

本刊专稿

中国科技产业创新领跑世界

路甬祥

摘要 针对当前全球科技产业格局深度重构背景下,中国科技产业创新发展缺乏系统性梳理、关键突破与领跑优势的整体分析框架不足的问题,以中国改革开放以来科技产业发展历程为研究主线,系统梳理近 20 年能源电力、量子信息、人工智能、数字经济、航天工程、交通基建、先进制造、国防科技等领域的重大创新成果;分析政策、人才、产业等关键要素,揭示中国从跟跑到并跑、领跑的创新发展路径与规律。中国已在可再生能源、高铁网络、航天工程、量子计算、数字经济等领域实现技术突破与产业领跑,形成了覆盖基础研究、技术创新、规模产业化的全链条创新模式;绿色能源、高端装备、新材料等产业的规模化发展,已成为推动新质生产力发展的核心动力。本研究的梳理与分析可为中国科技产业发展战略制定、创新生态优化及未来前沿技术布局提供参考。

关键词 中国科技产业;创新;新质生产力;产业升级

近半个世纪的改革开放,中国坚持加强自主创新,培养和引进创新人才,完善投融资政策,鼓励创新探索,宽容失败,鼓励学科交叉融合,促进创新转化与规模产业化,科技创新创业和转化能力快速提升,从跟跑到并跑、领跑,在基础学科、基础产业、量子通信、绿色智能制造、先进材料、能源电力、高铁桥梁、工程机械、卫星与网络通信、国防科技等领域全面快速崛起。本文致力于对中国近 20 年来提升的重大科技与产业创新能力做概略梳理^[1]。

1 能源电力的发展与绿色转型

2025 年,中国全社会用电量达到 10.37 万亿 kW·h,同比增长 5.0%,已突破 10 万亿 kW·h 大关。总规模相当于美国同年用电量的 2 倍多,也超过了欧盟、俄罗斯、印度、日本用电量的总和。从历史维度看,2015 年中国全社会用电量为 5.55 万亿 kW·h,10 年

间供电能力近乎翻了一番。当前,中国电力消费的增长速率与中国经济持续增长相比仍呈同步态势,这也意味着中国提高能源利用效率仍有巨大潜力^[2]。

中国的光伏、风力发电、水力发电等绿色可再生能源 2025 年占一次能源比重已经达到 20%,瓶颈在于高效转化和存储利用。在绿色可再生能源占比显著提升的同时,中国在能源结构优化和清洁能源技术创新方面都取得了显著进展^[3]。例如,通过大规模投资和技术创新,风力和太阳能发电的单位成本大幅下降,使得这些清洁能源在经济上更具竞争力。同时,中国还加强了电网基础设施建设,提高了电网对可再生能源的接纳能力,确保了电力供应的稳定性和可靠性。根据中国核能行业协会数据,2025 年,中国在运、在建与核准待建核电机组共 54 座,总装机容量约为 1.25 亿 kW,居全球第 1,并且实现了完全自主设计建造。

中国政府积极发展电动汽车和储能技术,这不仅有助于减少对化石燃料的依赖,而且促进了能源消费结构进一步向绿色转型^[4]。在政策层面,政府出台了

中国科学院,北京 100864

收稿日期:2026-05-14;修回日期:2026-05-23

作者简介:路甬祥,中国科学院院士、中国工程院院士,研究方向为流体传动与控制,电子信箱: whitejqs@163.com

引用格式:路甬祥.中国科技产业创新领跑世界[J].科技导报,2026,44(12):21-26;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2026.05.00067

一系列支持可再生能源发展的举措,包括税收优惠、补贴政策和绿色信贷等,这些都为可再生能源的快速发展提供了有力保障。2025年,中国新能源汽车出口量为261.5万辆,同比增长103.7%,占汽车总出口量的37%。其中,纯电动汽车出口164.6万辆,同比增长66.7%;插电式混合动力汽车出口96.9万辆,同比增长226.5%。

随着技术的不断进步和优惠政策的持续支持,预计未来几年内,绿色可再生能源在中国能源结构中的比重将进一步提高,这将为实现碳达峰、碳中和目标奠定更坚实的基础。

2 新一代计算技术的前瞻布局

未来计算机主要有量子计算机、光子计算机、超导计算机和神经形态计算机(类脑计算机)等。其中,量子计算机(quantum computer)是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。其特点是计算速度超快、计算模型专业化水平高、保密性超高。

2019年,美国谷歌公司研制出53个量子比特的计算机“悬铃木”。2020年,中国科学技术大学潘建伟团队构建76个光子的量子计算原型机“九章”,使中国成为全球第2个实现量子计算的国家。次年,潘建伟团队成功研制113个光子的“九章二号”和66比特的“祖冲之二号”量子计算原型机,并使中国成为在光学和超导2条技术路线上都能够实现量子计算优越性的国家。2023年10月11日,量子计算原型机“九章三号”被成功构建,它在1 μ s内可完成的最复杂计算样本,完成了当时全球最快的超级计算机约需200亿年才能完成的算例。中国量子计算机领跑世界,不过,要研制成功真正通用量子计算机,按国际主流观点至少还需要5~10年。

分子计算机主要指利用DNA等生物分子进行计算的信息处理设备。1994年,美国科学家雷纳德·阿德勒曼首次提出概念并构建了首台DNA计算机。2011年,华人科学家钱璐璐使用DNA构建了能识别手写数字的人工神经网络。它以DNA分子作为“硬件”,以分子间的化学反应作为“算法”。相较于传统电子计算机,具有体积小、运算速度快、能耗极低、存

储容量大等潜在优势。其研制仍处于起步阶段,距离实际应用可能还需数十年。

3 人工智能大模型的兴起与发展

人工智能大模型(以下简称大模型)是指由人工神经网络构建的一类具有大量参数的人工智能模型。这一概念在过去10年间迅速兴起并成为人工智能领域的前沿聚焦点。其通常先通过自监督学习或半自监督学习在海量数据上进行预训练,然后通过指令微调和人工对齐等方法进一步优化其性能。大模型具有参数量大、训练数据大、所需计算资源大等特点,拥有解决通用任务、遵循人类指令、进行复杂推理计算等能力。人工智能大模型的类别主要包括大语言模型、视觉大模型、多模态大模型及基础科学大模型等。目前,大模型已在多个领域得到广泛应用,包括搜索引擎、智能体、相关垂直产业及基础科学等领域,推动了各行业的智能化发展。截至2025年6月底,中国在用算力中心机架总规模达1085万标准机架,智能算力规模达788百亿亿次/秒;已发布1509个大模型,位居世界前列。截至2025年6月,中国生成式人工智能用户规模已达5.15亿人,较2024年12月增长2.66亿人,用户规模半年翻番;普及率为36.5%。11月,“大模型”入选2025年度10大科普热词。

4 数字经济的崛起

数字经济(digital economy)也称作信息经济、智能经济,是以数据资源为关键要素、现代信息网络为主要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动,涵盖大数据、云计算、物联网、区块链、人工智能和5G+通信等技术领域^[5]。20世纪90年代,“数字经济”一词因美国学者唐·泰普斯科特出版的《数字经济:网络智能时代的前景与风险》一书开始受到关注。1998年4月15日,美国商务部公布了以《浮现中的数字经济》命名的第一份研究报告。2016年德国发布的《数字化战略(2025)》中,将促进中小企业数字化转型作为推动德国经济数字化转型的步骤之一。2019年

10月,中国首次把数据列为生产要素。2021年,全球47个主要国家数字经济增加值规模达到38.1万亿美元。2026年3月5日,《政府工作报告》指出,“十五五”时期中国数字经济核心产业增加值占国内生产总值比重应达到12.5%。作为继农业经济、工业经济之后的主要经济形态,数字经济内涵包含数字产业化与产业数字化2大方向,并通过优化要素配置推动传统产业智能化转型,催生电子商务、数字金融等新业态,平台化的组织运行范式成为数字经济主要市场形态。通过数字经济发展和智慧城市建设,为优质公共服务的普惠化发展提供了基础条件。数字经济所催生出的各种新业态,也将成为中国经济新的重要增长点。

5 航天工程的跨越式发展

中国空间站(China Space Station, CSS),又称天宫空间站,是由中国自主建造的国家太空实验室,也是世界上第3座多舱段在轨组装建造的空间站。中国空间站由天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱3舱组成,支持载人飞船、货运飞船及其他来访航天器的对接和停靠。它运行在高度340~450 km的近圆轨道,额定乘员3人,设计寿命为10年,最大可扩展为180 t级6舱组合体。1992年,中国政府就制定了载人航天工程“三步走”发展战略。2010年9月,中央专门委员会批准实施载人空间站工程。2012年3月,天宫空间站完成了立项综合论证转入方案设计阶段。2021年4月29日,天和核心舱从海南文昌航天发射中心成功发射入轨,中国天宫空间站建设任务正式启动。截至2022年11月29日,空间站关键技术验证和建造阶段12次发射任务全部完成。11月30日,“神舟十五号”载人飞船顺利与“T”字构型空间站组合体交会对接。2023年8月,中国借助空间站工程,以“天舟”系列货运飞船为平台,成功实现了在空间站发射微纳卫星。2024年4月,“神舟十八号”3名航天员顺利进驻中国空间站。2025年11月25日,“神舟二十二号”飞船与空间站组合体完成自主快速交会对接。2026年3月26日,中国第4次舱外暴露实验在轨开展。空间站显著推动了人类文明进步,也成为衡量一个国家综合国力的重要标志。中国空间

站采用了符合中国国情的适度规模设计,注重突出中国元素和核心内涵,充分采用当代先进技术,实现跨越式发展。

6 交通基建与综合运输网络的建设

截至2025年7月,中国高铁营业里程已达4.8万 km,占世界高铁总里程70%以上,覆盖全国97%的50万人口以上城市,高铁正点率98%,建造技术运行管理水平稳居世界第1。

中国公路网密度和覆盖范围不断提升,截至2025年,已经开通形成南北11纵,东西五横高速公路网络通车里程已达19.1万 km,稳居世界第1。

中国作为全球贸易大国,海运能力为全球之冠。中国拥有全球规模最大的海运船队:集装箱船队542艘,运力达338.8万载重吨,居世界前列;干散货船队468艘,运力达4982.6万载重吨,居世界第1位;油、气船队251艘,运力达3280万载重吨,居世界第1位;杂货特种船队207艘,运力达788.3万载重吨,居世界第1位。

中国还建成了全球最大的世界级港口群。港口群从北方的大连港到南方的深圳、广州港,南北连成片,其中,上海—宁波—舟山港成为全球第1超级大港,组成了强大的装卸和转运网络,上海港实现无人自动作业,装卸一个集装箱只需要5 s。货物吞吐效率为全球之冠。中国承运的国际海运量,占全球总量的近1/3。简单地理解:海上国际贸易每3艘货轮差不多就有1艘是和中国有关的(货物运到中国,从中国运出,或中国船运输)。这个份额,足以证明中国在全球贸易链条中的领先地位。

据中物联航空物流分会不完全统计,2025年,中国民航新开通货运航线累计达247条,其中,国内航线38条,国际航线209条。中国货运航空线网络不断优化,国内外网络协同发展,形成以主要城市群、都市圈为核心的航空货运通道,向亚欧美非澳等国际网络延伸拓展,畅达全球各核心市场,目前已经通航50个国家的106个城市。2025年,中国民航新开通货运国际航线中,亚洲航线最多,达到102条,欧洲航线81条,北美航线17条,非洲航线3条,大洋洲航线3条,南美洲航线3条。中国共有17家货运航空公司

(统计数据不包括港澳台地区),在飞货机数量为 272 架,比 2024 年增加 26 架,全货运飞机的数量再创新高。波音仍占据货机领域优势,排名前 3 的机型分别是 B737、B757、B777,合计达到全货机总数量的 77%。

7 国防科技与战略装备体系的突破

2025 年,中国海军新服役的主力水面作战舰艇(含航空母舰、两栖攻击舰、驱逐舰、护卫舰)在 14~18 艘之间。中国航空母舰力量建设成果显著,目前已拥有 4 艘航空母舰。辽宁舰(舷号 16)是中国第 1 艘服役航空母舰,于 2012 年 9 月正式交付海军。山东舰(舷号 17)是中国首艘完全自主设计建造的国产航空母舰,于 2019 年 12 月入列。福建舰(舷号 18)是中国首艘电磁弹射型航空母舰,于 2025 年 11 月 5 日正式入列。

在下一代航空母舰发展上,004 型航空母舰的研制进程备受关注。中国核电相关技术发展顺利,CAP1400 项目(“国和一号”)拥有自主知识产权,可为基础研制航空母舰核动力系统。在技术继承性方面,反应堆在航空母舰上相当于取代锅炉以提供蒸汽,福建舰上已有的蒸汽轮机、传动系统和综合电站也可以沿用。配套的舰载机体系已趋成熟,福建舰的建造解决了航空母舰本身的各种问题,“攻击-11”“歼-35”“空警-600”等均已进行弹射试飞。004 舰装备有 3 条弹射跑道和 3 条拦阻索,建造进度快速推进。004 号航空母舰弦宽 49 m、长 200 m,装备 5 个电动弹射跑道、3 座核反应堆为动力,最大输出功率为 12 万 kW,是可以与正在建造的美国“尼米兹号”攻击型航空母舰比肩的现代攻击型航空母舰。国际热核聚变实验堆(International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER)计划是目前全球规模最大、影响最遥远的国际科研合作项目之一。ITER 建造大约需要 10 年,耗资 50 亿美元(1998 年值)。合作承担 ITER 计划的 7 个成员是欧盟、中国、韩国、俄罗斯、日本、印度和美国,包括了全世界主要核国家(地区)和主要的亚洲国家。

中国一弹多导可变轨洲际导弹世界第 1,“红旗-7”防空导弹系统,全面且持续升级。截至 2026 年 3 月,中国“红旗”(HQ)系列导弹防御系统已形成多

层、多段、体系化的防空反导体系。目前已公开列装并具备实战能力的红旗反导/防空导弹型号至少有 6 种,共同构成从低空到外层空间、从末端到中段的完整拦截能力。主要“红旗”反导/防空系统型号包括:“红旗-11”是末端防御武器,用于拦截巡航导弹、制导炸弹、无人机等(部分中程至中远程防空,部分具备末端反导能力);“红旗-9C”以大气层内防空为主,兼有末段反导能力,可拦截中近程弹道导弹;“红旗-16FE”为升级型中远程防空系统,最大射程达 160 km。

北斗卫星导航系统(Beidou Navigation Satellite System, BDS)是中国自行研制的全球卫星导航系统,也是继美国全球卫星导航系统(Global Positioning System, GPS)、俄罗斯格洛纳斯导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GLONASS)之后的第 3 个成熟的卫星导航系统。BDS、GPS、GLONASS,以及欧盟的伽利略导航卫星系统(Galileo Navigation Satellite System, GALILEO),是联合国卫星导航委员会已认定的供应商。BDS 由空间段、地面段和用户段 3 部分组成,可在全球范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠定位、导航、授时服务,并且具备短报文通信能力。经过多年发展,BDS 已免费向全球用户提供服务,全球范围水平定位精度优于 9 m、垂直定位精度优于 10 m,测速精度优于 0.2 m/s、授时精度优于 20 ns。全球范围内已经有 137 个国家签下了 BDS 使用合作协议。随着全球组网成功,BDS 未来的国际应用空间将会不断扩展。2023 年 12 月 26 日 11 时 26 分,中国在西昌卫星发射中心用“长征三号乙”运载火箭与“远征一号”,发射第 57 颗、58 颗北斗导航卫星。该组卫星属中圆地球轨道卫星,是中国“北斗三号”全球卫星导航系统建成开通后发射的首组中圆地球轨道(medium earth orbit, MEO)卫星,入轨并完成在轨测试。2024 年 9 月 19 日,中国在西昌卫星发射中心发射第 59 颗、第 60 颗北斗导航卫星,发展目标满足国家安全与经济社会发展需求,为全球用户提供连续、稳定、可靠的服务;发展北斗产业,服务经济社会发展和民生改善;深化国际合作,共享卫星导航发展成果,提高全球卫星导航系统的综合应用效益。坚持自主建设、发展和运行北斗系统,具备向全球用户独立提供卫星导航服务的能力。

8 深地深海极地重大装备与工程实践

2025年2月20日,中国深井钻探队以10910 m完钻成为亚洲第1、世界第2的垂直深井项目,采用自主研发的全球首台12000 m特深井自动化钻机(钻机高82 m,提升能力达900 t),创新应用耐220℃超高温钻井液、七开井眼井身结构等核心技术,装备国产化率达90%,攻克了超高温、超高压、地层复杂等世界级难题。位于新疆阿克苏地区沙雅县境内、塔克拉玛干沙漠腹地,设计井深11100 m。该井于2023年5月30日开钻,2024年3月4日突破万米深度,钻探过程中连续穿透12套地层,创下全球陆上突破万米最快、全球尾管固井最深、全球电缆成像测井最深、亚洲直井钻探最深、亚洲取芯最深等5项工程纪录,并在10851~10910 m井段钻揭寒武系优质烃源岩,实现全球陆上万米以下油气显示首次发现,获取的岩芯标本部分被运至塔里木油田相关地质实验室或岩芯库保存。

由中国自主设计研制的世界最大直径15.4 m高铁盾构机“领航号”顺利完成长江水下段11.18 km的施工任务,距离精准抵达2号竖井“检修驿站”更进一步。自2024年4月29日从上海市崇明岛始发以来,“领航号”历经23个月的安全掘进,越过长江南岸大堤,顺利抵达江苏太仓,成功“上岸”。

“极地号”破冰科考船是完全由中国自主设计、建造的新一代破冰科考船,为中国船舶集团有限公司旗下第七〇八研究所研发设计、广船国际有限公司建造,属自然资源部北海局,母港位于青岛。该船采用“小而精、小而美、小而特”的设计理念,配备全回转电力推进系统、动力定位系统和减摇系统,设有破冰型船首并获得“Ice Breaker”“PC6(破冰能力0.8~1.0 m当年冰)”“ACC-POLAR(-30℃)”“Underwater Noise 2”等特色附加标志。

9 新材料技术的创新突破

依据工业和信息化部发布的《重点新材料首批次应用示范指导目录》,中国将新材料划分为先进基础材料、关键战略材料、前沿新材料3类。

1) 先进基础材料指对传统材料进行换代,性能显著提升的基础性材料。例如,通过新工艺制备的高性

能金属合金、特种陶瓷以及高端有机高分子材料等,为制造业升级提供了关键支撑。

2) 关键战略材料指应用于国家重点发展领域,对保障产业链安全、突破技术瓶颈具有战略意义的核心材料。典型代表如下:(1) 高性能纤维及复合材料,如已实现国产化替代的T1000、T1200级碳纤维,其强度远超钢铁,广泛应用于航空航天和高端体育器材。(2) 半导体与显示材料。如有机发光二极管(organic light-emitting diode, OLED)终端材料、电子级半导体薄膜前驱体(如氧化钪(HfO_2))以及高纯金属靶材,它们是电子信息产业的核心。(3) 稀土功能材料与先进化工材料。服务于新能源、国防等战略性产业。

3) 前沿新材料指基于前沿科学原理,具有颠覆性潜力的新材料。这类材料正处于研发或早期应用阶段,如超材料、智能材料(如形状记忆合金)及纳米材料等。(1) 先进陶瓷材料。中国在陶瓷基复合材料、透明陶瓷等领域取得突破,这些材料在航空航天、电子通信、能源环保等领域具有广泛的应用前景。例如,中国研发的陶瓷涂层技术已成功应用于火箭发动机的耐高温部件,显著提升了火箭的性能和可靠性。(2) 纳米材料。中国科学家在纳米颗粒、纳米纤维、纳米复合材料等领域取得了一系列创新成果。这些纳米材料在能源存储、生物医药、环境保护等领域展现出巨大的应用潜力。例如,中国研发的纳米催化剂在提高太阳能电池转换效率方面取得了重要进展。(3) 生物医用材料。注重研究发展与人体相容和可替代活体的材料。中国与美德日等发达国家差距还很大,但中国具有最大的市场,应该更具有后发优势。

10 结论

近20年来,中国科技产业实现了从跟踪模仿到并跑领跑的历史性跨越,在能源电力、量子信息、人工智能、航天工程、交通基建、先进制造、国防科技等关键领域取得了一大批具有国际引领性的创新成果。中国已构建起覆盖基础研究、技术攻关、工程转化与规模产业化的全链条创新体系:可再生能源装机与核电规模位居全球首位,高铁网络与综合交通基建覆盖广度为世界第1,量子计算在多技术路线上实现领跑,人工智能大模型与数字经济应用深度嵌入经济

社会运行,航天工程实现空间站长期在轨运营,深地深海极地重大装备不断突破工程极限,新材料领域在碳纤维、半导体材料等战略方向加速实现自主替代。这些成就的取得,得益于坚持自主创新战略导向、持续加大研发投入、完善科技人才培养体系、强化政策支持与产业协同等关键要素的有机结合。中国科技产业已从点的突破迈向系统能力提升,规模优势与创新效能正在加速转化。面向未来,需要进一步强化基础研究源头供给,优化创新生态,深化国际科技合作,在绿色低碳转型、新一代计算技术、前沿新材料等领域持续布局,加快实现更高水平的科技自立自强,为培育发展新质生产力和构建人类命运共同体提供坚

实的科技支撑。

参考文献(References)

- [1] 路甬祥. 建设世界科技创新强国的新长征[J]. 科技导报, 2017, 35(1): 5-6.
- [2] 路甬祥. 大力发展分布式可再生能源应用和智能微网[J]. 中国科学院院刊, 2016, 31(2): 157-164,152+265.
- [3] 路甬祥. 清洁、可再生能源利用的回顾与展望[J]. 科技导报, 2014, 32(28/29): 15-26.
- [4] 路甬祥. 科技驱动新质生产力 促进绿色可持续发展[J]. 中国科学院院刊, 2026, 41(4): 631-635.
- [5] 路甬祥. 科技与产业创新的大趋势中国创新发展的新时代[J]. 科技导报, 2018, 36(11): 1-2.

China's technology industry leads the world in innovation

LU Yongxiang

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China

Abstract Against the backdrop of profound restructuring of the global sci-tech industrial landscape, this study addresses the lack of systematic review of China's sci-tech industrial innovation development and the insufficient holistic analytical framework for its key breakthroughs and leading advantages. Taking the development course of China's sci-tech industry since the reform and opening-up as the main line, combined with Lu Yongxiang's theoretical discussions on scientific and technological innovation and the development of new quality productive forces, this paper systematically sorts out major innovation achievements in fields such as energy and power, quantum information, artificial intelligence, aerospace engineering, transportation infrastructure, advanced manufacturing, and national defense technology over the past two decades. It analyzes key driving factors including policy support, talent development, and industrial transformation, and reveals China's innovation development path and evolution law from following imitation to running neck and neck with global leaders and taking the lead. The study shows that China has achieved technological breakthroughs and taken the lead in industries such as renewable energy, high-speed rail networks, aerospace engineering, quantum computing, and the digital economy, forming a full-chain innovation model covering basic research, technological innovation, and large-scale industrialization. The large-scale development of green energy, high-end equipment, and new materials industries has become a core driving force for the development of new quality productive forces. The review and analysis in this study can provide reference and support for the formulation of China's sci-tech industrial development strategies, optimization of the innovation ecosystem, and layout of future cutting-edge technologies.

Keywords China's technology industry; innovation; new-quality productive forces; industrial upgrading ●



(责任编辑 王微)