



张秋菊

科技创新： 科技创新驱动传统产业 重获新动能

刘 清

中国科学院科技战略咨询研究院
党委副书记、纪委书记、研究员

张秋菊

中国科学院科技战略咨询研究院研究员

编者：

历史上的科技革命表明，新的科技对于新兴产业的形成具有直接的推动作用。21世纪，各种前沿性高技术兴起，科技创新将推进新一轮的产业变革。中国科学院科技战略咨询研究院研究员张秋菊女士代表刘清在创新发展论坛上做了报告，从新科技革命和产业变革、科技创新技术及我国的科技创新和产业发展现状三个方面，分享了在科技创新的驱动下，传统产业如何重获新动能。

1 新科技革命与产业变革

近现代以来已先后发生了五次重大科技革命，其中包括两次重大科学革命和三次重大技术革命。

第一次科学革命是16世纪中叶，以牛顿力学的研究为标志；第一次技术革命以蒸汽机的发明和广泛应用为标志。第一次技术革命推动第一次工业革命，第一次工业革命使工厂制代替了手工工场，用机器代替了手工劳动，实现了机械化；形成了纺织、冶金、采煤、机器制造和交通运输五大工业体系，开启了人类工业文明时代。

第二次工业革命是19世纪30年代，以德国的内燃机等发展作为标志，实现了电气化。进入到20世纪，科技革命这两个革命就有了很大的交叠期，首先是20世纪初以相对论和量子论为标志的自然科学的理论体系的重大变革。此后在20世纪30—40年代，以自动化为标志，在电子技术、计算机和信息网络技术的带动下进入到第三次技术革命。

现在大家比较公认进入新一轮的科技革命时期，所谓的21世纪新科技革命是目前前沿领域最有可能取得突破进展的科技

成就，它是20世纪后半叶科技革命的延续和拓展，整体上是关联科学革命而聚焦于技术革命，科学和技术的联系越来越紧密，逐渐成为一体，同时影响新的产业变革。



仿脑：智能战场机器人



脑控：大脑直接控制机器人出舱活动

新的科技革命

主要领域方向包括新一代信息技术（如人工智能）、新能源技术、新材料技术、新生物医药技术，从蓄势待发状态进入到群体迸发的关键时期，颠覆性技术将不断涌现，引发新的产业变革，推动全球创新格局重大调整，深刻改变人们的生产和生活方式。

2 科技创新驱动传统产业重获新动能

历史上的科技革命表明，新的科技对于新兴产业的形成具有直接的推动作用。21世纪，各种前沿性高技术兴起，科技创新将推进新一轮产业变革，驱动传统产业重获新动能。

2.1 信息技术

对传统产业带来哪些新的动能？首先是信息技术，重大的技术革命在信息技术里面是最有可能出现的，移动互联网、大数据、云计算、物联网等为代表的新兴科技正在重塑信息科技及产业的发展趋势。例如在共享经济的带动下，2017年底中国共享单车的规模已经达到了4.5万亿元；在网上购物电子商务领域，天猫在2017年的“双十一”销售额已接近1700亿元；信息产业在生活中的体现，即电子支付方面，现在大家出门可以不带钱包，直接手机支付即可。

再有一个对我们工作和生活能带来深刻影响的是人工智能。人工智能将带动众多产业变革和创新，将深刻改变人类的生活和工作模式。《科学》杂志预测，到2045年，全球50%的工作岗位将被人工智

能所取代，在取代的同时也会创造一些新的就业岗位，在中国预测将达到77%的工作岗位由人工智能所取代。

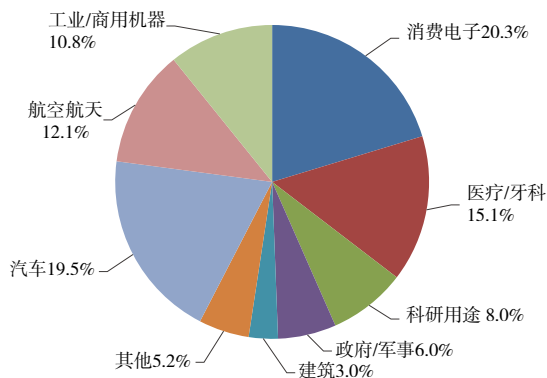
信息技术与脑科学和生命科学有很大的交叉融合，形成了一些新的前沿交叉学科，包括仿脑和脑控等研究。

万物互联，人—机—物三元融合的智能，是今后十几年内信息技术发展的主要方向。目前，中国城市化率已经达到了56%，接近60%。现有的城市基础设施，尤其是互联网的基础设施还不足以完全支撑未来的智能城市发展需求，包括网络带宽和结构、成本和覆盖率等，都需要解决，才有可能让智慧城市能够进一步便利我们的工作和生活。

信息技术领域还有一个重大的变革，就是量子信息技术，在量子信息技术不断取得突破的进展之下，量子计算机具有更强大的计算能力，其性能将很快超越目前最强的超级计算机。量子计算机将在化学过程的设计、新材料、机器学习的新范式和人工智能等领域孕育重大突破，对金融模型、物流、工程、医疗健康和电信等领域带来影响。

2.2 能源技术

第二个领域是能源领域的变革。2015年，美国Siluria技术公司实现工业化大规模将天然气直接转化为乙烯。化学化工界30多年的努力终于变成现实——储量丰富、价格低廉的天然气可直接转化为世界上最大宗的化工基础原料乙烯。新路线可能给传统的



3D打印技术的应用（按行业）

基于石油的乙烯行业带来变革。

可再生新能源领域，太阳能、风能、现代生物质能、氢能技术研究，进入发展快车道，将深刻改变能源产业结构。据国际能源署预测，到2020年，可再生能源将成为全球电力增长的最大来源，约占全球电力装机增量的2/3。陆上风电将引领全球可再生能源增长。到2050年，太阳能发电有望成为全球最大的电力来源，其中光伏发电占16%，太阳能热发电占11%。核电装机容量将增长一倍以上，可供应全球17%的电力。氢能源被视作21世纪最具发展潜力的清洁能源。日本政府于2017年12月26日正式发布“氢能源基本战略”，主要目标包括到2030年左右实现氢

能源发电商用化，以削减碳排放并提高能源自给率。

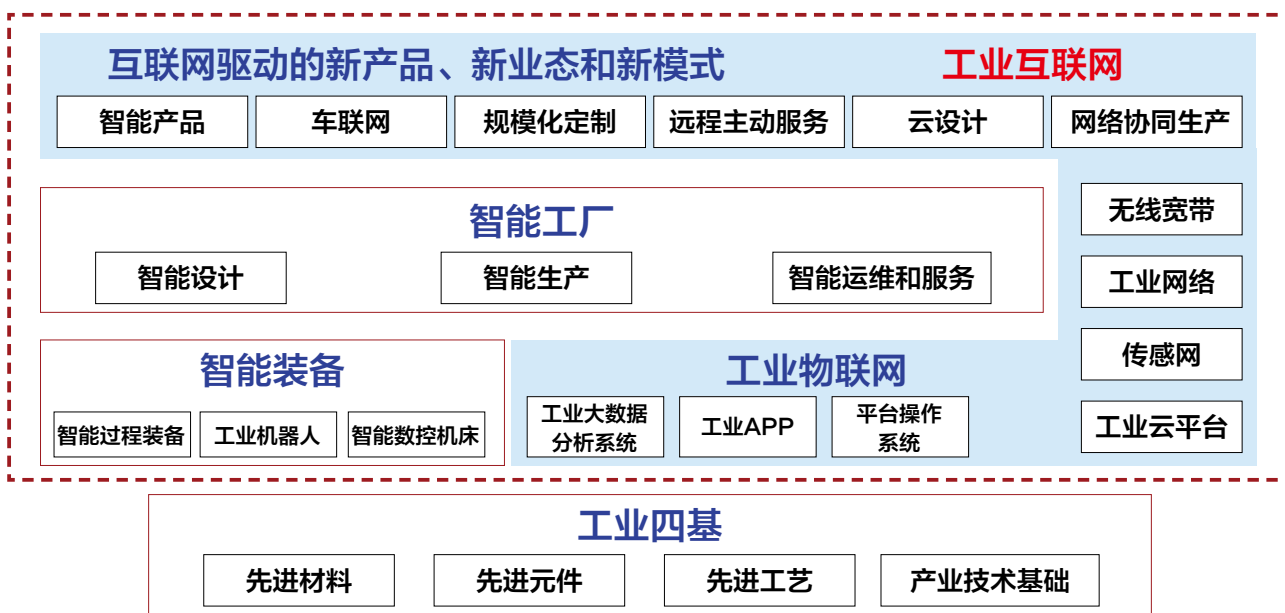
与造纸相关的生物质能方面的研究也受到了很多的关注，这些有可能改变现在的电网结构。所以在新能源发展壮大的基础上，智能电网的研究可能从输电、变电到配电的全过程，来改变当前电网的结构。

2.3 材料与制造技术

材料领域目前比较重点的一个方向就是纳米材料。纳米材料和纳米技术具有很大的潜力，将对材料、器件、医学、能源和环境等诸多领域产生重要影响。以纳米科技的研究成果为依托有望在未来20~30年内产生新技术、催生新产业。

目前进展比较快速的材料是石墨烯。石墨烯集多种优异性能于一体，是主导未来高科技竞争的超级材料，在触控屏、半导体、光伏、锂电池、光器件、航天、军工、LED、激光等领域都将带来一次材料革命。

目前，新材料的研究应用时间跨度非常长，从最初的研发，历经性能优化、系统设计与集成、验证、制造到首次投入市场，通常需要10~20年的时间。美国2011年启动的“材料基因组计划”（MGI），开发了一种变革性的先进材料研发和产业化新模式，



工业互联网

通过发展和推广高通量材料制备和检测工具,发展和完善材料数据库/信息学工具,有效管理材料从发现到应用全过程数据链,新材料从发现到应用的速度至少提高一倍,成本至少降低一半。

新一代的增材制造技术会给整个制造工艺带来变革。增材制造技术是基于分层制造原理发展而来的先进制造技术,是信息技术、新材料技术与制造技术多学科融合发展的产物,是当今世界各制造强国竞相发展的热点技术。增材制造技术作为快速成形领域的一种新兴技术,改变了传统制造的理念和模式,将对传统制造的工艺流程、生产线、工厂模式、产业链组合产生深刻影响。增材制造技术通俗的称呼就是3D打印技术,3D打印技术被认为是制造业领域代表性的颠覆性技术,主要应用于产品原型、模具制造、艺术创作、珠宝制作、航空航天、生物工程与医学、建筑、服装等领域。

工业互联网技术对整个工厂的制造生产工艺也是一个重大的变革。工业互联网是近年来在全球范围内兴起的,以互联网和新一代信息技术与工业系统全方位深度融合为特征的,新型、重大的工程科技和产业应用,是支撑全球新一轮产业变革的关键基础。工业互联网的目标是,在建立将机器、物料、人、控制系统与信息系统全面联通的网络基础之上,通过对工业数据的全面深度感知、实时动态传输与高级建模分析,形成智能决策与控制,驱动整个制造业的智能化发展。工业互联网的跨界融合特征不仅必然会带来一系列新的技术创新,还有力支撑大规模个性定制、开放式协同制造、服务型制造等新模式、新业态得以深度应用和全面普及,进而推动人类生产力实现再一次跃升。

2013年,德国工业4.0计划的提出带动全球进入工业智能化生产阶段,智能制造取得了长足的发展。智能制造长远目标是让机器与系统具有人的智慧去解决制造中的问题。基于泛在信息的制造是智能制造的发展方向,相关技术的突破与应用将使传统产业向节约材料与



基因组编辑

能源、减少污染、提高效率的方向发展。在推动传统产业改造的同时,将培育形成战略性新兴产业群。

2.4 生物技术

目前,生物技术发展迅速,已经渗透到各个领域之中,包括化工、制药、发酵、食品、轻工、采矿、造纸等许多传统产业。特别是现代生物技术的一系列重要进展和重大突破及其向应用领域的加速渗透,在革命性解决人类发展面临的环境、资源和健康等重大问题方面展现出巨大前景,形成了系列现代生物产业,包括生物医药、生物农业、医疗器械、生物制造、健康服务和生物能源。例如,农业领域通过基因组编辑技术,具有加速育种创新的巨大潜力,与传统育种技术和转基因技术相比,基因组编辑育种技术更有针对性、精确性和可靠性,能提升育种工作效率,在育种精度、速度、成本及管理方面具有独特的显著优势。再如对健康领域,基因组编辑有助于个性化医疗和精准医疗的实现,美国已经有全球首例人类活体基因编辑临床试验开展。

以“合成生物学”为代表的新兴生物技术的快速发展,有望为化工、材料和能源等行业的发展带来颠覆性变化,将其引入绿色生产的可持续发展时代。合成生物技术理念与植物化学、药物学结合,将加速从自然界发现、鉴定新型天然化合物,开发新药或其他新型化工产品的过程。以学科交叉为驱动力,对生

物计算机、人机交互、仿生太阳能电池等前瞻性技术的探索，将可能在提升人的能力、改变人类行为的基础上，真正提升未来工业制造产业的能级。

3 我国的科技创新和产业发展现状

3.1 正处于迈向世界科技强国的战略机遇期

新世纪以来，全球科技创新呈现新的发展态势和特征，新一轮科技革命和产业变革加速推进，我国的综合创新能力也得到了大幅度的提升。从《全球创新指数报告》来监测我国全球创新能力，2012年我国的全球创新指数排名第34位；到2017年升至第22位，这是前25位中唯一的一个发展中国家；2018年的报告刚刚发布，我国进入到第17位，有一个很大的跃升。

3.2 科技创新处在从量的增长到质的提升的跃升期

“十二五”时期以来特别是党的十八大以来，我国科技创新领域跻身世界先进行列，科技整体水平正处于从量的增长向质的提升的重要跃升期。

我国科技投入、产出数量已跃居世界前列。在高温超导、纳米材料、量子通信等基础科学领域，高性能计算机等前沿技术领域，以及载人航天、高速铁路等重大工程领域取得了一批具有世界影响力的重大成果，一些重要领域方向跻身世界先进行列，某些前沿方向开始进入并行、领跑阶段，正处于从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期。

3.3 科技创新能力不能满足高质量增长的需求

然而，我们也应看到，这样的科技创新能力离满足人们高质量发展这个美好生活的需求还有很大的距离，我国基础研究整体能力与科技强国，如美国、英国、德国相比仍存在较大差距。重点领域核心技术受制于人的局面仍未从根本上得到扭转。航空发动机、高端数控机床等战略高技术领域核心技术和装备严重依赖进口，高端芯片、基础软件等国产化比例很低，这些都给国家信息和经济安全带来

严重隐患。

3.4 产业大而不强的问题比较突出，迫切需要依靠创新来实现转型升级

改革开放以来，我国制造业取得了长足发展，已成为全球制造业第一大国，但“大而不强”的问题十分突出。中国产业处于国际分工中低端，发展过度依靠资源能源消耗和规模扩张，迫切需要依靠创新实现转型升级。

目前我国传统制造业面临的问题是人工成本和融资成本高，科技含量不足，生产的产品附加值不高。一方面，钢铁、石化、建材等行业的低水平产能过剩问题突出并长期存在，另一方面，高端产业发展不够、产业价值链高端环节占有不足，关键装备、核心零部件和基础软件等严重依赖进口和外资企业。

从制造业产业组织结构看，优质企业数量不够，尤其是世界一流制造企业还很少，并且存在相当数量的“僵尸企业”。从制造业产品结构看，产品档次偏低，高品质、高附加值的产品的供给能力不足，高端品牌培育不够。

全球知名咨询公司 Interbrand 发布的2016年度“全球最具价值100品牌”排行榜中，中国制造业产品品牌只占有2席。

3.5 亟需构建现代产业创新体系，驱动传统产业转型升级

当前，我国亟需构建现代的产业创新体系，以驱动传统产业转型升级。造纸行业在新的环保条例的要求之下，节能环保的压力会加大，这就需要更多科技的需求。

把握新一轮的产业科技革命的变革，在新材料、新能源等方面布局前沿技术和颠覆性技术，培育和发展战略性新兴产业。

以国家企业技术中心建设为主线，激励和鼓励企业加大创新投入，构建全球的生产和创新体系，提升国际竞争力。加强产业技术创新，知识产权和技术标准服务平台的建设，支持专精特新企业发展。■