技术产业崛起，跨国公司快速发展。</p> <p>(5) 战略调整时期：加强政府统筹，多措并举保持美国科技全球领导地位。</p>	研发支出较低；前沿技术领先优势弱化；技术进步带来的经济效应不突出；产业空心化，制造业竞争力下降。	<p>府研发支出；投资未来产业；建设区域技术创新中心；筹划设立未来产业研究所；改造 STEM 教育；组建联盟保障半导体等供应链韧性。</p> <p>需求面：加大联邦政府采购力度；大规模基础设施投资计划；加大贸易管制。</p> <p>环境面：企业减税；放松金融监管；反垄断保障创新活力。</p>
英国	基础研究成果卓越，注重学术自由；科学团体实力强大。	<p>(1) 初建阶段：20 世纪后半叶，尤其是 90 年代，开始推行科技创新政策，政府加大创新介入力度。</p> <p>(2) 改革阶段：进入 21 世纪，启动公共部门研究开发基金和高等教育创新基金计划，形成“双轨制”的公共科研资助体系，促进科研成果开发与转化。</p> <p>(3) 深入调整阶段：从“双轨制”到“一轨制”，研究与创新署对研究理事会、英国创新署以及高等教育基金委员会统一监管。加大创新支持力度，建立科技创新强国。</p>	公共研发支出较低；创新链和产业严重分割，产业界研发投入不足；脱欧面临的研发经费来源、人才流动、市场等多重问题。	<p>供给面：公共研发投入将增加至 220 亿英镑；构建弹射中心网络；支持前沿技术和产业；启动“全球人才签证”；提出一揽子中小企业纾困计划。</p> <p>需求面：加大公共部门创新采购；建设全球伙伴关系。</p> <p>环境面：下调企业税，加大研发税收减免力度；完善“专利盒”制度；启动国际知识产权服务。</p>

来源：中国信息通信研究院整理

德国、法国等从政府直接引领、重视创新链前端到系统化营造

创新生态。德国创新体系以政治联邦制和市场经济为基础，政府在推动基础研究和应用研究中发挥了引领性作用，创新体系总体运行良好，但在颠覆性创新成果转化上存在短板，很多优秀基础研究成果未能转化为经济价值，衍生出高技术企业，因此主要通过创新研发组织模式、聚焦特定领域加大资助、推进创新集群发展等举措提升创新产业化水平。法国在 20 世纪 60—90 年代，通过“建立科技研发与管理体系”——“建立科技评价、咨询、成果转化体系”——“营造创新生态”路线递进式构建了国家创新体系，体现了自上而下、政府主导的鲜明特点。当前法国主要在探索新型研发方式、激发创业活力方面加大力度，以营造更优越的创新生态系统。

表 2 德国和法国的创新生态

	基本特征	当前问题	主要政策工具
德国	政府引导作用较强；高校院所实力雄厚；中间机构发达，产学研合作深入；企业研发投入高，实验室创新能力突出。	颠覆性创新成果产出和转化较少；创业活力不足；新兴产业发展缓慢。	供给面：规划了约 500 亿欧元的科研创新和卫生资金投入，计划 2025 年研发投入占 GDP 比重达到 3.5%；支持关键工业部门发展；发布新的中小企业数字化投资补助计划。 需求面：加大政府采购支持中小企业发展；加强国际合作，协助企业开拓海外市场。 环境面：实施“高技术战略”；推进创新集群计划；进行研究与开发税收激励；支持风投基金。
法国	政府“点-线-面”递进式推进创新生态建设，体制机制相对完善；高等院校和企业研发机构实力突出。	科技成果推广及产业化滞后；创业氛围不足，产业创新活力待增强。	供给面：政府将在未来十年内逐年增加公共研发预算，到 2030 年研发经费投入强度达到 3%；建设科技基础设施；扩大科研人员规模；探索新型研发组织机构及方式。 需求面：强制规定特定行政机构优先采购本国产品，并且给予创新型中小企业

			优惠待遇。 环境面：成立法国科创“la French Tech”，通过该组织扶持创业企业，将创新成果推广到国际市场。
--	--	--	---

来源：中国信息通信研究院整理

日本、韩国等从重产业化向基础研究、技术研发并举转变。日本当前采用问题导向的做法，将一系列社会课题作为突破口，加快“超智能社会 5.0”的建立，其中创新体系的核心问题在于基础研究投入不足，以大企业为核心的线性创新占据主流，中小企业获取资源和成长空间不足，因此科技政策的重点一是加强基础研究和关键核心技术统筹布局，二是推进产学研合作，三是优化创业生态系统，不断加强生态圈的融合性、联结性。韩国是典型的以政府主导推动创新驱动发展的国家，建立了“自上而下”的集中式科技管理体制。然而，政府投入长期处于较低比例，过度依赖企业研发活动，形成了重应用研究轻基础研究的格局，导致原创能力较弱。当前，韩国持续加大政府研发投入，并将各部门分散的科研项目进行整合，引导研发信息共享和跨部门合作，同时加强基础科研与人才培养，积极支持中小企业创新。

表 3 日本和韩国的创新生态

	基本特征	当前问题	主要政策工具
日本	政府政策支持力度大；民间企业主导，产业实力雄厚。	创新要素流动缓慢；中小企业活力不足。	供给面：加强基础研究和关键核心技术统筹布局；通过加大融资扶持、提高补贴、支持进出口等举措协助中小企业。 需求面：通过收费或优惠措施，优先批准企业采购本土高科技产品。 环境面：提高创新主体应缴税额减免比例。制定创

	厚。		新计划，例如登月型研发计划、官民研发投资扩大计划、光量子飞跃旗舰计划、革命性材料开发强化计划等。增强创新活力，形成支援综合对策，包括实施“创业生态中心城市”计划，支持大学建立孵化器、新版的 SBIR 计划，发展风险投资等。
韩国	政府为先导、企业为主体，产业投资力度大。	基础研究实力不足；大企业过度垄断。	供给面：2020 年和 2021 年政府研发预算连续两年保持两位数增长；加大投资未来项目。 需求面：加大消费补助；与东盟国家建立基金，支持中小企业在专业领域的海外扩张。 环境面：推出免税、停止税审等举措减轻中小企业负担。加强知识产权保护。

来源：中国信息通信研究院整理

（三）国家间竞合关系迎来新一轮调整与重构

在应对新冠疫情、气候变化等全球性问题的过程中，各国之间增进了合作共识。与此同时，部分国家单边主义、保护主义逆流横行，多边机制改革迟滞，大国技术博弈更加激烈，并引发了全球连锁反应。国际合作格局、合作领域和方式等出现了新一轮调整。

国际创新合作格局动态化、区域化趋势突出。一是国际合作总体呈现“多方角力、动态竞合”的特征。基于安全、利益、话语权等多重因素，国家之间的竞合关系变动性增强，美国加强与英国、欧盟、澳大利亚、日本、韩国、印度等传统盟友在政治、经贸、科技等领域的合作；与中国从多方位合作转向选择性合作。中国积极拓展与俄罗斯、欧洲、东盟以及其他新兴国家的科技合作关系，打破过度依赖单个国家的格局，合作对象从“单一化”转向“多元化”。例如中俄开展“中俄科技创新年”；中国加入《区域全面经济伙伴关系协定》（RCEP），启动申请加入《全面与进步跨太平洋伙伴关系

系协定》（CPTPP）；中欧在应对新冠疫情、气候变化等方面加深合作。二是创新要素配置本地化、区域化倾向加强。在疫情冲击和地缘政治格局变化的叠加影响下，各国政府纷纷加强对供应链安全评估，调整关键产业布局，从追求成本和效率转向多因素综合考量。国际合作意愿下降，国际交易成本增加，创新要素流动受阻。国际合作的激励措施相应减少，创新投入的倾向从全球化到区域化。例如欧盟 2020 年 8 月公布“优惠原产地规则”一揽子改革措施，促进“泛欧—地中海区域”一体化建设，通过产业战略以及贸易政策实现关键供应链的近岸发展和多元化建设，有效整合区域内供应链。

国际创新合作范围和合作方式动态调整。一是合作范围不断拓展。一方面，世界范围内科技外交行为显著增加，国际合作重点从聚焦在贸易往来、文化交流方面向知识共创、技术合作等方面扩展，以应对气候变化、数字治理、绿色转型等全球共性问题。另一方面，合作切入点从产品、设备延伸到技术、标准等创新价值链上游环节。二是合作方式更加多样化、柔性化、有组织化。国际电信联盟（ITU）、联合国贸易和发展会议（UNCTAD）等国际组织提供国际合作与交流平台，通过交流技术信息、最佳做法和经验教训，加强各国设计和实施科技创新政策的能力。同时，不同国家的政府、企业、高校院所、行业协会等，通过建立技术合作联盟、共建产业链供应链体系等方式深入合作。各国创新合作也更加柔性灵活，一些国家倾向于围绕国际贸易、关键技术、供应链、疫情防控等具体议题形成更有针对性的联盟。此外，政府通过制度性的安排推进合作，例如美国提出设立“科技伙伴关系办公室”，更有组织地专门推进与其他

国家的技术合作。

国际科技合作面临新规则供给不足、机制运行不畅等阻碍，区域、小范围合作成为新方向。一是现行国际规则体系难以适应技术发展带来的新需求。数据要素已经成为数字时代的新型生产要素，当前以货物和服务贸易为基础的多边规则，不足以满足数字经济的发展需求。同时，协商一致原则降低了多边谈判的包容性和效率，世界贸易组织下成员方数量众多且技术和经济发展水平不一致，难以就新规则达成一致意见。目前，部分成员已转向以双边诸边方法或区域贸易协定拓展合作。二是全球权威争端解决机构的停摆导致国际创新合作缺少监督机制。各国创新激励计划背后产业政策的回归将引发新一轮国际技术贸易争端，但是 WTO 上诉机构的停摆将导致争端无法通过多边机制得到有效解决。未来各国将更倾向于采取协商谈判、反制措施、贸易救济等自力救济方法。

国际创新竞争规则和方式发生明显变化。由于主要经济体之间科技竞赛趋于长期化，全球技术流动壁垒增加，技术流动方向和技术标准体系可能呈现多元分化态势。围绕人工智能、量子计算、生物技术、清洁能源、智能装备等重点领域，全球展开技术研发、知识产权、技术标准、供应链等全方位多层次的竞争。一是竞争方式多样化。世界主要国家对内以政策组合集成创新力量，对外组建合作联盟，通过内外并举提高创新竞争力。二是扩大显性壁垒、设置隐性壁垒以维持科技领先优势。为了维护自身在部分技术领域的领先优势，各国出口管制、投资审查、贸易救济等政策工具的使用频率增加、范围扩大。例如《欧盟关于外国直接投资审查的规定》提

高了外资准入的门槛。此外，数字规则高门槛、劳工标准争议、环境保护条件等，也成为在区域贸易协定中埋下隐性壁垒的重要工具。

三、全球产业创新生态发展的新格局

随着各国政府加大对创新的重视和支持，过去十年间全球产业创新生态发展格局不断调整。围绕全球产业创新竞争、合作、开放三个层面的动态演化，通过创新投入产出和主体分布对比，反映国际竞争态势；通过专利申请合作网络，展示全球创新合作关系；通过知识、资金的流量和流向变化，折射后疫情时代全球创新要素的开放性和流动性；并发掘全球创新的产业焦点，综合反映全球产业创新生态发展格局。

（一）创新竞争：创新活动呈现欧美引领、亚洲崛起的态势

从创新投入、活跃创新主体、创新产出方面看，以中国、韩国为代表的亚洲国家整体创新实力快速提升，逐渐追赶欧美发达国家，全球创新活动聚集范围从欧美扩大到亚洲。但是，美、德、日等传统发达国家仍在全球价值链高端掌握着产业创新发展的主动权。

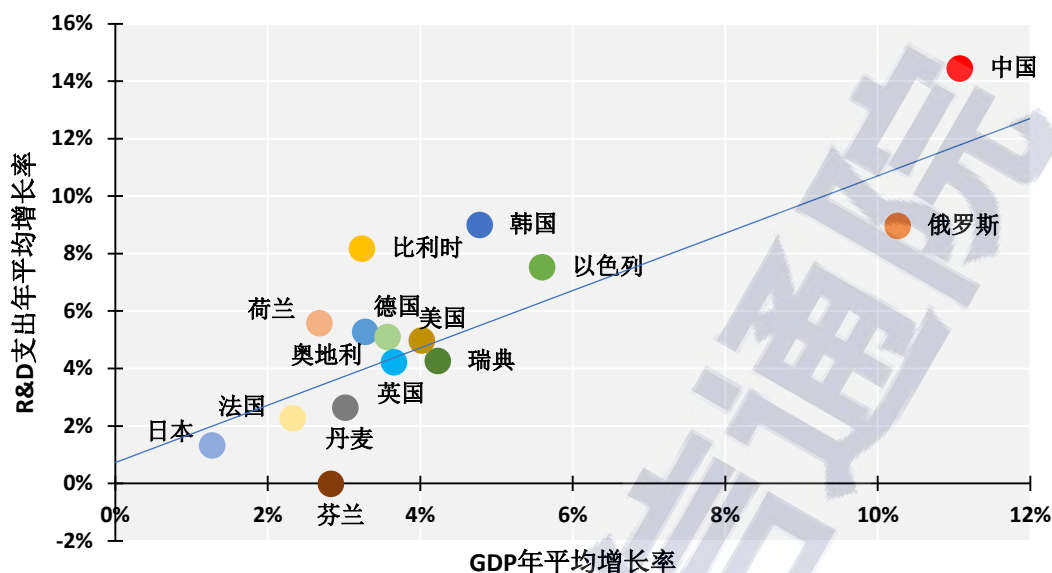
1. 创新投入：美中日总量领先，以色列、韩国强度最高

持续加大研发支出³促进创新，成为世界大国间竞争的重要手段。经济合作与发展组织（OECD）数据显示，除 2007/2008 年世界金融

³研发支出指各国全社会的研发支出总和，体现了各国总体的创新投入。

危机导致部分国家短期减少研发支出外，2010 年以后随着经济复苏，多数国家均在加大研发支出。2019 年全球研发支出（按购买力平价计算美元值）排名前十位和研发支出占 GDP 比例排名前十位的国家一共有十五个。这十五个研发支出大国按研发支出从大到小排序分别是美国、中国、日本、德国、韩国、法国、英国、以色列、荷兰、俄罗斯、瑞典、比利时、奥地利、丹麦、芬兰。

研发支出增速普遍高于 GDP 增速。2010-2019 的十年间，十五个研发支出大国中，除芬兰、丹麦、俄罗斯、法国外，其它 11 个国家的研发支出年均增长率高于 GDP 年均增长率。其中，比利时表现最为突出，研发支出比 GDP 的年均增长率高出 4.92 个百分点，其次是韩国高出 4.21 个百分点，第三是中国高出 3.35 个百分点。即便 2019/2020 年新冠肺炎疫情导致世界经济陷入衰退，研发支出的表现也明显优于整体经济。目前可得的 2020 年数据显示，奥地利 GDP 下降了 5.1%，而研发支出仅下降 2.4%。中国 GDP 比较强劲，实现了 2.3% 的增长，研发支出增长率更是达到 10.9%。

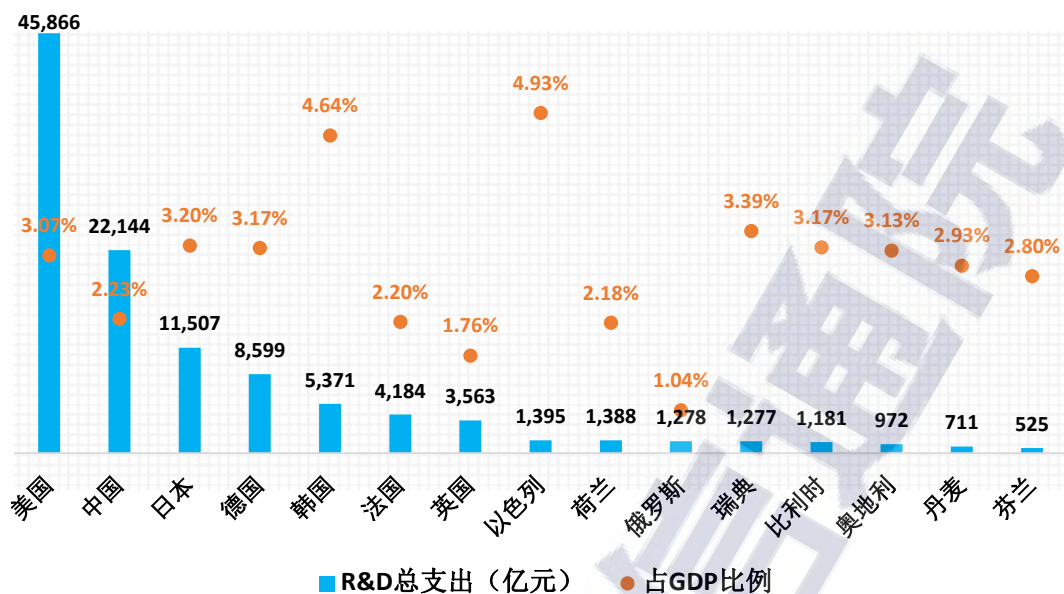


来源：OECD，中国信息通信研究院计算

图 2 2009-2019 年十五个研发支出大国的研发支出和 GDP 年平均增长率

研发支出总额排序基本与 GDP 相当,但部分经济总量小的国家研发支出强度⁴高,排序靠前。按 2019 年研发支出总额排序(按汇率换算为人民币),美国、中国、日本位列前三。按 2019 年研发支出强度排序,亚洲的以色列和韩国绝对领先,研发支出占 GDP 的比例分别高达 4.93%和 4.64%。中国由于经济总量大,研发支出总额相对较高,但研发支出强度仍低于多数发达国家。俄罗斯无论是研发支出总额还是研发支出强度均处于劣势。

⁴研发支出强度指各国研发支出总额占 GDP 的比例。



来源：OECD，中国人民银行，英为财情，中国信息通信研究院计算⁵

图 3 2019 年十五个研发支出大国的研发支出情况及占 GDP 比例

少数发达国家的领先优势弱化。将十五个研发支出大国 2019 年研发支出总额和强度按照一定的区间划分为四个梯队，丹麦和芬兰的研发支出总额位于第四梯队，研发支出强度位于第三梯队，优势较弱。加之两国研发支出增长率低于 GDP 增长率，如果趋势不转变，将与研发支出靠前的大国差距拉大，甚至被其它国家所超越。

⁵各国按本国货币统计的 R&D 支出总额，以色列根据英为财情网站新谢克尔币汇率 2020 年 12 月 31 日数据折合人民币亿元，其它国家根据中国人民银行人民币汇率中间价 2020 年 12 月 31 日价格折合人民币亿元。

表 4 十五个研发支出大国的研发支出总额和强度按梯队⁶分布对比

	2019 年研发支出总额	2019 年研发支出强度
第一梯队	美国、中国、日本	以色列、韩国
第二梯队	德国、韩国、法国、英国	瑞典、日本、比利时、德国、奥地利、美国
第三梯队	以色列、荷兰、俄罗斯、瑞典、比利时	丹麦、芬兰、中国、法国、荷兰
第四梯队	奥地利、丹麦和芬兰	英国、俄罗斯

来源：中国信息通信研究院整理

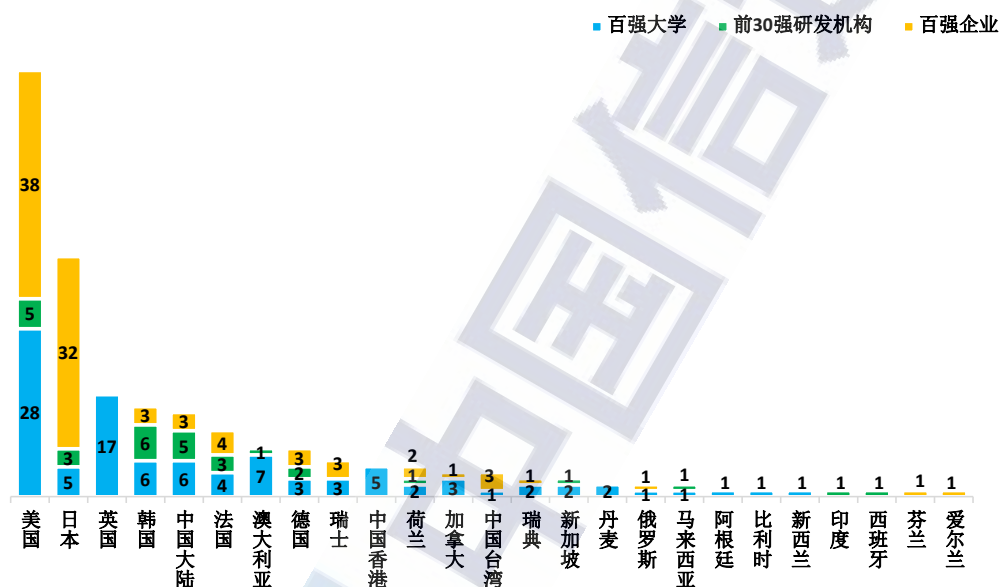
2.创新主体：美日全面占优，欧亚各有所长

全球高水平的创新主体分布显示,创新活动总体呈现集中态势。高水平的创新主体包括 QS 排名前 100 名的高校、世界知识产权组织（WIPO）统计 PCT 专利申请量排名前 30 位的研发机构、德温特全球百强创新机构榜单的企业。

从全球高水平的创新主体总量来看，排在前十位的国家和地区中，位于欧洲（英国、法国、德国、瑞士）和亚洲（日本、韩国、中国大陆、中国香港）各有四个，北美和大洋洲分别一个（美国和澳大利亚）。其中，美国和日本遥遥领先，尤其是两国创新百强的企业数量大幅领先于其它国家，分别达到 38 和 32 家。英国虽然高

⁶梯队划分标准：研发支出总额第一梯队，研发支出总额>1 万亿人民币；第二梯队，3 千亿人民币<研发支出总额<1 万亿人民币；第三梯队，1 千亿人民币<研发支出总额<3 千亿人民币；第四梯队，500 亿人民币<研发支出总额<1 千亿人民币。研发支出强度第一梯队，研发支出强度>4%；第二梯队，3%<研发支出强度<4%；第三梯队，2%<研发支出强度<3%；第四梯队，1%<研发支出强度<2%。

水平创新主体总量排第三，但全部由百强大学构成，无领先的研发机构和创新企业。这反映出英国基础研究雄厚，但向经济转化的效率并不高，中国香港也有类似表现。韩、中、法、德四个国家的三类创新主体分布比较均匀，表明创新链上下游相对完整。而澳大利亚没有创新企业入围创新百强机构，瑞士研发机构的实力相对不强，未排入世界前 30 强。



来源：2022 年 QS 世界大学排名，世界知识产权组织 2021 年 PCT 专利报告，德温特 2020

全球百强创新机构，中国信息通信研究院计算

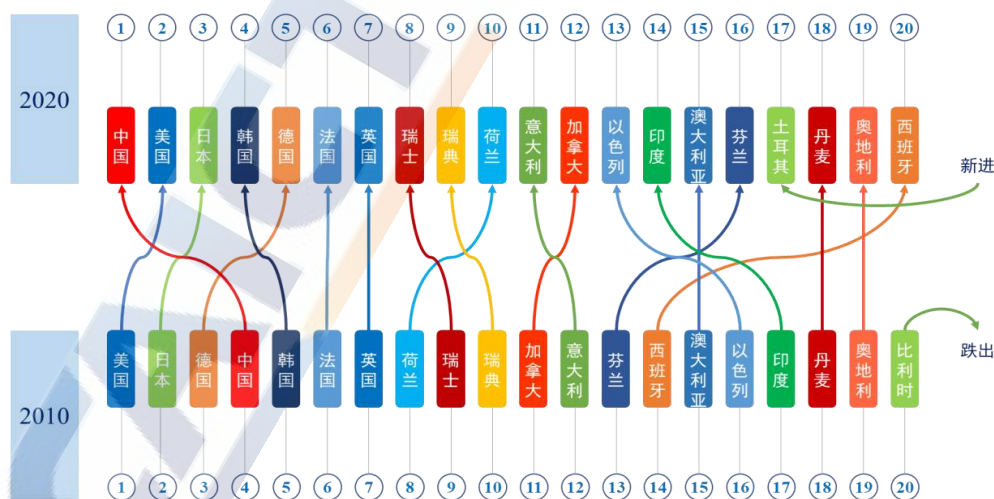
图 4 2020 年全球活跃创新主体所在国家和地区分布

从各类高水平创新主体在全球分布的国家数量来看，研发机构、企业的集中度强于高校。高校方面，根据 2022 年 QS 世界大学排名，前 100 名大学分布于 21 个国家和地区。研发机构方面，根据世界知识产权组织 2021 年 PCT 报告，2018-2021 三年全球 PCT 专利申请量前 30 强的研发机构分布在 12 个国家。创新企业方面，德温特 2020

全球百强创新机构中的 96 家企业，只分布在 14 个国家和地区。按照创新链的线性发展环节，各类创新主体的研发惯例是高校更侧重基础研究，研发机构更侧重应用研究，企业更侧重产业化的试验发展。因此，可推断从基础研究到产业应用，创新主体越来越集中于少数国家。

3. 创新产出：亚洲数量增多，美德日价值高

从 PCT 专利申请量来看，近十年来全球 PCT 专利主要来自 20 个创新大国，但国家间的格局发生明显变化，亚洲国家逐渐赶超欧美。2010 年全球 PCT 专利申请排名前 20 位的国家申请人贡献率是 95.2%，到 2020 年贡献率达 95.7%。对比 2010 年和 2020 年前 20 位国家的排序，出现较大变化：中国从此前的第 4 位提高到第 1 位，美国和日本则分别从第 1 位和第 2 位下降到第 2 位和第 3 位。韩国超过德国排到第 4 位，以色列和印度超过了芬兰、西班牙和澳大利亚。土耳其从 25 位进入到前 20 位，而比利时跌出前 20 位。



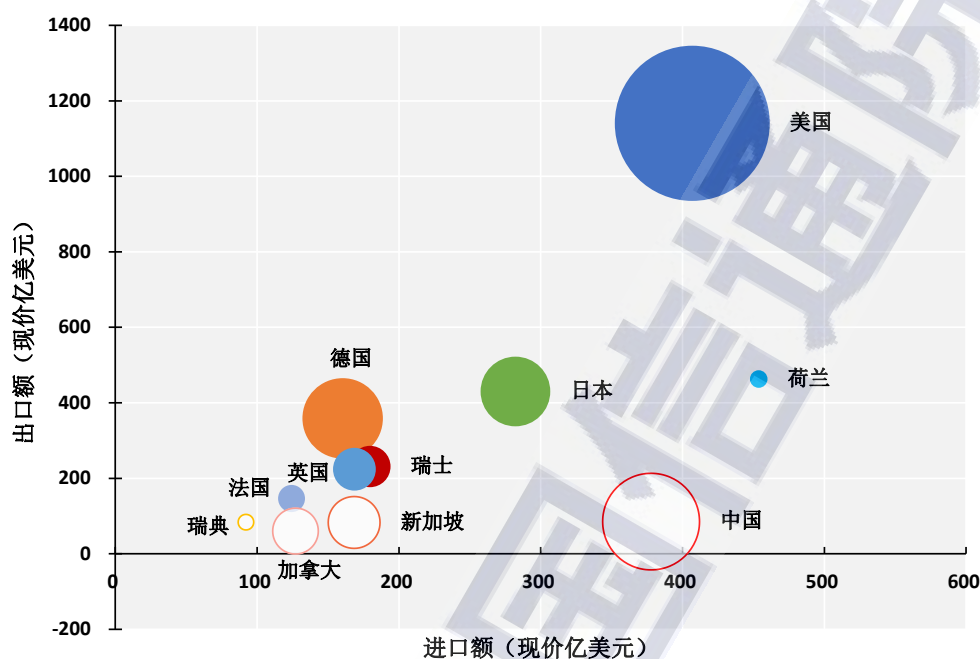
来源：世界知识产权组织数据库，中国信息通信研究院计算

图 5 2010 年和 2020 年 PCT 专利申请排名前 20 位国家比较

从微观个体层面的专利产出来看，过去五年出现分散趋势。德温特 2020 全球创新百强报告指出，2014-2019 年间全球发明总量快速增长，而全球 TOP1000 机构的发明量增长并不明显，其占全球的份额从约 25% 下降至 18%。全球发明创造集中于少数传统实力强劲机构的形势被打破，反映出新一轮技术和产业的变革浪潮中，全球产业创新生态中不断涌现出新的创新主体，诞生出更多的创新机会。但是，宏观层面全球专利仍集中于 20 个创新大国，个体微观层面的创新均衡化也主要发生在创新大国，国家间创新不平等的问题依然存在。对于创新能力相对较弱的国家，内部创新机会仍然很少，应制定更为包容的创新政策，鼓励扶贫创新、草根创新、社会创新、节俭创新等新创新模式，降低创新的门槛，使更多社会主体参与创新过程和获得创新收益，缩小与创新领先国家的差距。

从知识产权进出口贸易来看，具有国际商业价值的知识产权被少数发达国家包揽。知识产权发生进出口国际贸易表明其具备国际商业价值，世界银行数据显示，2020 年全球知识产权进口额前十位和出口额前十位的国家一共有 11 个，按出口额排序分别是美国、荷兰、日本、德国、瑞士、英国、法国、中国、瑞典、新加坡、加拿大。这 11 个知识产权进出口大国，其知识产权出口额占世界总量的 90%，进口额占世界总量的 74%。知识产权出口集中于发达国家，且比进口的集中度更高。其中，前三大出口国美国、荷兰、日本的出口额达到世界总量的 55%，而前三大进口国荷兰、美国、中国的进口额只占世界总量的 36%。美国、德国和日本是全球前三大知识产权贸易顺差国，尤其美国贸易顺差高达 734 亿美元。中国、新加

坡和加拿大是全球前三大的知识产权贸易逆差国，中国的贸易逆差达 292 亿美元。



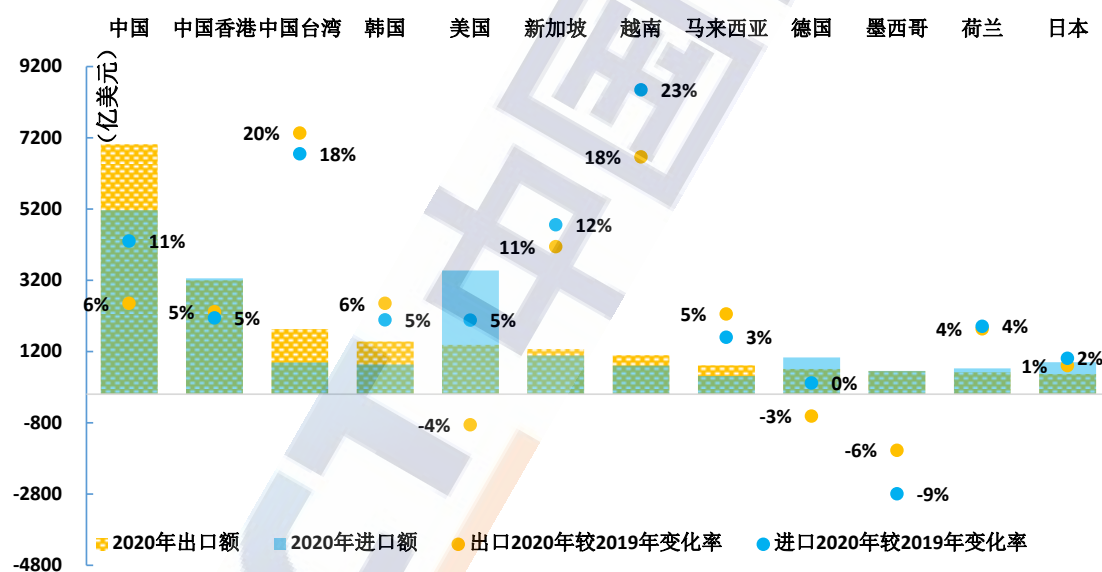
来源：世界银行，中国信息通信研究院计算

图 6 2020 年知识产权进出口大国分布情况

*备注：圆心对应进出口额，气泡面积表示出口净额，实心表示正，空心表示负。

从技术产品进出口贸易来看，亚洲是全球最大的工业制造区。以 ICT 产品为例，联合国贸易和发展会议数据显示，2020 年全球进口排名前十和出口排名前十的经济体共 12 个，其中 8 个来自亚洲，且均实现不同程度的增长。中国是全球最大的 ICT 产品进出口国和贸易顺差国。2020 年中国 ICT 产品进口增速（11%）高于出口增速（6%），部分原因是中国 ICT 产品制造仍处于产业链中低端，进口组装再出口较多。这一点在 ICT 产品进出口分类中有所体现：中国 ICT 产品进口中最多的是电子元件，而出口最多的是通信设备和计

计算机及周边设备。中国台湾和越南 ICT 产品进出口额大幅增长，进口分别增长 18%、23%，出口分别增长 20%、18%，显著高于其它经济体，前者主要是半导体等电子元件的研发制造能力强，后者则主要是发挥世界加工厂的功能，进口电子元件及设备进行组装出口。美国、德国、荷兰、日本等发达国家呈现 ICT 产品贸易逆差，并且，2019 和 2020 年美国 and 德国 ICT 产品出口连续两年均出现下滑，进口量也均少于 2018 年，反映出两国近年来 ICT 产业的国际流动缩减。墨西哥 2020 年 ICT 产品进出口双向减少，疫情对该国的 ICT 产业发展影响较大。



来源：联合国贸易和发展会议数据库，中国信息通信研究院计算

图 7 2020 年 ICT 产品贸易大国进出口情况

（二）创新合作：跨国公司助推创新大国间紧密合作

对德温特数据库检索结果分析显示，2020 年全球申请的 PCT

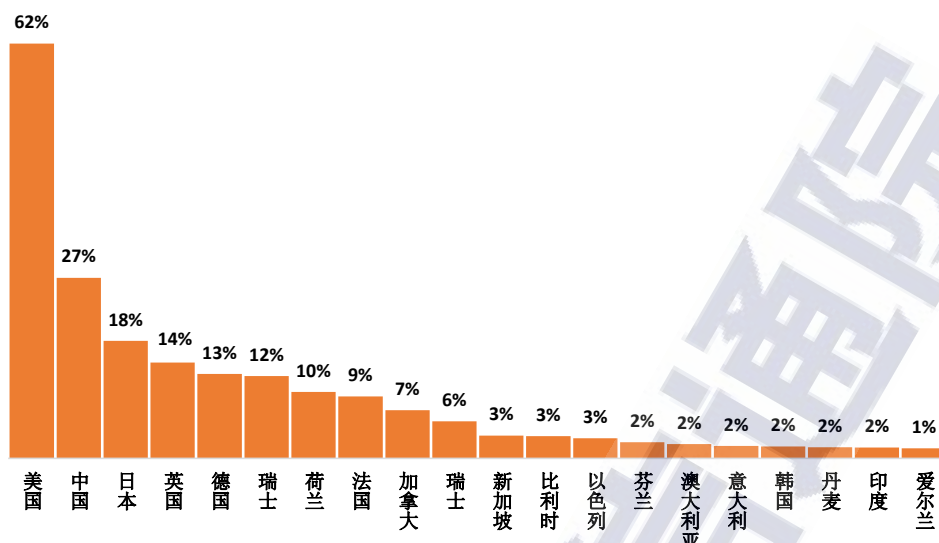
专利中，申请人（或机构）国际合作⁷的数量约 1.48 万条，占 PCT 专利申请总量的 5.3%。国际合作 PCT 专利数量前 20 的国家⁸中，有 17 个是 PCT 专利申请排名前 20 位的国家，表明这些创新大国之间的专利合作关系紧密。

1.合作区域：美中日三国 PCT 专利国际合作最为频繁

从国际合作的 PCT 专利数量来看，美中日是国际合作最频繁的国家。美国、中国和日本的国际合作 PCT 专利数量排名前三，其中，美国的国际合作 PCT 专利数量占全球总量的 62%。在国际合作 PCT 专利数量前 20 的国家中，除日本、瑞典、芬兰外，16 个国家最大的 PCT 专利合作国均是美国，且美国与全球 39 个国家均有专利合作。中国的国际合作 PCT 专利数量占全球总量的 27%，与美国互为最大的 PCT 专利合作国，也是日本、瑞典、芬兰最大的 PCT 专利合作国。日本的国际合作 PCT 专利数量占全球总量的 18%，是泰国（PCT 专利国际合作排名第 28）最大的 PCT 专利合作国。

⁷申请人（或机构）国际合作指两个及以上的申请人（或机构）来自不同的国家。

⁸国际合作 PCT 专利数量排在前 20 的国家：美国、中国、日本、英国、德国、瑞士、荷兰、法国、加拿大、瑞士、新加坡、比利时、以色列、芬兰、澳大利亚、意大利、韩国、丹麦、印度、爱尔兰。

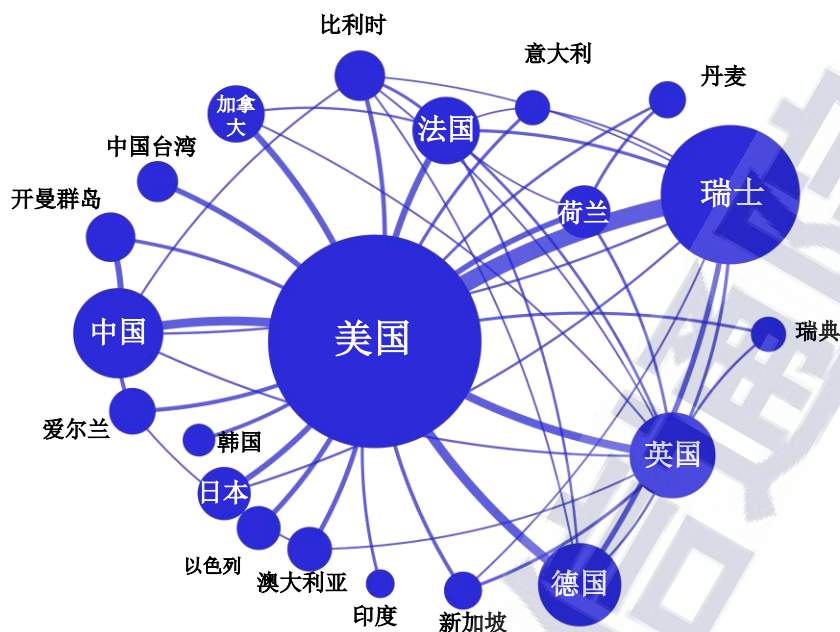


来源：德温特创新数据库，ITG insight，中国信息通信研究院计算

图 8 2020 年跨国合作申请 PCT 专利数量前 20 的国家及全球份额占比

2.合作领域：以美中为核心分别形成两大产业技术合作网络

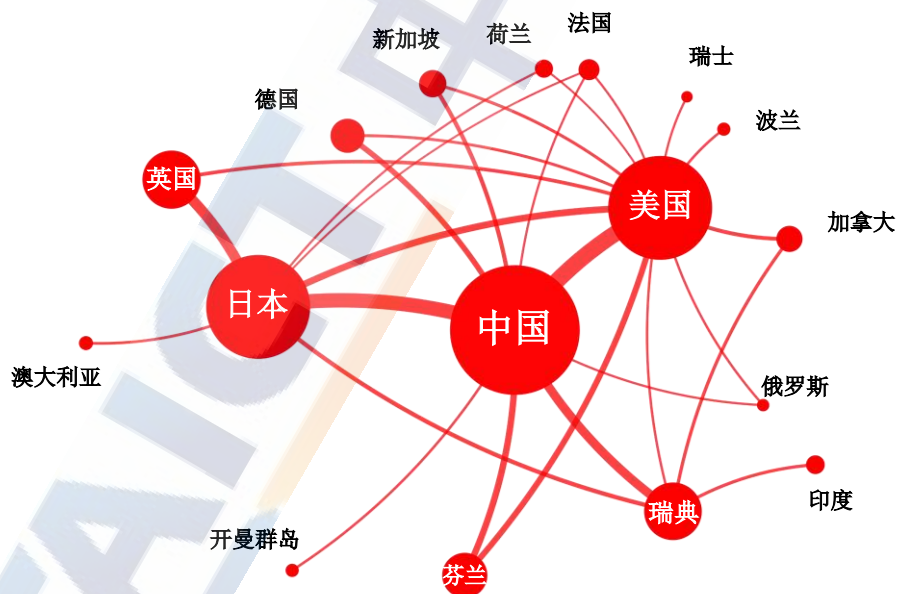
从 PCT 专利国际合作的技术创新领域来看，分别以美国和中国为核心形成医药和无线通信两大合作网络。分析各国合作专利的国际专利分类号（IPC）可知：医药领域形成以美国为核心的合作网络，专利合作主要围绕抗肿瘤药物、免疫球蛋白、抗体等医药领域，合作对象主要包括瑞士、英国、德国、中国、法国、荷兰等。无线通信领域形成以中国为核心的合作网络，专利合作主要围绕无线资源调度、信号编码等无线通信网络技术，合作对象主要包括日本、美国、瑞典、芬兰等。



来源：德温特创新数据库，ITG insight，中国信息通信研究院制图

图 9 2020 年医疗领域跨国合作申请 PCT 专利数量超 5 个的合作网络

*备注：国家节点的大小表示合作专利总量，网络边的粗细表示两国间合作专利数量。



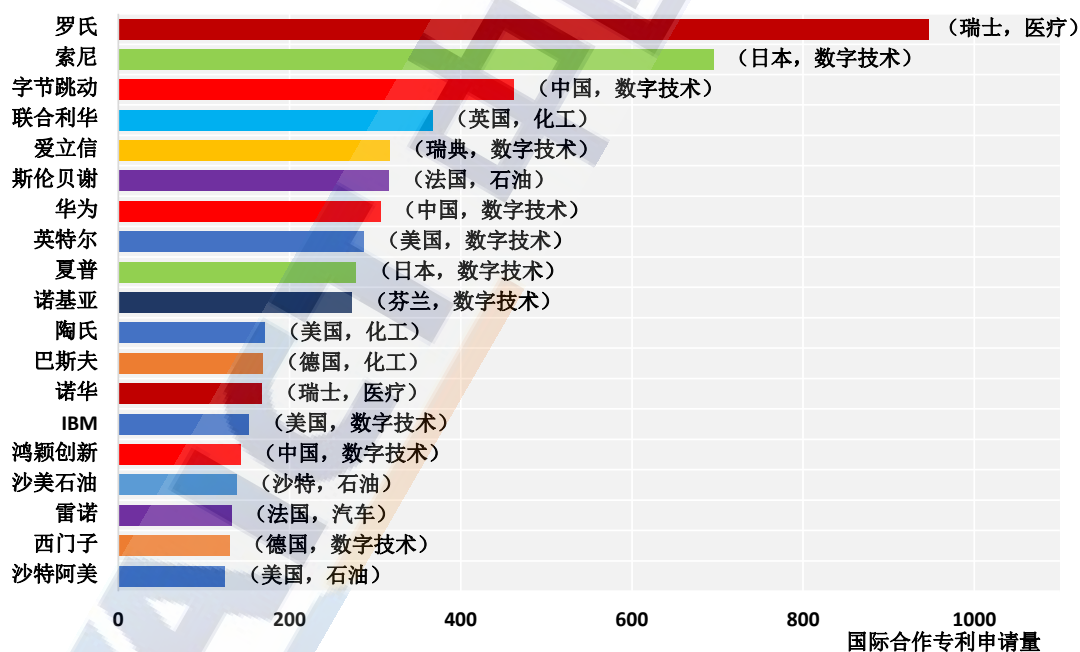
来源：德温特创新数据库，ITG insight，中国信息通信研究院制图

图 10 2020 年无线通信领域跨国合作申请 PCT 专利数量超 5 个的合作网络

*备注：国家节点的大小表示合作专利总量，网络边的粗细表示两国间合作专利数量。

3.合作主体：跨国公司以三种方式推动产业技术创新合作

企业作为产业技术创新的实施者,是专利的主要申请人,其中,跨国公司是推动专利国际合作的主要力量。从 PCT 专利国际合作的机构来看,排名靠前的基本是跨国公司。排名前 60 个申请人(机构)中,大型跨国公司及其子公司占 59 个,唯一非跨国公司的机构是加州大学。考虑部分机构是跨国公司的子公司,按集团公司名称将申请人进行归类后,统计出合作总量排名前 20 位的机构分布在 11 个国家,主要从事数字技术、医疗、石油、化工等领域,位列前三位的分别是瑞士的罗氏、日本的索尼和中国的字节跳动。



来源：德温特创新数据库，ITG insight，中国信息通信研究院计算

图 11 2020 年跨国合作申请 PCT 专利数量前 20 位申请者分布

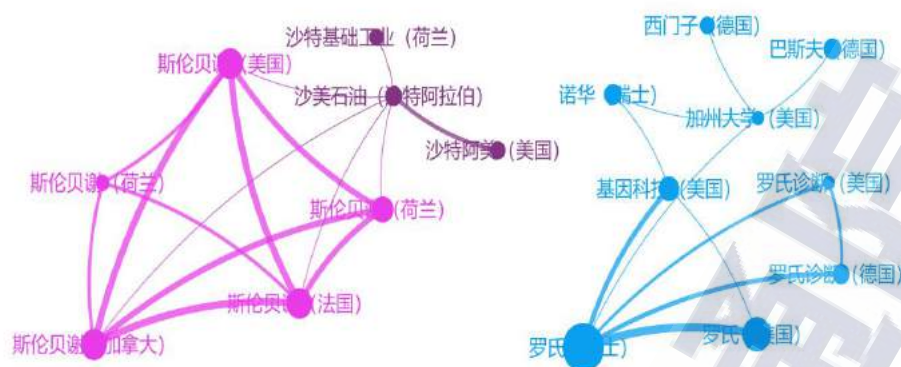
从机构间的合作网络来看，形成了三种合作方式。一是跨国公司集团内部合作。集团总部与分布在世界各国的子公司之间，以及各子公司间开展合作研发并申请专利。例如总部位于中国的字节跳动与在美国的子公司合作申请了大量专利，总部位于英国的联合利华及其在美国、荷兰的子公司之间形成了合作网络。



来源：德温特创新数据库，ITG insight，中国信息通信研究院制图

图 12 2020 年跨国公司集团内部的跨国合作申请 PCT 专利的国际合作网络

二是同领域多机构间合作。相同领域内多家创新实力雄厚的机构间共同申请专利并形成合作网络，例如在医疗领域，以加州大学为关键节点，连接了罗氏、基因科技、巴斯夫、西门子、诺华等多家大型医疗公司形成合作网络；再如石油领域，以沙美石油为关键节点，连接了斯伦贝谢、沙特阿美、沙特基础工业等大型石油公司形成了合作网络。



来源：德温特创新数据库，ITG insight，中国信息通信研究院制图

图 13 2020 年同领域多机构间跨国合作申请 PCT 专利的国际合作网络

三是跨国公司与个人/其它机构广泛合作。部分大型跨国公司国际合作数量多，但由于合作者分散，每一对合作关系形成的专利数量较少，在合作图中只显示出跨国公司自身的单个点，例如爱立信、华为、英特尔通过分布在世界各地的研究（发）中心，与大量的高级研发人员或大学、科研院所合作申请专利。

（三）要素流动：疫情造成普遍性、非均衡性影响

2020 年新冠肺炎在全球大流行，各国采取了封锁等措施，创新要素的国际流动深受影响。其中，人才的国际交往首当其冲，各国大幅减少对外签证发放，如美国同比减少 54%⁹，欧盟¹⁰和日本¹¹减少幅度更是超过 80%。同时，知识产权和资金的全球流动量也出现不同程度下降。

⁹数据来源：美国领事事务局。

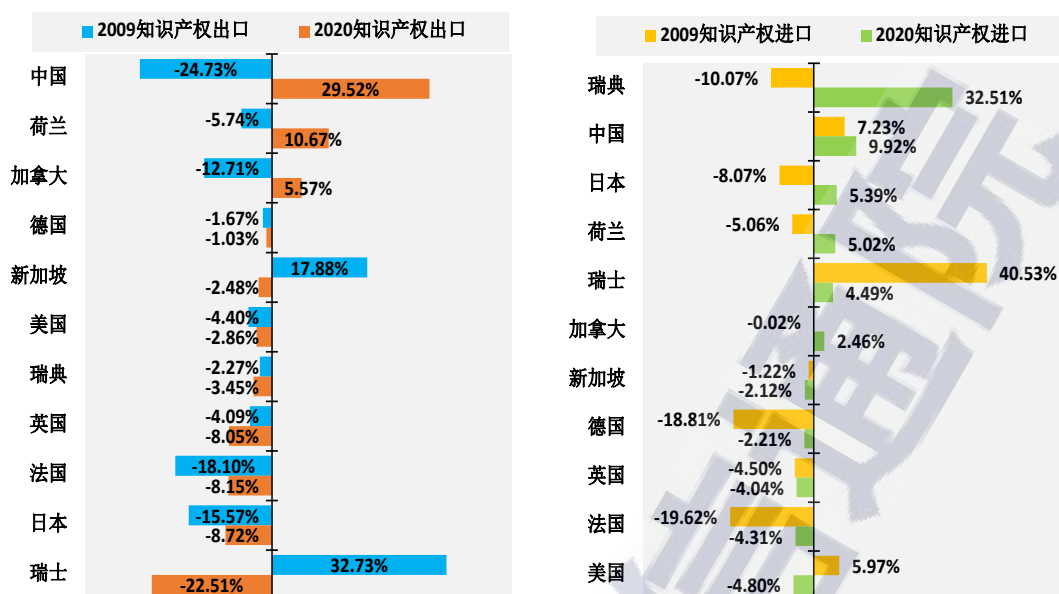
¹⁰数据来源：申根签证信息网。

¹¹数据来源：日本外务省。

1.知识流动：全球知识产权贸易总量显著减少，但进出口大国影响较小

总体来看，新冠疫情期间对世界知识产权进出口的冲击大于金融危机时期。世界银行数据显示，2020 年受新冠疫情的影响，世界知识产权进口总额减少 22.66%，出口总额减少 7.13%。而 2009 年受金融危机的影响，世界知识产权进出口总额分别只减少 1.97%和 3.66%。

但是，多数知识产权进出口大国受新冠疫情的影响小于金融危机时期。从进口额来看，大多数国家降幅小于 2009 年，中国等少数国家实现逆势增长，仅美国、瑞士、新加坡降幅大于 2009 年。出口方面也有类似表现。具体来看：中国、荷兰和加拿大三国实现进出口双增长。中国的知识产权出口表现最为亮眼，对比 2009 年受经济危机影响，当时知识产权出口额同比减少 24.73%，而 2020 年逆势同比增长 29.52%。并且，从绝对值上看，中国 2020 年出口额约是十年前（2010 年）的 10 倍（同期全球出口总额仅增加 55%，美国增加 20%），在一定程度上反映了中国近年来知识产权实力的提升。另外，瑞典的知识产权进口额增长非常突出，2020 年同比增长 32.51%，基本延续了其 2019 年（同比增长 42.07%）的增长趋势。



来源：世界银行，中国信息通信研究院计算

图 14 知识产权进出口大国 2009 年和 2020 年进出口额较上一年变化情况

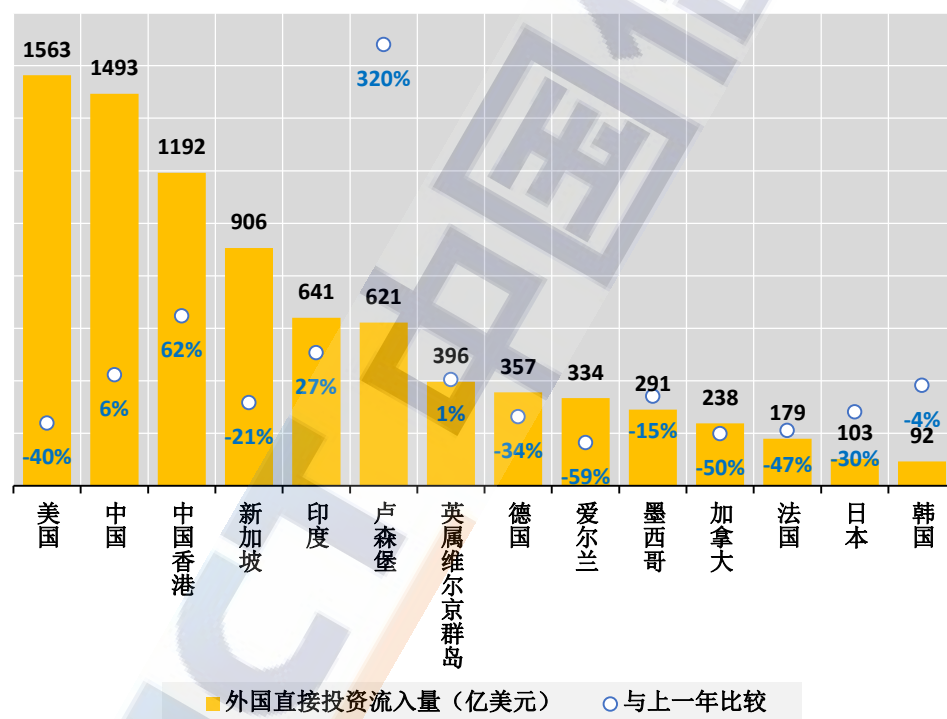
2. 资金流动：发达国家外资流入大幅减少，亚洲仍强劲

多数国家重视吸引外国投资促进本国创新生态的发展，但新冠疫情引发世界经济陷入衰退，加之各国的防疫封锁和贸易投资保护主义抬头，2020 年全球外国直接投资流入额（简称“外资流入”）同比下降 35%¹²。联合国贸易和发展会议数据显示，全球创新密集的产业结构转型领域外资净流入减少 49%，而信息通信技术行业外国直接投资新设项目额增加 22%。

亚洲外资流入仍强劲，发达国家外资流入下降最多。从流量上看，外资流入排名前五的经济体中，四个来自亚洲，分别是中国、

¹²数据来源：《世界投资报告 2021》。

中国香港、新加坡、印度，表明亚洲地区的产业发展对外资的吸引力大。从变化率上看，发达经济体外资流入下降最多，同比降幅达58%。其中，美国减少了40%，但依然是世界上吸引外资最强的国家。日本、新加坡、韩国等亚洲发达国家，外资流入也出现一定程度的减少。亚洲发展中经济体外资流入反而增加了4%，这一增长主要由技术型产业、电子商务和研发活动所推动。其它非亚洲地区发展中国家，如俄罗斯、巴西，外资流入则出现了大幅下降，侧面反映了这些发展中国家产业发展在疫情中的脆弱性。



来源：联合国贸易和发展会议《世界投资报告 2021》，中国信息通信研究院计算

图 15 2020 年外国直接投资流量大的经济体¹³外资流入情况

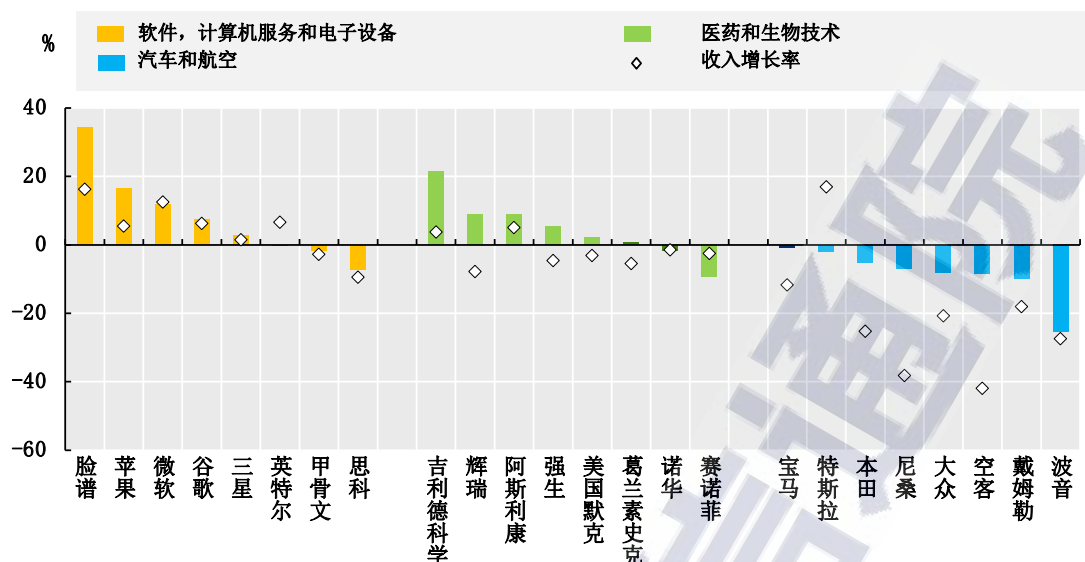
¹³外国直接投资流量大的经济体包括了外国直接投资流入量排名前十和流出量排名前十的经济体。

（四）产业发展：数字和医疗产业创新活跃，绿色专利增长缓慢

新冠肺炎疫情一定程度上加速了数字和医疗产业的创新发展。从创新投入（大企业研发支出、风险投资）和创新产出（PCT 专利申请和 ICT 产品进出口）两方面看，2020 年数字技术和健康医疗领域的创新活跃度最高。然而，世界广泛关注的绿色产业技术创新相对缓慢，2010 年以后全球绿色专利的增长主要由中国贡献。

1. 数字和医疗领域创新投入和产出稳居前列

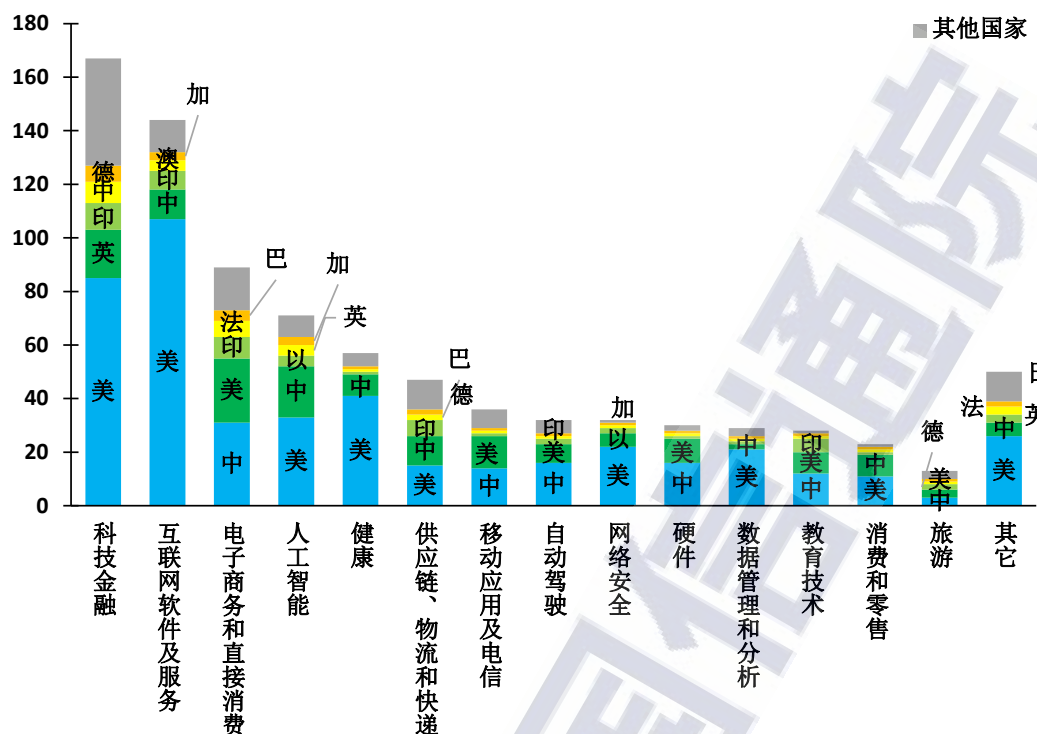
数字技术和生物医药大企业研发投入增加。新冠疫情期间，在线办公、在线会议、在线社交、在线购物等数字化服务发展猛增，也推动了数字设备和半导体等 ICT 产品的需求增加。因此，数字技术领域大企业收入增长的同时，也加大了研发投入和持续创新。全球范围的新冠肺炎预防和治疗，催生了疫苗和药物的研发生产，生物医药大企业研发支出增加。但是，疫情冲击了多数行业和小微企业，企业研发支出面临内部成本控制及削减的巨大压力。例如人们的交通出行受限，极大地影响了汽车和航空等传统研发密集型的交通产业，由于营业收入的大幅降低，过去创新活跃的大企业也减少了研发支出。



数据来源：OECD，中国信息通信研究院整理

图 16 2020 年三类产业国际大企业研发支出和收入的同比增长率

大型资本偏好投资数字化服务领域的创新企业。独角兽企业尚未上市但市值超过 10 亿美元,基本在过去 1-3 年都经历了多轮融资,体现出大型资本青睐的领域。CBinsights 数据显示截至 2021 年 9 月底,全球独角兽企业分布前三多的领域是科技金融、互联网软件和电子商务,反映出多数大型资本更偏好数字化服务类领域。但是,新的独角兽企业不断出现在人工智能、自动驾驶和硬件等领域,表明大型资本也开始重视数字硬科技领域创新创业。从独角兽企业分布的国家可以看出,美国和中国最多,以色列在人工智能和网络安全领域布局比较突出。



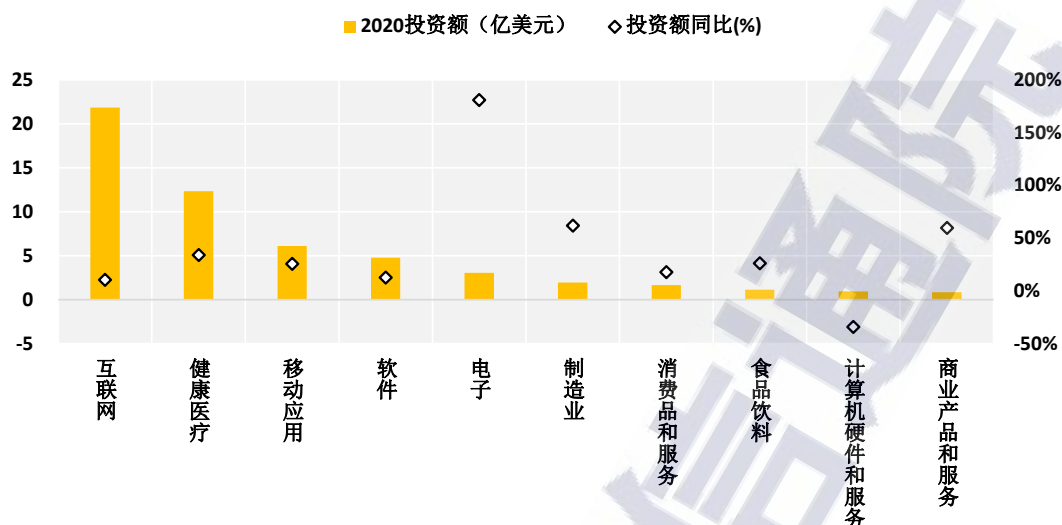
来源：CBinsights，中国信息通信研究院计算

图 17 2021 年 9 月全球独角兽企业所处领域及所在国家分布

早期风投¹⁴在数字化服务和健康医疗领域投资最多，在硬科技领域的投资大幅提升。从投资额来看，2020 年全球早期风投投资最多的是互联网领域，但增速较小，仅 10%。健康医疗是投资排名第二的领域，同比增长 34%。移动应用和软件分列第三和第四位，分别同比增长 25%和 12%。电子和制造业等硬科技领域增速快，分别达到 181%和 62%。从投资笔数来看，2020 年多数领域投资笔数均出现减少，表明单个项目的投资额增加，早期风投对创新创业的估值走高。健康医疗领域投资笔数微增，电子领域投资笔数增加 4%，

¹⁴早期风投，指投资阶段是种子、天使和 A 轮的风险投资。

更加验证了早期风投对健康医疗和电子领域的青睐。



来源：CB Insights 数据库，中国信息通信研究院计算

图 18 2020 年全球早期风投投资额最多的十个领域投资数量和增长率

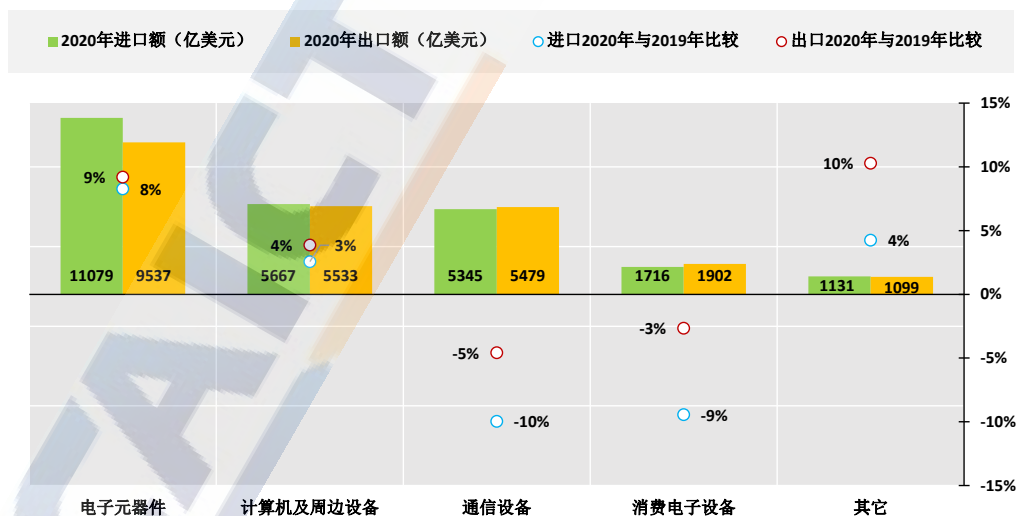
数字和医疗技术领域的 PCT 专利申请量最多。世界知识产权组织（WIPO）数据显示，2010-2020 年间，计算机技术、数字通信、医疗技术、电机/设备/能源、计量（仪器）、视听技术、交通、医药、半导体 9 个领域全球 PCT 专利申请量一直排名前 10 位。其中，计算机技术、数字通信、医疗技术稳居前三位，前两者均属于数字产业领域，表明数字和医疗领域仍然是当今世界技术创新的主流。半导体和医药领域排序下降，主要是这两个领域前期已经历激烈竞争，及当前阶段研发突破难度较大。视听技术和交通排序上升，可能与新媒体、新能源汽车、自动驾驶等新兴领域快速发展有关。光学新进前十位，与近年来 AR 等新型显示技术的创新热度增加有关。



来源：世界知识产权组织数据库，中国信息通信研究院计算

图 19 2010 年和 2020 年 PCT 专利申请量排名前 10 位的技术领域比较

ICT 产品的国际贸易在疫情期间总体保持强劲。联合国贸易和发展会议数据显示，2020 年全球 ICT 产品进口额增加 1%，出口额增加 4%，与制造业产品进出口的总体下滑呈现鲜明对比。带动 ICT 产品进出口额增加的是电子元器件、计算机及周边设备，主要是近年来新能源汽车、物联网等新兴产业发展所催生电子设备、半导体等的需求增加。但通信设备和消费电子设备进出口额有所下降。

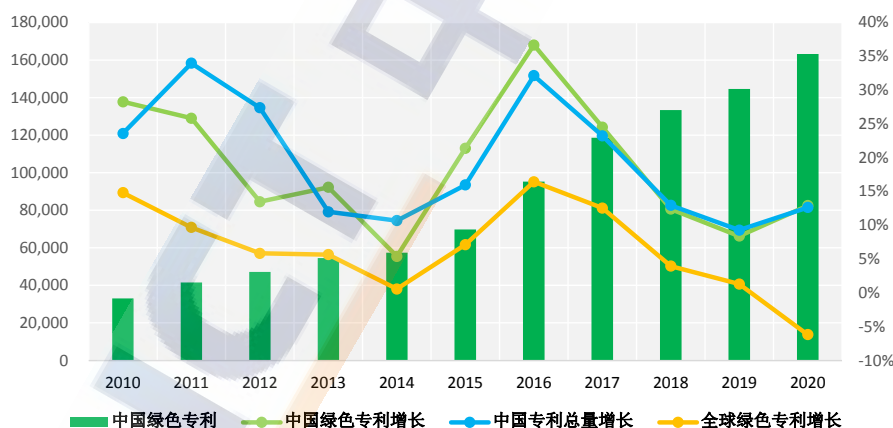


来源：联合国贸易和发展会议数据库，中国信息通信研究院计算

图 20 2020 年全球 ICT 产品按分类进出口情况

2.中国绿色专利贡献加大，全球绿色专利增长放缓

2010 年以来，中国绿色专利¹⁵大幅增加，成为全球绿色专利的主要贡献国。根据世界知识产权组织 WIPO 制定的绿色 IPC 清单进行专利检索和统计分析发现，2010-2020 年间，中国绿色专利占全球的份额从 28% 大幅提高到 80%，对全球绿色专利的数量贡献最大，且每年中国绿色专利增长率均高于全球绿色专利的增长率。尤其 2015-2017 三年间，中国绿色专利的增速最快，分别达到 21%、37%、25%，明显高于中国当年专利总量的增长率。2018-2020 三年间，中国绿色专利仍持续增长，增速基本与中国专利总量的增速保持一致。主要原因是，我国作为负责任大国，积极践行绿色技术创新推动绿色转型，对绿色发展的政策配套措施和投资热度逐年增加，如新能源汽车产业、核能产业发展迅速，带动专利申请量大幅提升。



来源：WIPO Patentscope，中国信息通信研究院计算

图 21 2010-2020 年中国绿色专利申请情况及与全球比较

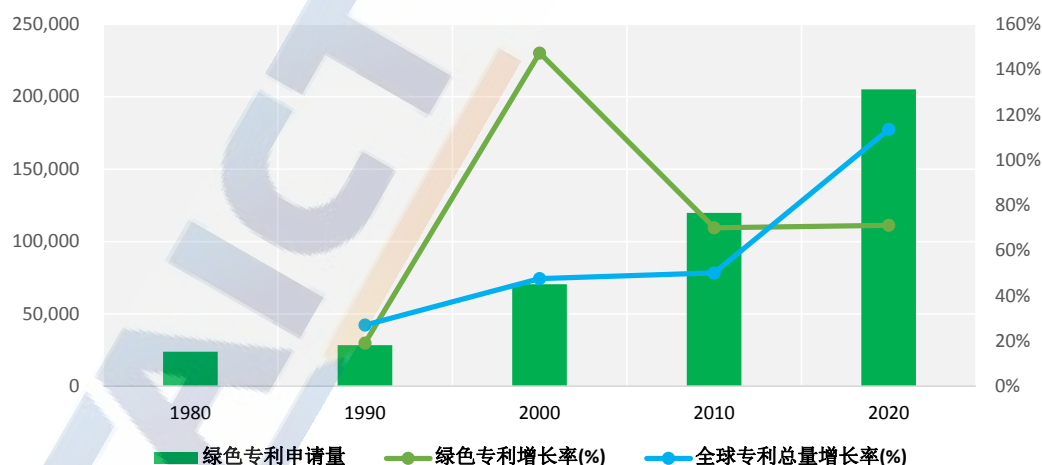
¹⁵中国绿色专利是指向中国知识产权局申请的绿色专利。根据中国知识产权局数据，该类别专利多数由国内申请人申请（83%的发明专利国内申请，99.6%的实用新型专利国内申请，97%的外观设计专利国内申请）。

但总体来看，全球绿色专利增长相对缓慢，与《巴黎协定》对绿色化“全球优先性事项”的设计仍存差距。主要表现在三个方面：

第一，从产业横向比较来看，绿色专利增长速度低于总体增速。

全球 2020 年绿色专利申请量比 2010 年增长 71%，大幅滞后于全球同期所有领域专利总量 114% 的增长率。并且，2010-2019 年间，每年全球绿色专利的增长率均低于专利总量的增长率，2020 年受疫情影响，全球绿色专利甚至比 2019 年减少 6%。

第二，从历史纵向发展来看，全球绿色专利高速发展时期似乎已经过去。全球绿色专利在 1990-2010 年间增长最快，尤其 2000 年相比 1990 年，绿色专利申请量增长 147%，而全球专利总量增长仅 48%，而 2010 年以后全球绿色专利增长放缓。可能的原因是创新能力强的发达国家工业化进程较早，更早走过了先污染后治理的历程，并且随着全球产业链分工，部分污染性产业环节已经转移到国外，导致最近十年来的绿色创新需求不充分，绿色创新成果不突出。



来源：WIPO Patentscope，中国信息通信研究院计算

图 22 1980-2020 年全球绿色专利申请情况

第三，从国家表现来看，欧美新增专利数量不足，而中国产业化应用较弱。欧盟国家绿色高价值专利仍然领先，但总量占全球的份额已明显减少。作为目前全球绿色创新的主要力量，中国积极进行绿色产业技术创新，但在绿色专利庞大的数量背后，也存在多数专利由高校申请¹⁶，产业化难，具有国际商业价值的 PCT 专利不足等问题¹⁷。未来，加速绿色技术创新，更需要世界各国通力合作，推进产业技术不断发展。

四、产业部门推动创新生态演进的四大方向

在新冠疫情和大国间科技博弈影响下，产业部门在科技创新中发挥的作用越来越重要。产业创新生态“3（主体）+1（机制）”渐进调整并有力促进创新。产业部门三类主体（产业主管部门、企业、中间组织）创新组织方式新旧并行、循序演进。从需求侧推动产业科技创新的组织方式效率更高，并逐渐成为国际通行做法。产业主管部门成为构建创新生态的重要组织者和参与者，企业作为创新关键力量的生态协同性进一步强化，加速器、开源社区等创新中间组织更加专业化，数字化平台为主体间协作提供了更加便捷高效的工具。与此同时，创新生态运行机制更加多元，为创新生态带来新方向。

¹⁶《中国绿色专利统计报告（2014-2017 年）》。

¹⁷秦阿宁，《碳中和背景下的国际绿色技术发展态势分析》。

（一）产业主管部门：创新生态的重要组织和参与者

当前，各国不断强化产业政策工具的使用，宣称奉行自由市场制度的国家纷纷调转政策，对市场的干预趋于增强。产业主管部门在制定和落实产业政策的同时，对产业创新的组织形式也更加灵活丰富，可总结为三大类型和对应的六种主要组织方式。首先，出现一些颠覆既有组织结构的新思路，如美国计划中的未来产业研究所。其次，将以往重大问题攻关过程中使用的组织方式应用至新兴领域，如产业主管部门嵌入创新联合体中协调牵引研发突破。此外，部分成功的传统组织方式得到进一步升级和扩展，如各种公私合作等。

美国产业政策进入第五阶段：美国 ITIF 报告

2021 年 10 月 4 日，美国信息技术与创新基金会（ITIF）发布《美国新兴的产业政策方法》报告。该报告认为，美国产业政策进入第五个典型阶段，正在以前所未有的规模和范围形成一系列新产业政策。其主要观点如下：

产业政策存在两种定义方式。第一种以政策目标为界定标准。产业政策是“一系列明确支持特定目标产业和技术的政策和规划。”在这个意义上，可以有各种目标的产业政策，技术研发、经济增长、产业竞争力提升和国家安全等均可作为产业政策最可行的政策目标。第二种以创新环节为界定标准。完整的创新链条一般包括基础研究、应用开发、原型设计、测试、示范、产品开发、生产融资和市场开发等环节。产业政策要对创新链施加一系列政策干预，促进各环节畅通，加快技术进步。

美国的产业政策已经历四个典型历史阶段。尽管受到主流经济学的长期反

对，但二战后至今，美国的产业政策受危机驱动，总体上经历了四个阶段。一是冷战时期，二是美日竞争时期，三是克林顿和奥巴马政府时期，四是 2012 年后奥巴马政府时期。总体而言，上述各阶段政策措施都符合产业政策定义。这些政策具有三个共同特点：以强大的基础研究能力为根本；支持特定的技术或产业领域；利用政府采购或资本市场推动创新成果产业化。

美国新兴的这一轮产业政策力度前所未有，其中部分内容尚待立法通过。如果未来能够实施并获得足够资金，这些新产业政策将是美国产业政策历史的重大转折，也将成为第五个典型阶段。为确保这些新产业政策充分发挥作用，需要建立新的产业政策支撑体系。

第一种类型，出现了颠覆既有组织架构的组织方式新构想。

组织方式 1：在原有国家实验室体系基础上，补充建立未来产业研究所。美国原有的产业部门下属国家重点实验室、产业创新中心等创新平台体系，已经较为侧重产业技术与基础研究的衔接，并持续与多方协同加速创新，如美国能源部国家重点实验室通过分包研发合同、下设研发中心开展产学研合作、与其他国家实验室合作等方式开展研究和协同创新。美国计划成立未来产业研究所，更加聚焦于前沿产业技术交叉领域，倡导多主体研发合作，打通创新链所有环节，驱动技术大规模商业化，保持和加强美国科技和产业的全球领先地位。该构想反映出，美国自二战以来建立的政府出资、以自由探索为导向的研究体系开始向产业需求导向倾斜。

第二种类型，以往重大问题攻关组织方式应用至新兴领域。

组织方式 2：产业主管部门嵌入创新联合体协调推进产业技术创新。对于涉及公共利益的重大产业技术创新项目，产业主管部门承担协调和支持的角色嵌入到创新联合体中。欧盟、韩国、日本及我国等主要经济体在开展 5G、6G 研发创新时，均由政府通信相关产业主管部门引导产学研等机构成立项目组。根据设定的阶段目标，各成员合力攻关竞争前环节的关键共性技术，制定行业统一共识的标准，推动研发和行业整体发展。

政府嵌入式引导创新联合体研发：欧盟 6G 研发案例

欧盟启动 6G 旗舰研究项目 Hexa-X，联合多家欧美企业合作研究 6G 基础技术、用例和场景。该研发联合体于 2021 年 1 月启动，旨在将欧洲主要的网络供应商、运营商、垂直行业企业、技术提供商和欧洲通信研究机构等行业利益相关者聚集到一起，推进 6G 技术发展。欧盟委员会委任诺基亚为该项目领导者，项目成员包括爱立信、英特尔、西门子、意大利电信和西班牙电信等多家欧美企业，计划持续两年半。2021 年 7 月，Hexa-X 发布了首批 3 项技术成果。

组织方式 3：产业主管部门作为研发委托者和市场提供者组织创新。在一些涉及国家关键利益、公众生命安全的战略性产业领域，政府以“使命导向”推动创新。美国及其他国家将原用于军事领域的“DARPA 模式”“项目经理人机制”引入相关产业，加速颠覆性技术创新和产业发展。该机制实现了政府部门管理立项和项目经理人，项目经理人管理科研项目推进实施的分层管理，组织合适的人员共同推动技术研发应用。

DARPA 模式延伸向战略性产业：美国能源、医疗领域案例

DARPA 隶属于国防部，但其创新溢出效应超越了国防领域。便携式定位导航系统、新型计算机芯片、语言识别软件、人机交互设备特别是互联网技术等对美国乃至全球的社会和经济产生了广泛和深刻的影响。“DARPA 模式”被政府其他机构和美国国会视为创新典范并试图予以推广。

2021 年 2 月，美国政府发布消息称，计划设立一个类似 DARPA 的、跨部门的、专注于应对气候变化的高级研究局 ARPA-C，研发出可负担的、随时应变的技术，让美国获得 100% 的清洁能源。

2021 年 4 月，美国政府公布 2022 财年预算，计划为国立卫生研究院（NIH）增加预算 90 亿美元，其中 65 亿美元用于建立类似 DARPA 的高级健康研究局（ARPA-H），专注于研发针对癌症、糖尿病和阿尔兹海默病的创新疗法。

组织方式 4：产业主管部门以大工程项目牵引产业创新升级和综合发展。企业着力加强技术突破，产业主管部门加强与其他政府部门协调，统筹考虑产业创新及配套制度问题。如韩国以工程牵引智能汽车产业从技术应用到配套设施的综合创新发展。通过启动智能汽车创新工程，将司机、车辆、环境、交通基础设施以及相关生活要素有机地连接到一起，在技术研发及产业化过程中同步考虑解决交通安全、交通拥堵问题，提供定制化的出行服务，推动建设智能汽车产业强国。再如，2021 年 11 月，日本经济产业省围绕强化日本半导体产业基础，提出了“三步走”实施方案。在第一阶段，将着力加快物联网相关半导体生产基地的建设，计划通过高达 50% 的政府补贴，吸引先进半导体代工厂来日建厂。未来在第二、三阶

段，将逐步加强与美国及全球其他地区的半导体技术研发合作。

第三种类型，部分成功的传统组织方式得到进一步升级和扩展。

组织方式 5：产业主管部门通过技术转让等支持中小企业开展创新活动。小企业在促进经济增长、技术创新和保障就业上具有重要作用，美国等制定专门法律促进加强小企业研究发展。美国航空航天已成为重要的产业领域，由更多的私营企业参加产业创新。继成功助推 SpaceX 后，政府计划加速向中小企业技术转让，将有前景的太空技术从实验室推向市场。促进初创企业与专注于太空的大学研究人员合作，加速新兴技术及解决方案的开发。

技术转让支持中小企业创新：美国航空航天领域案例

美国太空探索技术公司（SpaceX）的成长壮大与美国政府，尤其是美国宇航局（NASA）长期、多方面的大力支持密不可分。

一是政策方面，美国制定商业化及技术转移政策为企业开拓创新空间。1984 年，国会通过《商业太空发射法案》，允许私人发射火箭。1994 年，NASA 推出了“技术转移计划”，拿出每年预算的 20% 支持商业合作伙伴协助研发新技术，为开拓太空商业新市场打下基础。2015 年，美国国会通过《美国商业太空发射竞争法案》，规定未来 8 年将陆续给国内商业航天公司派发执照，允许私营航天企业进入外太空探索。

二是技术方面，开放和转移大量成熟技术，提供硬件设备和技术指导。NASA 向 SpaceX 开放了“阿波罗”登月和航天飞机研发的大量技术报告，转移了大量成熟技术，并利用自身技术优势加强对 SpaceX 公司的技术指导，通过直接派驻技术人员和专利转让等方式帮助其发展和验证关键技术。其中，NASA 帮助

SpaceX 公司开发了新的粘接材料，解决了“猎鹰”9 一级火箭外壳上隔热层因低温而脱落的难题，为其实现火箭重复使用目标提供了关键的技术支持。

三是资金方面，政府提供资金和政府采购合同。SpaceX 创建于 2002 年，创立 4 年后就从 NASA 获得了商业轨道运输服务合同。2008 年又获得了价值 16 亿美元的商业补给服务合同，帮助 SpaceX 走上发展轨道。

组织方式 6：产业主管部门与企业合作推动创新发展。在一些资金、技术投入需求量较大，依靠市场需求带动的产业，产业主管部门多通过“官民结合”“公私合作”方式聚集创新资源、加强优势互补。如日本政府计划通过官民结合推广战略性创新创造计划（SIP）。再如韩国政府支持社会资本主导 6G 研发及 5G 融合应用 PPP 合作，2021 年 6 月和 8 月，韩国科学技术信息通信部先后在跨政府部门官民联合会议上公布“6G 研发实行计划”和“5G+融合应用扩散战略”，计划通过多种出资方式推广 6G 研发和 5G 融合应用。

（二）企业：作为创新关键力量的协同性不断强化

新一代信息技术与先进制造、新材料、新能源等技术加速融合创新，网络化、平台化、扁平化成为创新组织和分工的发展方向。企业跨行业合作将越来越普遍，数字化平台将逐渐成为中小微企业创新的重要支撑。全球产业创新生态中各创新主体关系由机械传动向交互适应演化，三种代表未来协同合作方向的组织模式值得关注。

模式一：大型跨国科技公司聚合式创新。大型跨国公司具有整合全球创新资源的天然优势，通过创新资源高地设立研发中心、在供应链中发起协同项目、以及通过网络更广泛地征集合作伙伴等

方式，获得高校、科研院所、中小企业等组织机构及个人的创新资源 and 能力。**例如**，爱立信、华为、英特尔通过分布在世界各地的研究（发）中心，与大量高级研究机构和研发人才合作申请专利。**再如**，英特尔 2021 年 1 月宣布推出新一轮合作伙伴联盟计划，将与 FPGA 设计服务、云服务提供商、独立软件供应商、分销商、制造商、解决方案提供商、原始设备制造商和服务集成商等多类伙伴进行合作，产出一批高水平的合作项目，并将项目成果反哺于企业合作伙伴生态。**此外**，一些企业形成了技术能力平台，为新兴行业技术领域提供开放创新的工具。如英伟达元宇宙领域 Omniverse 开放平台；以及用于开发智能汽车应用程序的技术平台等。

新兴行业开源平台：英伟达元宇宙领域 Omniverse 平台

2021 年 8 月，英伟达宣布开放 Omniverse 平台，为元宇宙建立提供基础的模拟和协作，向数百万新用户开放。

Omniverse 生态系统正在不断扩大。一方面，该生态连接了来自 Adobe、Autodesk、Bentley Systems、Blender 等软件公司的应用，通过与 Blender（开源 3D 动画工具）和 Adobe 集成来实现规模化扩展。**另一方面**，苹果公司、皮克斯与英伟达共同为通用场景描述（USD）带来了先进的物理功能，采用开源标准，支持数十亿设备的 3D 工作流程。英伟达将 USD 集成到 Blender，提供给艺术家使用，加速了行业开源。设计师、艺术家和审核人员可随时随地通过该平台，在共享的虚拟世界中进行实时合作。

截至 2021 年 8 月，SHoP 建筑事务所、《南方公园》制作工作室以及洛克希德·马丁等 500 多家公司及其专业人员正在应用该平台。

模式二：初创公司跨学科开拓式创新。出于跨行业知识需求、技术组合需求及数字化融合需求，企业特别是初创企业的跨领域合作将继续增加。创新型国家的本土初创企业往往具有较强的创新精神和开放的创新方式，灵活的内部管理机制支持初创企业在跨学科跨领域的蓝海市场寻找新的突破点。比如，量子技术与传统行业的融合创新已有多个合作案例。法国初创公司受量子技术启发开发的新算法，用比传统方法快 1 万倍的速度识别最适合药物开发的结合分子。英国伦敦初创公司正在构建一个量子化学平台，该平台可以模拟材料，以更快的速度、更高的准确性、更低的成本发现和开发新分子。

模式三：产业联盟平台式创新。由于产业创新的高投入、复杂性和不确定性，产业界自发或因国家和社会创新发展需要，组建产业联盟实现强强联合。数字平台为创新主体间协同合作提供了便捷的基础设施，为共同研发及测试提供了畅通渠道，提高了沟通协作效率，与产业联盟合作形成了高度匹配。如，欧洲制药工业协会联合会（EFPIA）和欧盟发起的“创新医药倡议”（IMI），搭建网络平台征集成员及外部组织关于研发主题的提案，学术界和中小企业通过平台申请研发项目资助，项目各成员在网络平台共享项目和数据资源，目前在阿尔茨海默氏病、糖尿病和癌症等社会关注的疾病治疗药物研发方面有所突破。后疫情时代，医疗行业合作创新需求增加，此类平台有望发挥更大作用。

（三）新型中间组织：对产业创新支撑更专业和系统

新型中间组织包括一些新型孵化器、加速器、新型研发机构，以及开源社区等。这些中间组织不仅关注企业的聚合、企业与科研机构间需求的对接，其机构功能还向创新链各环节延伸，提供专业化的创新支撑服务，成为促进产业创新的重要参与者。

第一，新型加速器等中间组织围绕创新链提供专业化服务。多样化的中间组织是创新要素流动的重要依托，是衔接创新链各环节的重要桥梁。当前，中间组织在广泛连接、多边关系处理、创新过程服务中越来越专业。新型加速器、孵化器等中间组织，除了为企业的创新活动提供场地等直接服务外，还通过连接投资机构、研发机构等创新主体，为企业提供资金、技术，以及咨询、设计、设备共享、中间试验、工程化验证等各项创新服务。

新型中间组织专业创新服务：美国量子科技加速器创业园案例

2021年4月，美国成立了首个专门面向量子科技初创公司的加速器项目“二象性”。该加速器项目由芝加哥大学波尔斯基创业与创新中心、芝加哥量子交易所主导，合作方包括伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校、美国阿贡国家实验室和非营利组织P33。

“二象性”的“新型”中间组织作用主要表现在，除提供场地、资金等传统支持外，该加速器还提供技术支持、设备使用、专家指导等相关服务。“二象性”量子科技孵化园设在芝加哥大学布斯商学院，计划未来10年内提供2000万美元创业资金，每年为10个量子初创公司提供办公室、实验室、科研设备使用权，

并提供 5 万美元资金支持，并邀请顶级量子专家指导。目前已经聚集了 6 家量子技术和应用的初创企业。

同月，美国马里兰大学成立又一个量子创业孵化器“量子创业园”。“量子创业园”与中大西洋量子联盟合作，该联盟由包括大学、大型企业、初创公司和政府实验室的 24 个机构构成，是一个量子技术研究、开发、创新和教育中心，致力于实现量子技术的突破。

第二，标准化组织与企业联合推动行业标准制定，将标准系统化贯穿创新环节，推动行业整体创新发展。《国家标准化发展纲要》指出，标准是经济活动和社会发展的技术支撑。第四次工业革命以来，标准从传统意义上的产品互换和质量评判依据上升为事关制造业、通信业等产业发展的基础性、先导性和战略性工作。目前，多个国家和地区推动 5G 标准向更深层次演进，为融合应用提供支撑，并布局抢占 6G 标准的国际主导权。标准化组织在其中发挥了重要的桥梁作用。2021 年 6 月，韩国电子与通信研究院（ETRI）作为主办机构，联合运营商、三星电子、韩国科学技术院（KAIST）在内的 37 家公司和标准化组织，共同开展“6G 核心技术开发项目”研究，致力于加速形成 6G 标准，引领全球 6G 发展。

第三，越来越多、越来越规范的开源平台推动企业、个人用户贡献众智。开源成为继国家标准、行业标准后，一种以代码形式构成全球事实标准的主流模式，带来了技术、流程、商业模式以及法律层面的创新。开源基金会和开源社区等不仅是创造和传播知识的网络化平台，同时也是连接企业、个人开发者等创新主体的网络化

组织，是区别于传统工业时代的“新型中间组织”。一方面，网络化规模效应显著，在连接创新主体的规模上超过工业时代传统中间组织。另一方面，开源社区组织治理上以社区自治为核心，具有典型的自组织和去中心化特征，但与传统中间组织一样发挥着平台和服务作用。开源许可协议作为一种协作共享、宽松自律的开放授权模式，降低了创新风险，吸引更多创新主体聚合到开源平台，形成网络化规模效应。当前，Linux、Apache 等软件开源平台持续推动开源创新，为成员提供交流渠道、基础设施，以及项目孵化、知识产权转移、市场推广、法律咨询等服务。

（四）生态运行机制：市场化下多元机制健全完善

数字化为创新活动赋能，突破了创新要素配置的传统技术瓶颈、组织边界，创新组织方式更加丰富多元、灵活机动。未来，产业创新生态运行机制将更加完善，向市场化、开放化方向持续演进。

从总体演进思路来看，一方面，立足市场化机制，优化安全保障机制。当前及未来，创新要素流动高频化、跨界化等特征将继续强化，各种要素的市场化竞争、交易等机制将不断健全。由市场评价贡献、按贡献决定报酬的机制将更加完善。同时，数据、技术和商业秘密泄露，以及利益分配不均等问题进一步引发关注，需要加强对知识产权、商业秘密和隐私的保护。另一方面，巩固开放协作机制，强化共享交互机制。未来，创新要素配置的物理和虚拟空间将继续扩大，引发跨区域、跨领域、跨组织的生产和协同创新方式，提高人才、资本、数据的整合利用效率，进一步将开放平台上的创

意、智慧、技术源源不断转化为商业价值。同时，创新要素分享成本将继续降低，数字化平台将进一步削弱信息不对称，加速创新要素分享。不同创新主体可以立足其优势，以较低的成本分享创新资源并交互参与创新活动。

从具体机制来看，**第一**，提高知识产权保护水平，加强知识产权战略运用将成为各国产业创新生态运行机制的重点。**第二**，完善开源等新型创新治理机制将成为知识众创和数据共享的重要保障。**第三**，加强数据治理，完善数据的确权、定价、交易、利益分配等规则，将成为中长期治理要点。**第四**，加强产融合作将成为推动产业创新发展重要施政方向。**第五**，人才培养和引进仍将是各国的长期关注。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62305772

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

