

**中国新兴技术创新生态的协同机制与未来趋势研究
——基于人工智能、量子科技与新能源的比较分析**
**Research on the Synergy Mechanism and Future Trends of China's
Emerging-Technology Innovation Ecosystem: A Comparative Analysis Based
on Artificial Intelligence, Quantum Technology and New Energy**

彭琦 (Peng Qi)¹

Abstract

This study systematically dissects the operational mechanisms of the innovation ecosystem and the divergent international competitiveness of China's artificial intelligence, quantum technology and new energy industries. Analysis is carried out along four dimensions: policy synergy, technological synergy, industrial synergy, and the synergy between challenges and opportunities. By employing multiple research methodologies including literature review, policy document textual analysis and cross-case comparative analysis, this paper empirically investigates the evolutionary trajectories, milestone achievements and commercialization pathways of the three aforementioned strategic technology sectors. The research findings indicate that China's emerging technological innovation is primarily driven by top-down national policy guidance, abundant domestic application scenarios, and collaborative linkages throughout the whole industrial chain, which constitutes the institutional strengths of the new whole-of-nation system. China delivers outstanding commercialization and industrial landing efficiency in application-driven sectors, such as AI industrial commercialization and the photovoltaic industry. However, structural bottlenecks remain prominent in fundamental research and the development of high-end core components. This paper further compares the technological development paradigms of China, the United States and Europe, and proposes targeted countermeasures regarding scaling up basic research investment, refining ethical governance frameworks and deepening international technological collaboration. The conclusions also offer actionable references for late-developing economies globally to construct robust and sustainable innovation ecosystems.

Keywords: China's Emerging Technologies; Artificial Intelligence; Quantum Technology; New Energy; Technological Innovation; Industrial Integration; New Whole-of-Nation System; Innovation Ecosystem; Science and Technology Innovation System.

¹ 彭琦, 美国金门大学工商管理博士研究生, 其研究方向聚焦于企业管理与治理方向。同样也是一位经验丰富的商业研究人员, 专注于用户体验管理与企业数字化转型。

摘 要

为了系统地剖析中国人工智能、量子科技以及新能源这三个方面所处的创新生态环境运转规律以及国际竞争地位的不同之处，从政策协同、技术协同、产业协同以及挑战与机遇协同四个维度展开分析，用文献资料研究法、政策文本分析法以及跨案例比较法等方法，就这三个方面的发展历史、取得成就以及商业化的途径做实证性的探究。研究表明中国的新兴技术创新主要依靠的是国家政策的引导、大量的应用场景的支持以及整个产业链条上的协作，属于一种新的举国体制的优势，在应用导向型的行业当中（AI 商业化和光伏产业）中具备突出的商业化落地效率，但是在基础研究和高端核心器件上还存在着结构性的不足。本文又对中美欧的技术发展道路进行了比较，给加强基础研究投入、健全伦理治理结构和加强国际合作出谋划策，给全世界后起之秀构建起一个良好的创新环境给予借鉴。

关键词：中国新兴技术；人工智能；量子科技；新能源；技术创新；产业融合；新型举国体制；创新生态；科技创新体系

引言

现今全世界都在发生百年未有的大变化，科技创新能力已成为影响国家综合竞争力的重要因素之一，也就是创新能力，而创新体系的效果就是决定国家兴衰的一个因素^[1]。中国在部分战略性新兴技术领域已由技术追随逐步转向并跑甚至局部领跑、部分领域领先者，成为了全世界科技格局里不可忽视的力量。《“十四五”国家科技创新规划》把人工智能、量子信息、生物医药以及新能源这些属于战略性前沿的领域列为了优先发展的方向，给中国的新兴技术发展赋予了顶层设计和制度保障^[2]。我国科技创新体系正在由以前偏向应用的研究，向基础研究和应用研究并重的新阶段迈进^[3]。

目前全球新兴技术领域呈现出中美欧三足鼎立的局面，美国由于早期在芯片、软件以及基础科研方面有着深厚的积淀，掌控着全球的技术标准和底层架构；欧盟依靠着数字欧洲计划、量子旗舰计划等来推进技术伦理规范以及绿色科技创新；中国依靠着政策协同的优势、庞大的市场规模以及完整的产业链条，在技术落地和商业化应用上形成了独有的竞争优势^[4]。数字经济的发展给人工智能赋予了大量的数据支持，光

伏、风电等新能源技术的成本不断降低，从而产生出规模增长、成本下降、产业升级的良性循环，给算力基础设施建设提供了一个可以持续使用的能源来源。

从宏观层面而言，中国新兴技术发展的成果可以归结为四个维度上的协同创新体系，即政策协同、技术协同、产业协同、挑战与机遇协同，在核心技术受制、伦理风险显现等限制之下寻找开放合作的道路。该体系实质上就是中国特色新型举国体制在科技方面的体现，依靠政府和市场的相互配合来达成创新资源的有效分配^[5]。

根据以上情况，本文主要探究出三个主要的研究问题，第一个就是中国人工智能、量子科技、新能源这三个领域所处的创新生态环境有什么样的运行特点呢？第二个就是政策、技术、产业、挑战这四个协同机制怎样促进中国新兴技术的迅速商业化？本文核心论点为，和美国、欧盟相比，中国新兴技术发展出的特点以及主要的不足之处有哪些呢？本文的主要观点就是中国新兴技术发展的主要优势是新型举国体制下形成的四维协同优势，这种模式对于应用导向型的技术来说有很好的商业化效率，但是对于基础研究以及高端核心器件来说还存在着结构性的不平衡。本文用三个大的技术领域来对上面的观点加以证明，从而得出中国新兴技术的发展规律，并给出相应的对策。

为避免分领域论述的碎片化并保证跨行业比较的可比性，本文将严格采用本文提出的“政策协同、技术协同、产业协同和挑战与机遇协同”四维分析框架，对人工智能、量子科技、新能源三大战略性领域的创新生态进行标准化实证检验。通过统一的研究范式系统验证中国新型举国体制在新兴技术发展中的作用机制，为后续提炼跨领域共性规律以及开展国际模式对比提供一致的分析基础。

1 人工智能的协同创新

2025 年 DeepSeek 大模型的正式推出，标志着我国在大模型领域取得重要突破，引起全世界学术界和产业界人士的关注^[6]。人工智能给产品形态带来新的变化，也促使全世界产业生态和社会价值创造方式发生重大改变。

1.1 国家政策支持

中国构建起由国家战略引导、地方政策实行、行业标准规定构成的三级 AI 政策架构。2017 年出台的《新一代人工智能发展规划》，是有关人工智能领域的一个国家级战略性文件，确定了“三步走”的发展目标，即到 2020 年时人工智能产业规模达到

1500 亿以上，到 2025 年时核心产业规模超过 5000 亿，到 2030 年时人工智能理论、技术和应用达到世界领先水平。之后又出台了《“十四五”数字经济发展规划》《生成式人工智能服务管理暂行办法》等一系列有关人工智能在制造、能源、交通等主要行业中商业化使用的方法。

从地方上来说，北京、上海、深圳等城市根据自身的产业基础，构建出各具特色的人工智能产业集群，北京 AI 创新生态谷致力于“AI+场景”的融合应用，上海张江人工智能创新中心主要开展多模态大模型和脑机接口的研究工作，深圳依靠电子信息产业的的优势，促进人工智能同硬件制造相融合。全国人工智能分技术委员会发布的《人工智能术语》等国家标准，给产业标准化发展赋予了技术支撑^[7]。中央统筹加地方试点的政策形式，可以防止同质化竞争，产生出不同的发展道路^[8]。

这种“国家战略引导、地方政策落实、行业标准规范”的三级政策体系，用顶层设计来确定技术发展的方向，把地方试点当作不同的地方来布置起产业集群，用标准来约束市场秩序，给人工智能技术研发资源的集中分配和成果的转化赋予了制度上的保障，从而促使我国的大模型技术由追赶到并跑的转变以及多模态能力的迅速提升。

1.2 大模型突破与多模态能力演进

中国大模型技术由追赶到并跑的过程完成，出现了通用大模型和垂直领域模型一起发展的局面。代表性的通用大模型有 DeepSeek、文心一言、通义千问、豆包等，已经可以做到文本、图像、语音、代码等多种模态的生成^[9]。2023 年百度文心一言和阿里巴巴通义千问相继推出，分别侧重于多模态交互能力和阿里云生态的协同作用；DeepSeek 则以代码生成和数学推理为主要特点，在全球范围内产生了很大的影响^[6]。

技术上的进步主要表现在三个方面，即模型规模不断增大，已经达到了万亿参数级别；多模态的能力越来越强，可以生成 4K 高清图像和短视频；推理成本大大降低，给大规模商业化打下了基础^[10]。算力基础设施为大模型规模化落地提供坚实底座，“东数西算”工程起步阶段项目总投资超 4000 亿元，全国布局 8 大国家算力枢纽、10 个标准化国家数据中心集群，工程可实现 50 毫秒以内的跨区域算力协同调度，该算力网络对低碳发展、双碳目标的支撑作用可参阅^[11]。而且中国大模型的发展具有明显的“应用驱动技术”的特点，同美国所走的“技术带动应用”的道路有着明显的区别^[12]。

大模型参数量、多模态能力以及推理消耗的成本得到改善之后，再加上东数西算工程所构建起的全国统一算力网络给予的低费用算力支持，就克服了人工智能大规模商业化这两个主要难题，使通用模型很快地渗入到政务、金融以及制造这些各个领域当中去。

1.3 从通用模型到垂直场景

中国 AI 商业化程度比其他国家高，已经渗透到了政务、金融、医疗、制造等各个方面。AI 医疗辅助诊断系统现在已经在全国超过一千家医院里使用起来，大大提高了疾病的诊断速度和准确性^[13]。在智能制造方面，华为工业大模型给比亚迪深圳工厂的电池微小瑕疵做自动检测，精度和稳定性明显提高。小马智行第七代 Robotaxi 在 2025 年在广州、深圳大规模投放，可以达到全场景 L4 级自动驾驶，整车运营成本比之前大幅下降，其自动驾驶合规体系可以参照相关行业的认证研究^[14]。

中国 AI 商业化的速度领先的原因有四个维度的协同机制，即政策上提前做好了算力基础设施的建设工作，给人们提供了一个低费用的算力支持；拥有全世界最大的互联网用户群以及最丰富的应用场景，给模型训练赋予了大量的数据资源，见表 1 所列。全产业链协同能力强，从芯片设计到终端应用形成了一套完整的产业链条。同美国相比，美国 AI 的发展更多地是基础研究和底层技术，商业化受到数据隐私法和产业碎片化的影响；而欧盟由于严格的数字监管政策，商业化进程明显缓慢^[15]。到 2025 年为止，依据中国人工智能产业发展联盟年度测算报告，我国 AI 核心产业规模突破 6000 亿元人民币，在全球市场占比达 32%，国内已形成全球体量领先的 AI 应用消费市场^[16]。

表 1 中国知名 AI 应用竞品矩阵

核心功能定位	通用对话与知识服务	生成式内容创作	办公生产力提效	行业垂直解决方案
--------	-----------	---------	---------	----------

C 端 个人用户	DeepSeek：多模态交互、海量知识库，支持语音、图文问答 通义千问：阿里云生态联动，对话流畅度高，免费版功能全	讯飞听见图文转写：音频转文字 醒图 AI：图片美化、创意生成 即梦 AI：文生图、数字人视频	WPS AI：无缝嵌入办公套件，支持文档总结 PPT 生成、公式解读 石墨文档 AI：协同办公+AI 润色，多人实时编辑适配	作业帮 AI 辅导：中小学全科解题、知识点讲解 丁香医生 AI 问诊：常见疾病自查、用药建议
B 端 企业	智谱清言企业版：私有化部署，支持企业知识库定制 百度智能云千帆大模型平台：多模型管理，API 灵活调用	美图设计室企业版：电商海报、营销素材批量生成 万兴科技喵影工厂 AI：视频剪辑 + 智能字幕、特效	飞书 AI：融合企业协作平台，支持会议纪要、流程自动化 钉钉 AI：中小企业适配，客户管理+智能客服集成	旷视科技 AI 视觉：零售、物流场景的智能识别与分拣 第四范式企业 AI 平台：金融、制造行业的预测分析与决策支持

数据来源：作者基于公开产品信息、行业报道整理

中国人工智能产业依托政策、市场与产业链优势实现了商业化速度的全球领先，但这种“应用驱动技术”的发展模式也内生性地暴露出高端芯片依赖、基础研究积累不足、伦理治理滞后等结构性矛盾与发展挑战。

1.4 挑战与短板

虽然中国 AI 产业取得了巨大的发展成就，但是也存在一些问题，第一高端智能芯片严重依赖进口。包括英伟达在内的欧美企业占有了全球所有的 AI 芯片市场，地缘政治冲突会使供应链的安全风险加大。基础研究薄弱，原创性理论、底层算法的积累较少，大部分大模型都是基于开源框架进行二次开发。伦理治理体系不健全，深度伪造、算法歧视、数据安全等问题引起社会的广泛关注^[17]。最后是 AI 人才短缺问题突出，行业内顶尖科学家、资深工程师供给严重不足，从全产业口径来看，我国人工智能相关高端人才整体缺口超过 50 万人，行业人才流失现象仍然比较突出，完整人才供需数据可参见行业专项报告^[18]。

2 量子科技领域的四维协同创新

量子科技是 21 世纪最具有颠覆性的技术之一，它包括通信、计算以及测量等多个方面，它所具有的安全、高精度和超强计算的特点，不但是其重要性体现出来的地方。中国已成为全球量子科技领域的重要创新主体之一。

2.1 国家专项与区域产业布局

中国对于量子科学技术的发展给予极大的重视，把量子科学技术看作是关系到国家安全以及长远发展的战略性技术。早期依托 973 计划、863 计划完成基础研究布局，现阶段通过科技创新 2030——重大项目持续推进核心技术攻关。2023 年发布了《量子信息产业发展行动计划（2023-2025 年）》，确定了三个主要方向上的发展目标和主要任务。

地方上合肥、北京、上海形成量子科技产业集群，其中合肥凭借中国科学技术大学扎实的科研条件，而合肥国家实验室（量子信息领域）是全球规模领先的量子科研机构之一，聚集了大批顶尖的科研人才和创新资源^[19]。所谓“国家实验室+地方产业集群”可以使从基础研究到产业化转变成现实生活^[20]。国家实验室做基础研究攻关，地方产业集群做成果转化，形成一种协同模式，把量子科技从基础研究到产业化这个“死亡谷”给打通了，使我国在量子通信方面达到世界领先水平，在光量子计算上也取得了一个重大的“量子优越性”成就。

2.2 量子通信与量子计算的阶段性突破

中国在量子通信方面处于世界领先地位。2016 年中国成功发射了第一颗量子科学实验卫星“墨子号”。2017 年全球第一条千公里级量子保密通信干线“京沪干线”建成开通，实现天地一体化组网。2023 年团队完成赫兹速率级城域量子隐形传态实验，完善广域量子通信网络架构^[21]。

此外，中国也取得了一些重要突破，例如：从“九章”到“九章二号”光量子计算机的速度都大幅提高，实现了“量子优越性”。2021 年我国又发布 62 比特超导量子计算机“祖冲之号”，2023 年 10 月发布 255 光子光量子计算机“九章三号”等新品，继续巩固着中国在光量子计算方面的领先地位^[22]。中国量子科技历经 30 多年的时间，自研究基础到应用发展到今天，量子科技已经深入人心。但是相对美国而言，我国仍然有很长的路需要走下去^[23]。

量子保密通信干线以及天地一体化网络的构建、光量子计算原型机的更新换代，给量子科技在金融加密、政务专网、电网调度这些需要安全性和计算精确度的地方做试验性的使用赋予了技术支撑。

2.3 量子通信的初步应用

量子科技已经由实验室走向了现场，在金融、政务、能源等领域都有较好的应用前景。在金融上用加密技术保证交易数据绝对安全，用量子计算大幅度提高量化交易速度和精度^[24]。还可以用量子信息来给政府传送涉密信息，很多地方都建立了量子政务专网。另一个作用就是用量子计算来优化电网调度问题，使电力系统更加稳定高效。

中国量子科技产业化具有政府引导、企业主体、产学研用协同的特点。科大国盾量子、安徽问天量子、华为等龙头企业起着重要的推动作用，科大国盾量子是全球知名的量子通信设备供应商，安徽问天量子侧重于量子核心器件的研发。华为依靠云平台展开量子计算服务，使量子算法同各个行业场景融合起来。和美国形成不同的路径，我国量子产业化率先在量子通信领域展开规模化落地，而美国产业布局以量子计算为核心，在量子计算基础理论研究以及商业化落地方面整体上更优^[25]。截至 2025 年，中国量子科技产业规模已超过 200 亿元，预计 2030 年将达到 1000 亿元^[26]。

中国的量子科学技术已经形成了以政府为引导、企业为主体、产学研用互相配合起来的产业化模式，但是由于商用化成本高、核心技术器件不能完全自主可控、通用量子计算纠错技术还没有取得重大进展等原因，使得它的大规模商业化应用还存在着很多障碍。

2.4 挑战与瓶颈

量子科技产业化尚存在诸多挑战，比如商用化成本高昂，量子通信设备、量子计算机等价格较贵，难以大规模推广；核心器件依赖进口，目前的主要核心器件包括量子芯片、单光子探测器等自主可控性还不够强；量子计算的纠错技术仍待突破，距离通用量子计算机相对有一定距离；人才短缺等。其中涉及到跨学科复合型人才的数量非常紧缺。

同时，量子科技的发展也会给人工智能和新能源产业带来反向的助力，即量子计算机强大的计算能力可以冲破目前 AI 大模型训练和推理所遇到的算力限制，加快通用人工智能的出现速度，量子加密技术也可以为新能源智能电网的安全运转赋予无法被破解的通信保证。三大技术领域互相渗透、互相促进、互相发展，正在改变着全世界新出现的技术创新模式。

3 新能源的协同创新

为了实现“双碳”目标，在 2030 年前完成碳达峰以及 2060 年达到碳中和时，中国高度依靠于新能源和低碳技术的突破来达成这些目标，并且涉及到光伏、风电、核聚变和储能等各个领域中的人工智能和技术。

3.1 双碳目标与产业扶持

中国构建起一套完整的新能源政策体系，用补贴政策、市场机制和标准规范来促进新能源产业的发展。2020 年提出“双碳”目标之后，又相继出台了有关碳达峰碳中和工作的指导意见等纲领性文件，给新能源发展的时序和路径作出规定。政策扶持有三个层面，即给予光伏、风电等新能源项目补贴及税收减免，构建可再生能源消纳保证制度，解决并网消纳难题，加大储能、智能电网等关键技术的研究投入^[27]。长久而稳固的政策扶持给新能源产业的发展赋予了清晰的市场预期和商业经济利益，吸引了很多资金投入到里面来^[28]。

采用双碳目标来统领起补贴激励、市场消纳保证和技术标准规范这三个方面的全部政策，给新能源产业赋予了长久不变的市场预期，从而吸引到了全世界的资金和科技资源不断地流入进来，使我国光伏和风电等技术的成本不断降低、效率不断增长起来，形成了一种良好的循环。

3.2 光伏、风电和核聚变技术的进步

中国是全世界最大的光伏制造和使用国，光伏电池转化效率不断上升，生产成本不断下降。隆基绿能、晶科能源等公司的光伏组件产量和技术水平都处于世界前列。就风电而言，中国已经掌握了大容量风电机组核心技术，海上风电发展迅速。核聚变属于面向长远的终极清洁能源赛道，中国全超导托卡马克实验装置（EAST）不断刷新稳态运行世界纪录，为可控核聚变商业化落地打下基础，目前人工智能技术已经渗透到光伏、风电、聚变等各类新能源技术研发和运行环节中，相关智能化应用体系可以参考可再生能源领域 AI 技术综述研究^[29]。

人工智能技术被广泛应用于新能源领域当中，提高了产业效率以及智能化程度，在生产过程中用上 AI 来提高电池量产良率和缺陷检测精度，在运维过程中用上无人机和清扫机器人来完成光伏、风电设备的自动运维，在调度过程中用上 AI 来准确预测光照和风速，从而改善新能源并网调度^[30]。到 2025 年为止，中国晶硅光伏电池实验室转

换效率已经超过了 26%，量产组件效率稳步提升至 24% 左右，度电成本降至 0.15 元/千瓦时以下，是中国目前最具有竞争力的新能源技术^[31]。

光伏组件转换效率的提高和度电成本的降低，加上人工智能技术在生产制造、设备维护、电网调度等各个环节的应用，促使我国新能源产业由原来的制造转变为现在的智能制造，也构建起一个包含全部产业链条的国际竞争优势。

3.3 AI 赋能下的全产业链智能化

中国新能源产业已经形成全球最完备的本土化全产业链，覆盖上游原材料加工、中游装备制造、下游电站运营与电力消纳全环节。人工智能深度嵌入产业链各环节，推动新能源产业从传统规模化制造转向数字化“智造”。隆基绿能依托机器视觉 AI 质检系统优化光伏电池生产工艺，将电池量产良率提升 2 个百分点，每年创造数千万元生产降本收益。大唐集团苇络 AI 风电运维平台依托多模态智能算法实时捕捉风机振动、声纹、温度数据，提前预判设备故障，三年累计挽回 4.5 亿度发电量损耗，AI 赋能新能源全产业链提质增效的产业路径可参见产业数字化相关研究^[32]。

中国新能源产业领先世界的原因就是四维协同模式的成功，国家政策给予长期稳定的扶持，广阔的国内市场孕育出规模效应，大大削减了生产成本，全产业链本土化布局使中国在组件制造、系统集成等方面处于有利的位置。欧美部分新能源产业链环节仍存在对外部供应链的依赖，产业链不齐全造成成本高企、落地慢^[33]。到 2025 年为止，中国光伏组件占全球市场份额超过了 80%，风力发电设备占全球市场份额超过了 60%^[34]。

中国新能源产业凭借全产业链优势占据了全球市场主导地位，但新能源发电的间歇性与波动性特征、储能技术成本高企以及电网智能化程度不足等问题，已成为制约其大规模高质量发展的核心瓶颈。

3.4 并网与储能技术瓶颈

新能源产业的发展还存在着很多问题，第一就是新能源发电存在间歇性和波动性，而且并网消纳比较困难，第二是储能技术的成本很高，大规模使用受到限制，第三是电网智能化程度不高，不能满足高比例新能源接入的要求，第四是新能源产业同国际上的竞争越来越激烈，贸易摩擦也越来越多。

此外，新能源产业提供低成本、可持续的绿色电力，共同构成人工智能大模型训练、量子计算原型机运行的底层算力能源底座。大模型训练、通用量子计算均存在极高能耗需求，光伏、风电低廉的度电成本可以大幅度降低两类前沿数字技术的落地成本。新能源、人工智能、量子科技三者形成完整的循环协同体系，即绿色能源给 AI 算力、量子计算提供算力运行的基础，AI 算法和量子计算能力互相赋能产业迭代，一方面优化光伏风电功率预测、电网调度，另一方面突破大模型训练算力瓶颈，新能源、AI、量子技术又反向推动新型电力系统、绿色算力网络升级，形成能源供给算力底座（AI 算力+量子计算）、AI 与量子计算双向赋能产业、数字技术反向优化能源体系的闭环协同关系。

4 跨领域共性挑战与未来趋势

4.1 三大技术的领域共性挑战

从人工智能、量子科技、新能源这三个方面入手做四维协同分析之后，就会发现中国新兴技术发展存在着一些共同的问题，第一点就是核心技术被别人所控制，高端芯片、核心器件、基础软件等各方面都还处在很大程度上依靠着国外的供应，供应链的安全隐患很大；第二点就是基础研究投入不够，基础研究占到整个研发经费的比例已经超过了 6%，但是比起那些发达国家来说还是低得太多，原创性的成果也少之又少；第三点就是人才匮乏的问题很严重，顶尖的科学家、工程师以及跨学科的复合型人才供给不足，不能够很好地适应新兴技术迅猛发展的需要；第四点就是伦理治理体系落后，新兴技术飞速发展给人们带来了诸多伦理和社会方面的困扰，有关法律法规和监管制度还不健全；第五个就是国际交流合作受阻，由于地缘政治矛盾加深，科技脱钩的趋势越来越明显，中国新兴技术的国际合作空间被大大压缩了^[35]。

4.2 全球视野下中国模式的比较

中美欧新兴技术发展的模式存在着明显的差别，美国模式就是市场主导加基础研究带动，企业是创新主体，高校和科研机构给基础研究提供支持，政府主要是创造良好的创新环境；欧盟模式是规制优先、绿色导向，重视技术伦理以及可持续发展，用严格的监管来约束技术使用；中国模式就是政府引导、市场驱动、举国体制，政府在

顶层设计、重大科技攻关、基础设施建设上起着重要的作用，而且市场对于资源的配置起着决定性的作用^[1]。

中国模式的优点是可以集中力量办大事，在应用导向的技术上可以很快地取得突破并实现大范围的商业化；缺点是缺少基础研究的积累，缺乏原创性的成果，市场对于基础研究资源的配置作用没有得到很好的发挥。未来中国要吸取美欧模式的优点，构建起“有效的市场+有为的政府”的新式创新体系，在保持应用优势的基础上加强基础研究投入，提高原始创新能力^[36]。

4.3 未来发展趋势与建议

4.3.1 全球新兴技术发展三大趋势

中美欧在人工智能、量子科技、新能源等新兴技术产业化路径上存在明显的差别，我国未来技术演进可以分为三个方向。第一，多技术深度交叉融合。AI、量子计算、新能源、生物科技跨界耦合，在算力架构、能耗管理、底层算法层面催生颠覆性技术、商业模式创新。第二，智能化与绿色化协同共进。前沿数字技术深度嵌入能源系统，成为我国稳妥推进“双碳”目标、构建新型电力系统的核心技术支撑。第三，全球创新格局走向多元均衡。依靠整合式协同创新模式，我国可以在全球科技规则制定、跨境技术协同治理中发挥更大的建设性作用^[37]。

4.3.2 分阶段优化落地实施路径

针对我国新兴技术底层基础研究的短板而言，与美国长期 15% 以上的基础研究经费占比相比，目前我国的投入水平存在明显的差距，提出量化、分阶段可执行的实施方案。量化目标分为两个周期，使全社会研发经费中基础研究支出占比稳定提高到 10% 以上。实施时间表为短期（1-3 年），先将高校、重点国家实验室自然科学类基础研究经费占比提高到 8%，构建起一个长久而稳定的竞争性资助机制。中长期（3-5 年），依靠财政持续加码、企业联合设立前沿探索基金，使全社会口径基础研究经费占比达到 10%。

具体落地路径，即设立非定向自由探索专项，减轻短期成果考核压力，支持科研人员进行高风险前沿底层理论攻关。其次完善产学研经费联动机制，引导龙头企业与科研院所合作构建联合基础研究课题，分摊研发投入。最后配套绩效评价改革，把原创理论突破、底层专利成果作为主要考核指标，弱化短期产业化硬性指标的约束。除

除此之外，在产业端同步配套两点精简举措。一是不断巩固国家实验室和地方产业集群的载体模式，加快量子、AI 成果的中试转化。二是完善新能源并网、储能商业化补贴和标准体系，夯实算力绿色低碳能源的底座。三是健全伦理治理结构，拟定完善的新兴技术有关法律和伦理准则，构建起由各方参加的治理方式，使技术向善发展^[38]。

5 结论

5.1 核心研究发现归纳

中国 AI 商业化四维协同驱动机制。本文梳理得出我国 AI 商业化落地速度全球领先，依托政策算力基建托底、海量数据与应用场景供给、全产业链完整配套、市场需求倒逼迭代四个维度协同运行机制，对比欧美发展路径，市场化转化效率具有显著的差异性。

三大前沿产业跨领域共性发展规律。人工智能、量子科技、新能源战略性新兴产业具有高度一致的发展逻辑，均受国家顶层政策的引导，龙头企业的市场化主体承担，产学研用深度协同转化的产业化路径。同时共同面对核心器件自主可控不足、高端底层技术攻坚难度大、规模化商用成本偏高、国际地缘竞争和贸易壁垒加剧这四个共性挑战。三者又形成闭环耦合关系，新能源绿色电力成为 AI 大模型、量子计算的算力能耗基础，AI 优化新能源调度以及量子技术加强电网安全与大模型算力上限，算力、能源和量子技术相互迭代，形成覆盖三大领域的“能源——AI——量子算力”互促循环体系。

中国特色产业化模式的比较优势。在顶层制度层面上，依靠长期产业规划、算力基础设施超前布局来实现技术研发与产业落地并行推进。产业生态层面，完备的上下游产业链条、庞大的国内市场体量、海量的真实应用场景，大大降低了新技术试错和迭代的成本。区域载体层面，形成合肥量子产业集群、多地 AI 算力集群等“国家实验室和地方产业集群”的创新范式，加快基础科研向商业化成果转化，走出不同于美国偏重底层基础研究以及欧盟严苛监管约束的特色发展道路。

目前发展模式存在的制约和不足。第一，AI 领域，底层基础算法、高端算力芯片仍有不足，行业大模型同质化竞争比较明显。第二，量子科技领域，通用量子计算纠错技术还没有突破，部分核心器件对外依存度较高，整体商用化体量较小。第三，新

能源产业领域，风光发电间歇性并网消纳问题尚未完全解决，储能成本居高不下，国际市场贸易摩擦持续加大外部不确定性。第四，共性短板，前沿技术前期投入大、回报周期长、商业化盈利模式还需要不断摸索。

5.2 研究价值与展望

本文通过横向比较中美欧 AI、量子产业发展的差异，纵向梳理出三大产业内在的协同逻辑，检验了我国政府引导、企业主体、产学研用协同的模式对于战略性硬科技产业化的作用。未来随着储能技术的更新、通用量子计算的突破、算力成本的下降，新能源、人工智能、量子科技的产业闭环会更加紧密。本文也为后续新兴技术跨产业融合、科技成果高效转化提供分析框架，后续可以对细分赛道量化测算、技术安全风险等方向继续深入研究。

参考文献

- Abbas S, Gui P, Chen A, et al. The effect of renewable energy development, market regulation, and environmental innovation on CO₂ emissions in BRICS countries [J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29 (39): 59483-59501.
- Atkinson R D, Atkinson R. China is rapidly becoming a leading innovator in advanced industries [R]. Washington D.C.: Information Technology and Innovation Foundation, 2024.
- 陈劲, 尹西明, 梅亮, 等。整合式创新: 基于东方智慧的新兴创新范式 [J]. *技术经济*, 2017, 36 (1): 1-10.
- Conroy G, Mallapaty S. How China created AI model DeepSeek and shocked the world [J]. *Nature*, 2025, 638 (8050): 300-301.
- Deng Y-H, Gu Y-C, Liu H-L, et al. Gaussian boson sampling with pseudo-photon-number-resolving detectors and quantum computational advantage [J]. *Physical Review Letters*, 2023, 131 (15): 150601.
- Ding J. The diffusion deficit in scientific and technological power: re-assessing China's rise [J]. *Review of International Political Economy*, 2024, 31 (1): 173-198.
- Diyin Z, Bhaumik A. The impact of artificial intelligence on business strategy: A review of theoretical and empirical studies in China [J]. *International Journal of Advances in Business and Management Research (IJABMR)*, 2025, 2 (3): 9-17.
- Federici J. Vying for Quantum Supremacy: US-China Competition in Quantum Technologies [R]. Washington D.C.: Center for Strategic and International Studies, 2025.
- Horowitz M C, Allen G C, Kania E B, et al. Strategic competition in an era of artificial intelligence [M]. Washington D.C.: Center for a New American Security, 2022.
- Juhász R, Lane N, Rodrik D. The new economics of industrial policy [J]. *Annual Review of Economics*, 2024, 16 (1): 213-242.
- Lecun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning [J]. *Nature*, 2015, 521 (7553): 436-444.
- 刘彩灵.AI 技术赋能农业农村现代化研究 [J]. *中国农业资源与区划*, 2025 (4).
- Lujan Tutusaus C, Hidalgo J. Towards AI-driven automated driving systems: homologations perspective [C]// *Proceedings of the Symposium on International Automotive Technology 2026*. Pune: Automotive Research Association of India, 2026: 369687.
- Lv B, Deng Y, Meng W, et al. Research on digital intelligence business model based on artificial intelligence in post-epidemic era [J]. *Management Decision*, 2024, 62 (9): 2937-2957.
- Maqsood A, Khan A, Siddiqi M U. US-China Competition in Artificial Intelligence: Implications on Global Governance [J]. *Journal of Asian Development Studies*, 2023, 12 (4): 481-493.
- Naughton B, Cheung T M, Xiao S, et al. Reorganization of China's Science and Technology System [R]. San Diego: Institute on Global Conflict and Cooperation, University of California, 2023. Working Paper No.15.
- 潘建伟。量子信息科技的发展现状与展望 [J]. *物理学报*, 2024, 73 (1): 010301.
- 秦璐, 邱震尧, 杨阳。量子计算对金融安全的影响与应对 [J]. *银行家*, 2022 (11): 44-47.

- Razak T R, Ismail M H, Darus M Y. Artificial Intelligence in Renewable Energy: A Systematic Review of Trends in Solar, Wind, and Smart Grid Applications [J]. Research and Reviews in Sustainability, 2025, 1 (1): 1-22.
- Roland B, Ingriana A. Sustainable business models in the green energy sector: Creating green jobs through renewable energy technology innovation [J]. International Journal of Economics And Business Studies, 2024, 1 (1): 43-56.
- Sakirin T, Kusuma S. A survey of generative artificial intelligence techniques [J]. Babylonian Journal of Artificial Intelligence, 2023, 2023: 10-24.
- Shen S, Yuan C, Zhang Z, et al. Hertz-rate metropolitan quantum teleportation [J]. Light: Science & Applications, 2023, 12 (1): 115.
- 王长征, 徐龙超, 王盟迪. 科技向善国外研究回顾与展望 [J]. 科技进步与对策, 2023, 40 (9): 151-160.
- Wang Y, Liu C, Hu W, et al. Economic evaluation for medical artificial intelligence: accuracy vs. cost-effectiveness in a diabetic retinopathy screening case [J]. NPJ Digital Medicine, 2024, 7 (1): 43.
- 魏江, 吴伟, 李拓宇. 有效市场与有为政府相结合促进产业技术跨越 [J]. 中国工业经济, 2026 (1): 5-28.
- 袁学帅, 贾君枝. 中美科技脱钩对中国国际科研合作的影响研究 [J]. 科学管理研究, 2025, 43 (1): 161-170.
- Zeng J, Chan C-H, Schäfer M S. Contested Chinese dreams of AI? Public discourse about artificial intelligence on WeChat and People's Daily Online [J]. Information, Communication & Society, 2022, 25 (3): 319-340.
- Zhang N, Duan H, Guan Y, et al. The “Eastern Data and Western Computing” initiative in China contributes to its net-zero target [J]. Engineering, 2024, 11: 218-230. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.08.010>.
- 朱国军, 王修齐, 张宏远. 智能制造核心企业如何牵头组建创新联合体 —— 来自华为智能汽车业务的探索性案例研究 [J]. 科技进步与对策, 2022, 39 (19): 12-19.
- 朱琼锋, 李家腾, 乔骥, 等. 人工智能技术在新能源功率预测的应用及展望 [J]. 中国电机工程学报, 2023, 43 (8): 3027-3047.
- 朱依娜, 卢阳旭. 中国人工智能伦理治理实践与挑战 —— 基于三期交叠视角 [J]. 中国科技论坛, 2025 (6): 148-153.
- 中华人民共和国国务院. “十四五”国家科技创新规划 [EB/OL]. (2021-08-09)[2026-06-18]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-08/09/content_5630318.htm.
- 中国科学院量子信息与量子科技创新研究院. 合肥国家实验室简介 [EB/OL]. (2024-06-15)[2026-06-18]. <https://www.quantumcas.ac.cn/xxgk/gywm/index.htm>.
- 中国劳动和社会保障科学研究院. 中国人工智能人才发展报告 (2025—2026) [R]. 北京: 中国劳动和社会保障科学研究院, 2026.
- 中国能源研究会. 中国新能源产业链全球竞争力研究报告 [R]. 北京: 中国能源研究会, 2024.
- 中国光伏行业协会. 2025-2026 年中国光伏产业发展报告 [R]. 北京: 中国光伏行业协会, 2025.
- 中国光伏行业协会. 2025 年全球光伏与风电产业发展联合报告 [R]. 北京: 中国光伏行业协会, 2025.
- 中研普华产业研究院. 中国量子科技产业发展战略研究报告 (2025-2031) [R]. 北京: 中研普华产业研究院, 2025.