

全球科技发展与创新格局前瞻

秦 铮

随着新一轮科技革命与产业变革的深入发展，新的“技术—经济”周期正在酝酿，世界正处于第六次技术革命前夕。同时，大国竞争和科技博弈加剧，全球科技创新版图将持续进行深度重构。



第六次技术革命呼之欲出

科学革命催生技术革命，技术革命引发产业变革（工业革命），这是历史发展规律。根据历史研究，每次工业革命包含两次技术革命，共持续约100年，每次技术革命分为前后两段，共持续约50年，这50年可以被称为一次“技术—经济”周期。

当前，世界正处于第二次科学革命和第三次工业革命周期内。从技术革命周期来看，则处于第五次技术革命向第六次技术革命转变的时期。

人类历史上第一次科学革命发生在16~18世纪，以哥白尼天文学革命为开端，以经典力学体系的建立为标志；第二次科学革命发生在20世纪初期，以相对论和量子力学的诞生为标志，目前人类仍处于这一周期之内，科学研究不断向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉方向发力。基础研究的重心也越来越趋向于向技术开发的方向转移，技术创新进入前所未有的密集活跃期，在人工智能、量子科技、生物技术等基础技术的催生下，第六次技术革命呼之欲出。

近年来诸如ChatGPT、Sora、DeepSeek等人工智能应用的迅猛发展，已经给人类生产生活带来较大改变，世界正处于向第六次技术革命转变的突破期。如果2025年全球迈入“人形机器人元年”，那么基本可以认为人类已进入第六次技术革命浪潮。

未来技术“两线并行、多翼发展”

从技术革命路线来看，未来技术呈现“两线并行、多翼发展”局面。“两线”即信息技术和生物技术两条基础路线，“多翼”即新能源、新材料、新制造等多个关键领域。

信息技术的基础性体现在它会渗透到人类生活和科技发展的方方面面，成为不可或缺的要害；而生物技术的基础性体现在它将不断革新人类对生命的认识，以及改变人类自身的生存方式。换言之，生物技术将改变“原子”的世界，而信息技术将改变“比特”的世界。二者如果结合，将可能带来人类历史上的重大突破。

首先是信息技术，除了已经比较成熟的数字化、网络化之外，未来信息技术将朝着智能化、极速化、更大规模化的方向发展。具代表性的除了互联网、移动互联网、物联网等，还有未来将成为社会支柱的人工智能、量子科技等相关技术。

其次是生物技术，包括生命科学对生命本身的认识，以及生物技术手段对生命本身的改造、培育和合成等。基因治疗、合成生物、DNA存储等是这方面的典型代表。它们所围绕的目标是对人类自身进行研究、对人类健康进行关注，以及对生命本

质进行探索，通过认识生命、改造生命和服务生命，提升生命的价值。

未来的生物技术会与信息技术相融合，一方面，生物物质会被解码并实现信息化、模型化、数字化；另一方面，数字信息会被编码并创造形成实体生物物质。换句话说，就是实现生物物质的信息化和信息质的生物化，二者的结合将会引发人类历史上不可预见的科技革命。

最后是新能源、新材料、新制造等技术。

未来的新能源技术一方面会推动太阳能、风能、地热能、潮汐能等清洁能源的使用和迭代升级，另一方面会在氢能和可控核聚变能源等方面有更多的作为，此外再加上新型储能技术的发展，几者结合会推动人类社会的变革。

新材料的未来发展趋势是结构功能复合化、功能材料智能化、材料与器件集成化、制备与应用低碳化绿色化。大批先进材料将广泛应用于纳米电子、显示器、传感器、催化剂、先进复合物、规模储能、太阳能电池等领域并改变这些产业。

未来的制造业将向高端化、智能化、绿色化方向迈进，并通过无人制造、生物制造、增材制造等方式不断提升工业生产效率和质量，从而推动新质生产力发展。

全球创新版图持续深度重构

全球创新版图受到科技革命、大国竞争等多方面因素的影响。科学研究越来越呈现出“拥挤的高端”，在突破发生之前，前沿技术领域相对比较明朗，世界主要国家对战略必争领域的竞争基本趋同。同时大国博弈和国际关系日趋紧张，后疫情时代的全球供应链不断重构，国际科技与产业合作水平明显降低，多极化阵营更加明显，全球陷入“存量博弈”局面，“逆向竞争”风险不断加剧。

在这种形势下，未来全球创新版图将持续进行深度重构。

首先，在创新中心分布上，全球创新版图呈现“北美—欧洲—亚太”三极并立局面。亚太地区形成了不容小觑的上升力量，而且中国的贡献越来越明显。2024年9月26日，世界知识产权组织发布的《2024年全球创新指数(GII)报告》显示，在全球十大科技创新集群榜上有7个在亚洲，3个在美国；中国在全球的创新力排名较上年上升1位至第十一位，是10年来创新力上升最快的经济体之一；中国拥有26个全球百强科技创新集群，位居世界第一。

在竞争合作格局上，全球创新版图或面临“低端合作、高端割裂”的局面。在低端技术和成熟技术领域，为了经济利益需求，国家之间或愿意开展一些合作，从而维持基本的经济增

长；而在高端领域，相关国家尤其是部分发达国家缺乏安全感，宁愿在“效率”上做出牺牲，也要打击竞争对手。近年来可以明显看到，高端科技领域的竞争越来越呈现割裂局势，而且这种局势在未来一段时期难以改变。

再次，在合作对象选择上，全球创新版图呈现“区域化、阵营化、多极化”发展趋势。一些国家更倾向于选择距离自身更近或具有相同价值观的国家进行合作，基于地理位置和价值观认同的合作趋势更加明显。发达国家倾向结成科技同盟，推动形成排他阵营，每个阵营由一个或少数几个强国主导，并在关键技术路线、监管和治理原则等方面达成共识，不同阵营之间展开竞争并实现动态平衡。

最后，在人类共性问题，全球创新版图有望形成合作。虽然全球科技竞争格局更加分裂和区域化，但在一些事关人类总体发展的共性问题，不同国家和地区能够达成一致，愿意形成合作机制，比如气候变化、贫富差距、粮食危机、科技伦理等。这些全球共同问题在未来会成为引领各国进行科技合作的重要方向，不排除这些合作能够将人类更加紧密团结在一起，形成人类命运共同体的可能。

值得关注的技术与场景应用

综合考虑和研判，未来五年值得重点关注的技术和应用场景包括人工智能、量子科技、人形机器人、低空飞行器、自动驾驶、3D房屋打印等。

人工智能包括生成式人工智能、应用型人工智能、通用型人工智能三个方向。生成式人工智能以自然语言和图像为输入对象，用于生成文本、音频、图像、视频等内容，帮助实现工作自动化和增强化，目前已有很多初步的应用。应用型人工智能利用机器学习来构建模型，帮助实现自主决策从而达到决策智能化和执行自动化的目的，自动驾驶是其典型的代表。通用型人工智能是具备自主学习 and 自我改进能力的人工智能，是前两者的结合和高级应用，本质上是一种强人工智能。人工智能技术的发展，将构成未来新科技革命的底座。

量子科技包括量子计算、量子通信、量子精密测量三个主攻方向。量子计算是基于量子力学的全新计算模式，具有远超经典计算的强大并行计算能力，将在生物制药、材料研发、人工智能、密码解析、气象预报、交通优化等众多领域产生重要影响。量子通信是利用量子叠加态或量子纠缠效应等进行信息的编码、转移和传输的技术，将在军事国防、国家政务、金融交易、互联网云服务等广泛催生应用。量子精密测量是基于量子体系纠缠、压缩、高阶关联等特性，实现对量子态的操控和测量的技术，将在生命

科学、生物医疗、航空航天、能源勘探等行业进行重要赋能。值得注意的是，量子科技的发展要比人工智能缓慢一些，其技术路线尚未完全收敛，产业应用仍不明朗，未来五年乃至十年是抢占先机的重要窗口期。

人形机器人不同于传统意义上的“自动化的智能机器”，而是具有明显类人特征的智能机器人，比普通智能机器的要求更高。2024年10月底和11月初，特斯拉人形机器人和波士顿动力人形机器人分别投入工厂使用，2025年春晚宇树科技人形机器人表演创意融合舞蹈，这意味着2025年开启人类历史上的“人形机器人元年”将是大概率事件。当然，这种应用将首先在工业领域产生和普及，然后逐渐扩展到家庭版和个人版，目前对人形机器人的研发和投资已呈明显爆发趋势，未来五年有望迎来多轮突破。

低空飞行器是低空经济的重要应用场景之一，目前已成为政策关注点之一，从国家到地方出台了众多鼓励政策，部分高能级城市纷纷抢占应用先机。其发展路线可能呈现出从公共交通到私人交通、从固定路线到自由路线的渐进特征，对未来产业发展和新消费增长产生刺激作用。据业内预测，低空飞行器将和人形机器人、游艇等一起，成为未来家庭消费所必需的新“三大件”。需要注意的是，低空经济的发展对未来的法律建设和交通管理能力提出了较高要求，这两方面能否快速迭代升级，对低空经济发展影响较大。

自动驾驶和新能源汽车天然结合在一起，成为汽车消费领域的新潮流和新增长点。自动驾驶的发展理论上将经历智能辅助驾驶、自动驾驶、无人驾驶三个阶段，目前辅助驾驶已迎来产业应用的爆发期，自动驾驶基本属于智能辅助驾驶的高级阶段，无人驾驶仅在有限行业或固定空间产生应用，大众化、个性化普及还面临诸多障碍。未来五年中国能否在这方面领先，需重点关注法律管制和政策许可的发展情况。

3D房屋打印本质上是一种增材制造技术，将呈现出从房屋组装到房屋建模打印的发展路线，目前处于房屋组装的初期发展阶段。3D房屋打印的发展在技术上得益于数字建模等信息技术的深入发展和建筑材料的进一步突破，在驱动力上得益于建筑成本和环保压力的增加、个性化居住需求的增强以及创新和可持续发展的考量。通过3D打印的方式，未来建筑行业有望实现更快的项目施工、更少的人工成本、更强的个性化设计和更优的循环利用等。未来5~10年，3D房屋打印将迎来高峰期，或将重构整个建筑行业。

(作者单位：中国科学技术发展战略研究院)

来源：新华社