

引用格式: 李国鹏, 韩淋, 潘教峰, 等. 《2023 技术聚焦》折射新一轮科技革命与产业变革的形势及制高点. 中国科学院院刊, 2024, 39(8): 1447-1457, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240425002.

Li G P, Han L, Pan J F, et al. 2023 *Technology Focus*: Reflecting the situation and technological high grounds of latest round of sci-tech revolution and industrial transformation. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(8): 1447-1457, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240425002. (in Chinese)

《2023 技术聚焦》折射新一轮 科技革命与产业变革的形势及制高点

李国鹏¹ 韩淋^{1*} 潘教峰^{1,2} 冷伏海^{1*} 张凤^{1,2} 杨帆¹ 邢颖¹ 王海名¹ 范唯唯¹ 王海霞¹
边文越¹ 陈挺¹ 袁建霞¹ 张超星¹ 黄龙光¹ 王小梅¹ 杨松³ 王荣刚⁴ 李赞梅⁵ 陈杰⁶
周波⁷ 孙震⁸ 白如江⁸ 周丽英⁹ 彭鲲鹏¹⁰ 高杨¹¹ 吴广枫¹²

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

2 中国科学院大学 公共政策与管理学院 北京 100049

3 北京理工大学 计算机学院 北京 100081

4 北京大学 深圳研究生院信息工程学院 深圳 518055

5 中国医学科学院医学信息研究所 北京 100020

6 东北大学 机械工程与自动化学院 沈阳 110819

7 工业和信息化部装备工业发展中心 北京 100846

8 山东理工大学 信息管理学院 淄博 255000

9 中国农业大学 图书馆 北京 100193

10 北京集佳知识产权代理有限公司 北京 100004

11 北京中泰晨创环保科技有限公司 北京 100023

12 中国农业大学 食品科学与营养工程学院 北京 100193

摘要 2024年4月, 中国科学院科技战略咨询研究院发布《2023 技术聚焦》报告。报告运用大数据和深度学习技术挖掘专利技术间隐藏的深层关系, 基于对68万件两方专利聚类形成的21 812个技术焦点, 遴选、命名和概述了分布于世界知识产权组织(WIPO)专利分类体系的四大部类下32个技术领域排名最前的100个(Top 100)技术焦点, 并对其中的32个进行了重点分析解读。文章以Top 100技术焦点为基础, 凝练基于高影响力专利大数据分析所反映的技术和产业发展趋势与热点, 以此折射新一轮科技革命和产业变革的形势及制高点。

*通信作者

资助项目: 中国科学院战略研究专项(GHJ-ZLZX-2024-05)

修改稿收到日期: 2024年7月22日; 预出版日期: 2024年7月26日

关键词 技术焦点, 高影响力专利, 科技革命, 产业变革, 技术制高点

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20240425002

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240425002

新一轮科技革命和产业变革加速演进, 技术创新异彩纷呈, 专利数量持续飙升, 技术结构深度调整, 凸显新质生产力的“新兴和高质”的特征。中国科学院科技战略咨询研究院持续研制“技术聚焦”系列报告^[1,2]。在2024年发布的《2023技术聚焦》中, 运用大数据和深度学习技术^[3-6], 将最早公开年为2017—2023年的68万件双方专利(同时在美国专利商标局和欧洲专利局寻求保护的专利, 检索时间为2023年8月)聚类成簇, 称为“技术焦点”, 形成共计包括21 812个技术焦点的“世界技术焦点数据库”。以21 812个技术焦点为基础, 利用专利综合影响力^[7]、领域影响力、平均公开年等指标, 通过专家综合研判分析, 遴选出基于世界知识产权组织(WIPO)电气工程、仪器、化学、机械工程四大部类下32个技术领域^[8]的排名最前的100个(Top 100)技术焦点, 并在每个技术领域选择1个重点技术焦点进行详细解读。本文基于《2023技术聚焦》报告俯瞰高影响力Top 100技术焦点, 从赋能数字时代、生命健康和农业领域高质量发展、智慧社会、保障可持续宜居生态环境等4个方面开展解读分析, 折射新一轮科技革命和产业变革的形势和制高点。

1 通信、视听、半导体、量子、人工智能全面赋能数字时代

1.1 先进信息通信技术搭建数字基础设施

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括: 区块链技术在数字内容权益管理中的应用、多波束通信控制方法及系统、智能波束成形技术、无线通信中的波束管理与传输等, 相关技术已经成为未来数字通信的重点核心技术, 为数字经济发展提供信息通信基础

设施支撑。

以“智能波束成形技术”技术焦点为例。智能波束成形技术是一种利用天线阵列实现波束精确指向的技术, 利用智能算法和自适应技术, 动态调整天线阵列中的信号相位和幅度, 达到最优波束赋形, 最终实现对特定方向、特定用户需求的信号增强和抑制, 提高无线信号的传输效率和覆盖范围。自适应智能波束成形技术作为电信领域的颠覆性创新, 正在重塑无线网络的构建方式和性能表现, 为5G通信乃至未来通信网络的发展奠定坚实基础, 实现物联网、车联网等新兴应用, 推动数字通信领域的发展和创新^[9]。该技术焦点共包含103件专利, 其中瑞典爱立信公司、美国高通公司、中国华为公司的专利最多, 来自韩国三星公司、中国华为公司和美国InterDigital公司的3件专利影响力得分最高。韩国三星公司的专利主要关注在基于波束成形的系统中终端设备如何进行波束反馈。中国华为公司的专利主要涉及在三维多输入多输出(MIMO)通信系统中, 发射点如何操作以减少波束成形参考信号的开销。美国InterDigital公司的专利主要针对无线发射/接收单元如何执行基于波束分组的报告和基于波束的报告, 以减少信令和反馈开销。上述3件专利均与智能波束成形技术密切相关, 分别从终端设备的波束反馈, 发射点的波束成形参考信号操作, 以及无线发射/接收单元的波束报告等角度, 提出了优化和改进的方法, 以提高智能波束成形系统的性能和效率。

1.2 视听技术丰富数字要素形态

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括: 三维点云解码设备及360°虚拟现实图像处理方法、基于仿射变换运动补偿的视频解码方法、基于深度学习的

智能视频编码与解码方法等，反映出数字经济时代广播电视、音视频通信、网络娱乐等众多产业领域对多媒体信息高水平编码、传送、呈现等的迫切需求。

以“基于深度学习的智能视频编码与解码方法”技术焦点为例。传统的视频编解码方法通常依赖于启发式搜索压缩策略，在一定程度上限制了视频压缩效率的进一步提升。而基于深度学习的智能视频编码与解码方法则旨在通过端到端深度神经网络技术，直接从编码对象中提取紧凑的描述（特征）信息进行压缩。深度学习技术在视频编解码领域的应用，为突破传统编码方法的瓶颈、实现更高压缩效率提供了新的思路和可能性，有望推动视频编解码技术的革新与升级^[10]。随着人工智能技术的不断进步，以及超高清视频、虚拟现实、云游戏等应用场景的快速发展，智能视频编解码技术必将迎来广阔的发展前景。该技术焦点共包含44件专利，中国腾讯公司、美国InterDigital公司、芬兰诺基亚公司的专利最多。得分最高的3件专利分别是：中国台湾联发科技有限公司的专利通过使用深度神经网络处理目标信号，然后将深度神经网络输出的数据提供给解码过程；该技术可广泛应用于超高清视频、虚拟现实、云游戏等领域。日本索尼公司的专利提出了一种编码输入数字帧的方法，通过创建增强信息来表示输入数字帧的像素值与基础帧的上采样版本的相应像素值之间的差异；这一专利技术不仅可应用于视频编码，还可扩展到医疗影像、工业视觉等领域。美国高通公司的专利提出了一种视频数据编码方法，利用深度学习实现了并行化的速率—失真优化量化，在提高编码效率的同时加快了编码速度。

1.3 半导体技术夯实数字物理基础

《2023技术聚焦》遴选的半导体技术相关技术焦点包括：半导体三维存储器、微机电系统压力传感器、柔性显示屏、光子集成芯片封装技术、AR/VR头戴式显示设备、全息显示设备、高精度三维激光雷达等，彰显了涵盖微电子和光电子技术的半导体技术作

为新一代信息技术的核心、现代数字经济时代的基石受到高度关注。

以“光子集成芯片封装技术”技术焦点为例。光子集成芯片采用光子/光波作为信息载体，可实现巨量信息的精准获取、高速传输及并行处理^[11]。与传统电子集成芯片相比，光子集成芯片具有处理速度快、信息失真小、消耗能量少等优势，是支撑未来信息领域发展的基石之一，也被认为是“后摩尔时代”的核心技术之一。近年来，数据中心、星链网络、超级计算、通信系统等信息领域重大应用及产业发展需求不断兴起和持续演进，对光子集成芯片提出了更严苛的要求和更强烈的需求^[12]。将微米尺度的传统光子集成芯片推进到纳米尺度的新一代光子集成芯片是未来发展的必然趋势。光子集成芯片的封装是将其集成到功能性光电系统之前必不可少的关键步骤。但由于其成本高且产量有限，成为阻碍光子集成芯片技术规模化部署的主要障碍。该技术焦点共有54件专利，美国英特尔公司的专利最多。得分最高的2件专利分别来自美国高意公司和康宁公司。高意公司的专利公开了一个表面耦合边发射激光器系统，康宁公司的专利公开了一种将光与电整合的光电印制电路板的制造方法。美国Ayar Labs公司的2件专利分别是用于封装内光学互联的垂直集成光子芯片、硅光多芯片封装技术。在该技术焦点中持有专利的主要机构还包括美国Alphabet公司、德国AMS OSRAM公司、英国Rockley Photonics公司，以及日本京瓷公司等行业领先企业。

1.4 量子信息、通用人工智能引领数字时代变革

《2023技术聚焦》遴选的量子信息相关技术焦点包括：混合量子—经典计算机系统、超导量子电路和电子器件技术等；通用人工智能相关技术焦点包括：神经网络模型优化与硬件加速技术、基于深度学习的自然语言理解系统等，相关技术有望引领数字时代的变革。

以“超导量子电路和电子器件技术”技术焦点为

例。基于量子力学态叠加性和纠缠性的量子计算，以其指数级增长的庞大计算空间和更高级的信息抽象能力，为计算提供了新的范式^[13]。当前主流的量子计算技术路线主要分为超导量子计算路线、离子阱量子计算路线、光量子计算路线3种。由于超导量子电路具有良好的集成性与可拓展性，且其制备、测量技术与目前成熟的半导体工艺、微波技术有良好的兼容性，以超导量子电路为基础的超导量子计算被普遍认为是最有希望实现普适量子计算的方案之一^[14]。经过20余年的高速发展，基于超导量子电路的量子计算技术已经在退相干时间、量子态操控和读取、量子比特间可控耦合、中大规模扩展等关键技术方面取得大量突破，成为构建通用量子计算机和量子模拟机最有前途的候选技术路线之一^[15]。该技术焦点共有27件专利，重点关注面向高性能超导量子计算应用的超导电路技术和芯片单元设计，主要包括电感设计、约瑟夫森结设计、约瑟夫森结之间的信号传导、超导电路芯片设计等。2件得分最高的专利分别来自美国诺思罗普·格鲁曼公司和微软公司。诺思罗普·格鲁曼公司的专利提出了一种共面可调谐超导耦合器，可用于基于量子门的量子逻辑电路。该耦合器可实现接地面之间的直接互联，优于此前采用空气桥或引线键合的方法。微软公司的专利提出了一种可处理可变数据速率输入信号的超导电路设计，可用于实现低功率超导逻辑电路——互易量子逻辑电路。

2 基因、智能技术赋能生命健康和农业领域高质量发展

2.1 生命健康技术进入基因组精准调控和智能诊疗时代

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点涉及先进生物技术和药物研发、高端医疗器械等主题。先进生物技术和药物研发相关技术焦点包括：CRISPR基因组编辑系统、基于E3泛素连接酶的靶向蛋白降解药

物、针对多种癌症靶标的取代喹唑啉小分子药物、重组蛋白表达系统的构建与优化、面向多种疾病的CAR-T细胞疗法、针对多种病毒和癌症的mRNA疫苗、蛋白质发酵和水解生产功能健康食品技术等。高端医疗器械相关技术焦点包括：人工智能赋能的手术机器人系统和技术、基于增强现实的外科导航系统、经导管心脏瓣膜介入治疗、外科吻合器等。创新生物技术使人类从生物遗传信息的“读取”阶段进入到基因组精准调控时代，个性化精准治疗、手术机器人等新手段促进智能诊疗生态系统构建，赋能生命健康领域高质量发展。

在先进生物技术和药物研发方面以“针对多种病毒和癌症的mRNA疫苗”技术焦点为例。mRNA疫苗在防控新型冠状病毒感染（COVID-19）中展现出巨大的成功，并引领了mRNA药物研发的新热潮。mRNA药物开发主要面向3个方向。其中，传染病疫苗是目前mRNA药物的主要研发方向。肿瘤治疗则是mRNA药物研发的新热点，mRNA与肿瘤免疫联合治疗方向尤其受到重点关注。遗传病和慢性病治疗是mRNA药物研发的新探索，在基因治疗长期以来未达到预期的情况下，mRNA策略已经成为遗传病和慢性病的治疗选项之一。mRNA疗法前景广阔，在烈性传染病疫苗、AIDS的根本性治疗、肿瘤个性化治疗、其他高生物相容靶向递送方式、RNA参与重要生命过程的分子机制方面，研发机遇与挑战并存^[16]。该技术焦点包括49件专利。涉及疫苗的专利超过20件，包括针对冠状病毒的专利5件、流感病毒3件、乙肝病毒4件、寨卡病毒2件等。至少有11件专利涉及肿瘤和癌症，其改进点涉及肿瘤免疫治疗（如与免疫检查点抑制剂、干扰素或CAR-T联用，增强Th-1免疫、免疫佐剂）、靶向肿瘤靶点、递送系统优化、mRNA分子设计。该技术焦点还包括多件与遗传病、慢性病相关的专利，如肌营养不良、过敏和自身免疫病。作为mRNA药物研发的领先厂商，美国Moderna公司、德

国BioNTech公司和CureVac公司在该技术焦点中分别有6、3和2件专利。Moderna公司的6件专利包括病毒疫苗4件、癌症疫苗1件，以及降低抗药抗体应答的方法专利1件。BioNTech公司的3件专利分别涉及卵巢癌治疗性RNA疫苗、新冠病毒疫苗，以及利用甲流病毒核蛋白编码RNA的免疫刺激活性以增强免疫应答的技术。CureVac公司的2件专利分别涉及轮状病毒mRNA疫苗，以及RNA疫苗与免疫检查点抑制剂联合抗癌。

在高端医疗器械方面以“基于增强现实的外科导航系统”技术焦点为例。手术导航是将术前或术中的影像资料与患者解剖结构准确对应，在术中跟踪器械，并将其位置在患者影像上以虚拟探针的形式实时更新显示的一种技术。手术导航是实现精准、安全、微创手术的核心手段，是当前精准诊疗的重大前沿热点。增强现实技术的融入，为提升手术导航系统实时性、精准性与实现智能化，提供了可行的解决方案。基于增强现实的手术导航系统，实现了虚拟器官与真实场景的融合显示，帮助医生更容易定位病灶和观察复杂结构，提高手术安全性和效率，具备巨大的应用潜力和广阔的市场前景^[17]。该技术焦点共有39件专利，主要关注外科手术增强现实系统和方法、头戴显示器等。得分最高的专利来自美国Holo Surgical公司（已被Surgalign公司收购）开发的用于脊柱外科手术的增强现实系统和方法，该技术也是首个人工智能驱动的脊柱手术增强现实导航系统HOLO Portal核心技术之一，后者已于2022年获得FDA 510(k)市场准入许可。得分排名第2位的专利分别是来自世界心脏病医疗殿堂克利夫兰医学中心的经皮血管介入全息影像术中导航系统和方法，以及专注骨科手术导航的Insight Medical Systems公司（已被Enovis™公司收购）开发的基于混合现实的骨科手术导航系统。

2.2 农业科技注入智慧动力

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：数

字智能驱动的农业生产优化与管理技术、智能草坪护理机器人控制系统、农田图像识别与控制系统、农业多功能喷雾设备与技术系统等，凸显出数字智能技术正在融入农业生产管理，推动智慧农业的发展。

以“农田图像识别与控制系统”技术焦点为例。农田图像识别与控制系统利用装载在无人机、固定翼飞机或地面机器人上的高清相机和多光谱传感器采集农田高精度图像，运用图像处理技术和机器学习算法对图像进行预处理、特征提取和模式识别，判断作物种类、评估作物生长状态、检测病虫害等。再结合地理信息系统和专家知识库，对作物生长环境、生长周期和健康状况等进行综合分析，预测作物产量，为农业生产提供科学的管理和决策依据。控制系统可以根据图像识别和数据分析结果，自动指导喷药机、灌溉设备、施肥机等农业机械完成精准作业。在该技术焦点的32件专利中，美国约翰迪尔公司和爱科集团的专利综合影响力相对较高。美国约翰迪尔公司提出了一种除渣机操作系统，利用安装在除砂器上的前置相机预先捕获作物图像，根据作物类型周期性地调整机器操作参数。美国爱科集团提出一种具备杂草检测和电磁线切割功能的除草系统，当待处理植物与后继植物之间的距离超出设定阈值时，自动判断喷洒除草剂或采用电磁切割或热辐射切割等物理切割工具，并自主调节发射位置、强度和方向，最大限度地控制化学品滥用。

3 先进材料与制造、机器人与自主无人系统赋能智慧社会建设

3.1 自动驾驶等助力未来智慧出行

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：智能自动驾驶控制技术、调整自动驾驶汽车的计划轨迹、车辆异常状态测量与记录等，反映出从智能驾驶到智慧道路等科技与交通不断深度融合，为智慧出行创造更多可能。

以“智能自动驾驶控制技术”技术焦点为例。智能自动驾驶控制基于先进传感器技术、人工智能、机器学习及大数据分析等，旨在实现车辆自动驾驶，其技术核心在于能够对复杂环境进行快速准确的感知，通过先进的决策算法做出反应，并精确执行控制命令。智能自动驾驶将在提升交通安全性、效率及环境友好性方面发挥越来越重要的作用，为未来构建更加智能、高效、绿色的交通系统奠定技术基础。该技术焦点共包含125件专利。其中，综合专利影响力得分最高的是美国无人驾驶公司nuTonomy提出的一种监督控制方法，可以实现对车辆的高效管理和控制，突出了对车辆动态进行实时监控和优化决策的能力，强调了安全性和效率的双重保障。该技术焦点的其他典型专利权人还包括：美国Allstate Insurance公司专注高级驾驶辅助系统与自动驾驶融合；瑞典Autoliv公司聚焦动态调整行驶状态，提升车辆安全性与环境适应性；日本丰田公司侧重决策优化，增强车辆反应速度；中国华为公司专注于使用算法优化行驶路径，降低驾驶风险。另外值得关注的是，中国百度公司贡献了30件专利，展现出对数据驱动决策、环境感知、精准路径规划和动态调整的深度投入，以及在优化人机交互体验方面的创新。

3.2 自主无人系统提升智能传感、控制、导航能力

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：自主操作机器人、模块化腿式机器人配置空间联合指挥系统、协作机器人操纵与路径规划系统、无人机智能控制技术、垂直起降飞行器设计与控制等，智能传感、控制、导航能力持续提升的自主无人系统将成为建设数字城市、智慧城市的重要途径和手段。

以“自主操作机器人及其控制系统和方法”技术焦点为例。自主操作机器人因其优秀的运动、规划、执行能力成为具身技术首选的硬件载体。基于具身智能的自主操作机器人旨在构建具备自主环境感知、充分理解认知、流畅人机交互、可靠智能决策与自然运

动操作规划的机器人系统，依托跨领域、多场景、多功能的自主具身智能平台，为传统自主操作机器人升级赋能，引领未来自主操作机器人的行业发展。与传统移动机器人相比，具身智能自主操作机器人能够完成一些通常需要人类智慧才能完成的复杂工作，随着其技术不断发展与成熟，必将给人类社会带来革命性的变化，在服务、餐饮、医疗、智能家居、无人配送等民用领域，智能工厂、智能制造等工业领域，以及单兵作战等军事领域，都拥有广阔的应用前景^[18]。该技术焦点共包含18件专利，得分最高的专利由美国亚马逊公司持有，描述了一种利用远程计算系统构建与自主移动机器人的无线通信，从而实现用户对自主移动机器人的控制。瑞典电信业巨头爱立信公司持有2件专利，分别描述了通过云端向机器人单元发布控制命令，以及通过无线网络传输修改的控制命令来控制自主机器人设备的方法。在该技术焦点中持有专利的主要机构还包括韩国三星电子公司、德国KUKA机器人公司、美国波音公司、日本索尼公司、印度塔塔公司等行业巨头。

3.3 先进制造向高端化、智能化、服务化融合发展

《2023技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：大数据智能驱动的自动化焊接技术、用于磁场测量的高灵敏度磁强计、航空发动机燃烧室燃油喷嘴结构设计、金属增材制造及其原材料制造等，反映出先进制造业向高端化、智能化、服务化融合发展，全面支撑高质量发展与高品质生活。

以“航空发动机燃烧室燃油喷嘴结构设计”技术焦点为例。随着航空发动机推重比的提升，燃烧室内的油气比、头部进气量均不断增大，使得燃油喷嘴在油气掺混过程中的作用愈发重要。传统的燃烧室头部设计已经无法满足当前需求，因此利用主燃孔进气补燃以提高燃烧效率的设计逐渐被淘汰，取而代之的是分区分级组合式空气雾化喷嘴，通过重新设计和优化喷嘴结构或者提出新的雾化概念来改善流场、喷雾场

结构^[19]。该技术焦点共有 40 件专利，综合专利影响力得分最高的是美国通用电气公司提出的一种带有混合增压室的“气—液”火炬式点火器，具有嵌入式热管构造，热管汽化段与喷嘴热连通，热管冷凝段与发动机冷却源热连通，旨在最大程度解决冷燃料燃烧后喷嘴处的结焦问题。火炬式点火器是可重复使用液氧甲烷发动机的理想点火方式^[20]，也是固体燃料冲压发动机地面试验点火装置的最佳选择^[21]。此专利还可扩展到隔热罩、旋流器等燃烧室其他部件上应用，也可用于陆用和海上平台燃气轮机燃烧室，具有广泛的应用场景。

3.4 先进材料全面支撑各领域变革

《2023 技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：金属基纳米复合材料、电子元器件高分子材料、用于薄膜材料制造的含有机硅的组合物、新型量子点的制备方法，各类先进材料与制造科技深度融合，推进制造业优化升级，全面支撑各领域变革发展。

以“新型量子点的制备方法”技术焦点为例。化学合成量子点不仅需要易燃、易爆、剧毒的前体和溶剂及昂贵的合成设备，而且重复性不高，难以大规模工业化生产。浙江大学彭笑刚团队开发出了“量子点绿色合成路线”，已成为学术界和工业界尺寸可控合成量子点的标准路线。该路线无须繁琐的尺寸选择性分离，可普适、廉价、高产量子点。随着量子点制备方法逐步完善，量子点技术迅速进入产业化应用发展阶段。该技术焦点共有 45 件专利，重点关注用于照明组件、背光源和显示设备等的量子点材料，具有核壳结构的量子点材料等。得分最高的专利来自美国 Nanosys 公司，该专利提出了一种合成多层纳米结构的方法，包括晶核和至少 2 个壳层。纳米晶核为磷化铟纳米晶，至少 1 个壳层由硫化锌组成、1 个壳层由硒化锌组成。Nanosys 公司最早推出了量子点显示光学膜，目前是世界最大的量子点材料供应商之一。得分第 2 名的专利来自韩国三星电子公

司，该专利提出了一种合成具有核壳结构量子点的方法。所合成的量子点的固态光致发光量子效率在 100°C 测量时大于在 25°C 测量时的 95%，在 150°C 测量时大于在 25°C 测量时的 80%。该技术焦点的其他专利还包括合成不含镉的量子点、合成具有钙钛矿晶体结构的量子点、制造基于量子点的 LED 等。

4 新能源、电力无线传输、电池和动力、绿色技术保障可持续宜居生态环境

4.1 新能源、电力无线传输、电池和动力技术关注可持续和安全性

《2023 技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：风力涡轮机系统的转子转速调节与控制方法、移动终端无线充电技术、固态锂电池制造技术、先进电动机及动力传输系统等，凸显向绿色低碳、智能、高效、多元化方向发展的能源技术，以及重点关注可持续和安全性的电池、动力技术等持续受到高度关注。

以“固态锂电池制造技术”技术焦点为例。固态电池在安全性和能量密度等方面具有较高优势，将对现有液态电解质主导的动力电池市场格局形成颠覆，有望成为下一代高性能锂离子电池，将广泛应用于电动车、轨道交通、大规模储能和航空航天等领域。当前世界各国都在积极抢占固态电池技术制高点，部分半固态电池技术已经实现商业化应用，但全固态电池大规模量产仍需时日^[22]。该技术焦点共有 78 件专利，重点关注固态电池制造技术，包括固态锂电池正负极材料制造、涂层材料制造、固态电解质材料制造和电池结构设计等，此外还有少量其他固态电池相关专利，如固态锂电池回收技术等。5 件得分最高的专利分别是：美国 Quantum Scape 公司提出陶瓷薄膜技术，缓解了锂电池“枝晶难题”，实现了高性能固态电池制备。比利时 UMICORE 公司提出粉末状正极材料的制备方法。日本丰田公司提出负极活性材料涂层制造方法。韩国 LG 公司提出锂电池电极预锂化技术。日

本松下公司提出卤化物固体电解质材料的制造技术。其他专利还包括韩国 LG 公司提出锂硫电池的负极制造技术、氟化锂电制造技术、负极活性材料制造技术等专利；日本丰田公司提出铁—空气电池负极材料制造技术、硫化物固态电池制造技术等专利；日本 NGK 公司和松下公司提出复合氧化物的正极活性材料制造技术等专利。

4.2 智能化节能和净污减排技术服务绿色宜居生态

《2023 技术聚焦》遴选的相关技术焦点包括：水处理和净化、内燃机尾气净化系统及催化剂、工业碳捕集与气体处理技术、热水系统智能温度调控与优化技术、基于环境感知的室内空气质量智能优化技术等，这些智能化节能和净污减排相关技术将有效服务绿色宜居生态建设，助力绿色低碳高质量发展。

以“工业碳捕集与气体处理技术”技术焦点为例。碳捕集、利用和封存 (CCUS) 是将工业生产、能源活动或者大气中的二氧化碳 (CO₂) 收集并提纯，直接加以利用或者封存，来实现减少碳排放的目的。碳捕集技术包括吸附分离、吸收分离、液化/固化分离、化学净化、生物捕集等捕集技术。CCUS 是实现碳中和目标的托底保障技术。包括我国在内，世界多国正在积极发展 CCUS 技术。CCUS 耦合集成新能源、储能和工业系统，培育 CCUS 发展的新技术经济范式是碳捕集技术的未来发展路径^[23]。该技术焦点共有 100 件专利，其中约 80% 以上涉及工业碳捕集技术，其他专利涉及氨回收、脱硫、稀有气体纯化、氮氧化物、汞、挥发性烃类的脱除等。得分排名第 1 位和第 3 位的专利分别来自美国的 Blue Planet 公司和瑞士的 General Electric Technology 公司，均涉及碳捕集和氨回收技术的联用。综合专利影响力得分排名第 2 位的专利来自美国的 Air Products and Chemicals Inc. 公司，其提出了一种通过冷变压吸附制备氨的方法。排名第 4 位的专利来自美国 California Institute of Technology 公司，其提出了一种用于船舶中 CO₂ 封存的系统和方

法。综合专利影响力得分排名第 5 位、第 6 位的 2 件专利分别涉及碳捕集与脱硫技术的联用，以及氨回收与脱硫技术的联用。

5 结论

运用数据智能驱动的情报分析技术方法对高影响力专利数据进行聚类、遴选、分析和研判，对客观、快速、深入地揭示技术发展趋势，把握国际竞争态势，前瞻技术突破方向等都具有重要意义。《2023 技术聚焦》使用大数据与深度学习等先进数据分析技术对高影响力专利聚类形成技术焦点，定量挖掘和定性解读结合，情报分析和专业研判结合，实现了对当前申请权益保护的技术创新趋势和重点方向的分析研判。通过以上工作，旨在识别新科技革命技术发展趋势，发现全局和各领域最具影响力的未来技术方向，洞察技术发展制高点和领先者。但同时也应指出的是，从 21 812 个技术焦点中遴选出的 Top 100 技术焦点只是冰山一角，对新一轮科技革命与产业变革的形势及其制高点的揭示也只是管中窥豹，要揭示高影响力专利技术焦点全貌和其折射出的科技革命与产业变革的整体形势，还需要进行持续全面深入的俯瞰分析研判。

参考文献

- 韩淋, 李国鹏, 杨帆, 等. 利用技术聚焦方法得到 TOP 100 技术焦点. 中国科学基金, 2022, 36(1): 100-106.
Han L, Li G P, Yang F, et al. "Technology focus" method and TOP 100 technology focuses. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2022, 36(1): 100-106. (in Chinese)
- 潘教峰, 范唯唯, 冷伏海, 等. 《2022 技术聚焦》——20 个高影响力专利技术焦点分析解读. 中国科学院院刊, 2023, 38(1): 167-177.
Pan J F, Fan W W, Leng F H, et al. 2022 technology focus: Analysis and interpretation of 20 high-impact patented technology focus. Bulletin of Chinese Academy of Sciences,

- 2023, 38(1): 167-177. (in Chinese)
- 3 Devlin J, Chang M W, Lee K, et al. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. (2019-05-24)[2024-04-20]. <https://arxiv.org/abs/1810.04805>.
 - 4 Van Der Maaten L, Hinton G. Visualizing Data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research*, 2008, 9(86): 2579-2605.
 - 5 陈挺, 李国鹏, 王小梅. 优化科学知识图谱方法绘制全领域科学结构图谱. *图书情报工作*, 2022, 66(21): 107-119.
Chen T, Li G P, Wang X M. Optimizing science knowledge mapping methods to map the global science structure graph. *Library and Information Service*, 2022, 66(21): 107-119. (in Chinese)
 - 6 Chen T, Li G P, Deng Q P, et al. Using network embedding to obtain a richer and more stable network layout for a large scale bibliometric network. *Journal of Data and Information Science*, 2021, 6(1): 154-177.
 - 7 InnovationDerwent. Predictive data and analytics. (2020-01-26)[2024-04-20]. https://derwentinnovation.clarivate.com.cn/tip-innovation/support/help/toc_docs/Predictive_data_and_analytics.htm.
 - 8 World Intellectual Property Organisation. Concept of a technology classification for country comparisons. (2008-06-01) [2024-04-20]. https://www.wipo.int/meetings/en/doc_details.jsp?doc_id=117672.
 - 9 柳翠, 芮贤义. 双智能反射面辅助的上行链路通信调度分析. *信号处理*, 2024, 40(2): 356-363.
Liu C, Rui X Y. Uplink communication scheduling analysis with assistance of dual intelligent reflecting surfaces. *Journal of Signal Processing*, 2024, 40(2): 356-363. (in Chinese)
 - 10 Ma S W, Gao J L, Wang R F, et al. Overview of intelligent video coding: From model-based to learning-based approaches. *Visual Intelligence*, 2023, 1(1): 15.
 - 11 Ranno L, Gupta P, Gradkowski K, et al. Integrated photonics packaging: Challenges and opportunities. *ACS Photonics*, 2022, 9(11): 3467-3485.
 - 12 龚旗煌, 罗先刚, 刘伍明, 等. 纳光电子与光子芯片研究: 发展与挑战. *中国科学基金*, 2023, 37(3): 410-417.
Gong Q H, Luo X G, Liu W M, et al. Nano-optoelectronics and photonic chips: Progresses and Challenges. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2023, 37(3): 410-417. (in Chinese)
 - 13 金贻荣. 超导与量子计算. *自然杂志*, 2020, 42(4): 301-310.
Jin Y R. Superconductivity meets quantum computation. *Chinese Journal of Nature*, 2020, 42(4): 301-310. (in Chinese)
 - 14 宿非凡, 杨钊华. 约瑟夫森效应与超导量子电路的基本物理原理. *物理与工程*, 2021, 31(5): 28-33.
Su F F, Yang Z H. Josephson effect and the basic physical principles of superconducting quantum circuits. *Physics and Engineering*, 2021, 31(5): 28-33. (in Chinese)
 - 15 汪冰, 刘俊夫, 秦智晗, 等. 浅谈超导量子比特封装与互连技术的研究进展. *电子与封装*, 2023, 23(10): 47-55.
Wang B, Liu J F, Qin Z H, et al. Progress in superconducting quantum bit packaging and interconnection technology. *Electronics & Packaging*, 2023, 23(10): 47-55. (in Chinese)
 - 16 魏绿, 薛愿超. mRNA疫苗的突破与药物研发革新. *科学通报*, 2023, 68(36): 4948-4953.
Wei L, Xue Y C. Breakthroughs in mRNA vaccines and innovations in drug development. *Chinese Science Bulletin*, 2023, 68(36): 4948-4953. (in Chinese)
 - 17 吴海滨, 徐恺阳, 于双, 等. 增强现实手术导航系统的投影显示技术综述. *光学精密工程*, 2021, 29(9): 2019-2038.
Wu H B, Xu K Y, Yu S, et al. Review of projection display technology in augmented reality surgical navigation system. *Optics and Precision Engineering*, 2021, 29(9): 2019-2038. (in Chinese)
 - 18 刘华平, 郭迪, 孙富春, 等. 基于形态的具身智能研究: 历史回顾与前沿进展. *自动化学报*, 2023, 49(6): 1131-1154.
Liu H P, Guo D, Sun F C, et al. Morphology-based embodied intelligence: Historical retrospect and research progress. *Acta Automatica Sinica*, 2023, 49(6): 1131-1154. (in Chinese)
 - 19 范雄杰. 航空发动机燃油喷嘴耦合作用机制研究. 北京: 中国科学院大学(中国科学院工程热物理研究所), 2021.
Fan X J. Study on Coupling Mechanism of Aero-engine Fuel Nozzle. Beijing: Institute of Engineering Thermophysics, Chinese Academy of Sciences, 2021. (in Chinese)
 - 20 孙纪国, 王珏. 高混合比火炬式电点火器试验研究. *推进技术*, 2000, 21(1): 33-35.
Sun J G, Wang J. Experimental study on high mixture ratio

- torch ignitor. *Journal of Propulsion Technology*, 2000, 21(1): 33-35. (in Chinese)
- 21 刘巍, 杨涛, 胡建新, 等. 固体燃料冲压发动机火炬式点火器设计. *固体火箭技术*, 2008, 31(4): 336-339.
Liu W, Yang T, Hu J X, et al. Structure design on torch igniter of solid fuel ramjet. *Journal of Solid Rocket Technology*, 2008, 31(4): 336-339. (in Chinese)
- 22 吴泽林. 全球动力电池竞争及其影响. *现代国际关系*, 2024, (3): 5-24.
Wu Z L. Global EV battery competition and its impact. *Contemporary International Relations*, 2024, (3): 5-24. (in Chinese)
- 23 张贤, 李凯, 马乔, 等. 碳中和目标下CCUS技术发展定位与展望. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(9): 29-33.
Zhang X, Li K, Ma Q, et al. Orientation and prospect of CCUS development under carbon neutrality target. *China Population, Resources and Environment*, 2021, 31(9): 29-33. (in Chinese)

2023 Technology Focus: Reflecting the situation and technological high grounds of latest round of sci-tech revolution and industrial transformation

LI Guopeng¹ HAN Lin^{1*} PAN Jiaofeng^{1,2} LENG Fuhai^{1*} ZHANG Feng^{1,2} YANG Fan¹ XING Ying¹
WANG Haiming¹ FAN Weiwei¹ WANG Haixia¹ BIAN Wenyue¹ CHEN Ting¹ YUAN Jianxia¹ ZHANG Chaoting¹
HUANG Longguang¹ WANG Xiaomei¹ YANG Song³ WANG Ronggang⁴ LI Zanmei⁵ CHEN Jie⁶ ZHOU Bo⁷
SUN Zhen⁸ BAI Rujiang⁸ ZHOU Liying⁹ PENG Kunpeng¹⁰ GAO Yang¹¹ WU Guangfeng¹²

(1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;
3 School of Computer Science & Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;
4 School of Electronic and Computer Engineering, Peking University Shenzhen Graduate School, Shenzhen 518055, China;
5 Institute of Medical Information & Library, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100020, China;
6 School of Mechanical Engineering and Automation Northeastern University, Shenyang 110819, China;
7 Ministry of Industry and Information Technology Equipment Industry Development Center, Beijing 100846, China;
8 School of Information Management, Shandong University of Technology, Zibo 255000, China;
9 China Agricultural University Library, Beijing 100193, China;
10 Unitalen Attorneys at Law, Beijing 100004, China;
11 Beijing Zhongtai Chenchuang Environmental Protection Technology Co. Ltd., Beijing 100023, China;
12 College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract In April 2024, the Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CASISD) released the *2023 Technology Focus* report. The report uses big data and deep learning techniques to explore the hidden deep relationships among patent

*Corresponding author

technologies. Based on 21 812 technology focuses formed by clustering nearly 680 000 dual jurisdictional patents, the Top 100 technology focuses are selected, named, and outlined in 32 technical fields distributed in the four major categories of the World Intellectual Property Organization (WIPO) patent classification system, and a key analysis and interpretation of 32 of them are also provided. This study is based on the Top 100 technology focuses and condenses the development trends and hotspots of technology and industry reflected in the analysis of high impact patents big data, so as reflect the situation and technological high grounds of the latest round of sci-tech revolution and industrial transformation.

Keywords technology focus, high impact patents, sci-tech revolution, industrial transformation, technological high ground

李国鹏 中国科学院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所副研究员。主要开展知识图谱、数据挖掘、复杂网络、大数据融合与分析等研究。E-mail: liguopeng@casisd.cn

LI Guopeng Associate Professor, Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). His research focuses on knowledge graphs, data mining, complex networks, big data, etc. E-mail: liguopeng@casisd.cn

韩 淋 中国科学院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所副研究员。主要开展空间科技、半导体等领域的科技战略情报研究。E-mail: hanlin@casisd.cn

HAN Lin Associate Professor, Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research focuses on S&T strategic intelligence in the fields of space science and semiconductors. E-mail: hanlin@casisd.cn

冷伏海 中国科学院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所研究员、博士生导师。主要研究领域为科技战略与规划、学科发展战略情报研究、情报学理论方法。E-mail: lengfuhai@casisd.cn

LENG Fuhai Professor of Science and Technology Strategic Intelligence Research Institute, Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS), Doctoral Supervisor. His research interests focus on marketing informatics, SME information service, S&T strategy and planning, strategic intelligence research of science and development. E-mail: lengfuhai@casisd.cn

■责任编辑：张帆