

2020中国 硬科技创新白皮书

联合发布单位：

北京亿欧网盟科技有限公司
中国科学院大学经济与管理学院
华为技术有限公司
西安市硬科技产业发展服务中心

二〇二〇年九月

前言

改革开放40年里，中国科学技术实现了巨大飞跃，现已经成为具有全球影响力科技大国，诸多领域从无到有、从有到优，重大科技成果竞相涌现，这既得益于我国经济的快速增长，又得益于政府的战略布局。

政策层面，党的十八大以来，我国针对科技创新的各个方面提出了一系列要求，党的十九大把“加快建设创新型国家”作为贯彻新发展理念、建设现代化经济体系的具体内容之一。2019年10月，习近平强调“中国愿同世界各国一道加强科学研究，密切科研合作，推动科技进步”。2020年7月，我国对国家高新技术产业开发区提出着力提升自主创新能力、推进产业迈向中高端、加大开放创新力度、营造高质量发展环境等意见，进一步促进国家科技创新的发展。在投入方面，2019年中国研发投入占国内生产总值2.19%，科技进步贡献率达到59.5%，整体创新能力大幅提升。

聚焦当下，世界各国纷纷加大先进科技的研究投入，抢占核心技术的制高点。2020年全球在量子计算、机器人、人工智能、生物科技等领域取得突破性进展。新一轮技术革命蓄势待发，全球科技创新进入密集活跃期。颠覆性、突破性的硬科技正在创造新的产业形态，信息技术、新能源、新材料、生物技术逐渐应用于各个领域，人工智能、大数据、云计算、机器人加速与传统行业相互融合，硬科技成果推动全球经济进一步向前发展，全球科技发展格局正在重塑。

大国之间竞争的核心在于科技创新，只有将核心技术掌握在自己手中，才能把握经济发展的主动权。目前美国仍然在关键科技领域有着领先优势，但我国正以更快的速度追赶。随着我国经济发展进入新常态，硬科技的成果逐步应用落地，以新产业、新业态、新模式为核心的新动能不断增强，成为推动我国经济平稳增长和经济结构转型升级的重要力量。当前中国经济正处于双循环的发展格局，硬科技进一步发展是支撑国内大循环关键因素，只有科技驱动的产业升级才能有效激发国内消费市场，摆脱对国外市场的依赖，因此硬科技对我国突破技术封锁、实现自主创新、提高全球地位具有更重要的战略意义。

中国已经站在下一轮科技革命的最前沿，在基础的海量数据储备和可得性方面领先全球，在新一代信息技术、信息通信设备、新能源等领域的优势已经开始显现。未来，硬科技不仅会改变人们的生活方式，也将带来强劲的经济增长，是国际竞争力的重要体现。因此，中国需进一步推进硬科技产业链和创新链的双链循环，以此为依托向全产业链环节逐步拓展，加快形成先进生产力，实现从“并跑”到“领跑”的飞跃，用硬科技展示中国发展新实力。

目录

CONTENTS

一、硬科技发展现状

- 1.1 中国硬科技发展概况
- 1.2 硬科技发展驱动因素
- 1.3 硬科技产业现状

二、硬科技发展态势

- 2.1 硬科技发展特征
- 2.2 硬科技突破进展
- 2.3 硬科技重点领域发展态势

三、中国城市硬科技发展

- 3.1 中国城市硬科技发展指标
- 3.2 中国城市硬科技创新排名
- 3.3 城市硬科技创新能力解析

四、硬科技应用与发展协同

- 4.1 硬科技社会价值体现
- 4.2 新基建下的硬科技布局
- 4.3 硬科技协同促进社会智能化升级

五、硬科技发展前景展望

- 5.1 硬科技顶层设计
- 5.2 硬科技发展路径
- 5.3 硬科技推动全场景智慧化发展

六、附录 城市硬科技评价指标

硬科技发展现状

Development Landscape of Key & Core Technology



一、硬科技发展现状

1.1 中国硬科技发展概况

每一轮科技革命都会重构全球版图，重塑全球经济结构。自从进入21世纪，全球科学技术不断迭代，重大科研成果不断改变着人们的生活与工作。如今新一轮科技革命悄然而至，为中国带来了更多的创新机遇和发展空间，因此抓住机遇不断探索、敢于创新就显得尤其重要。

1.1.1 全球科技创新正当时

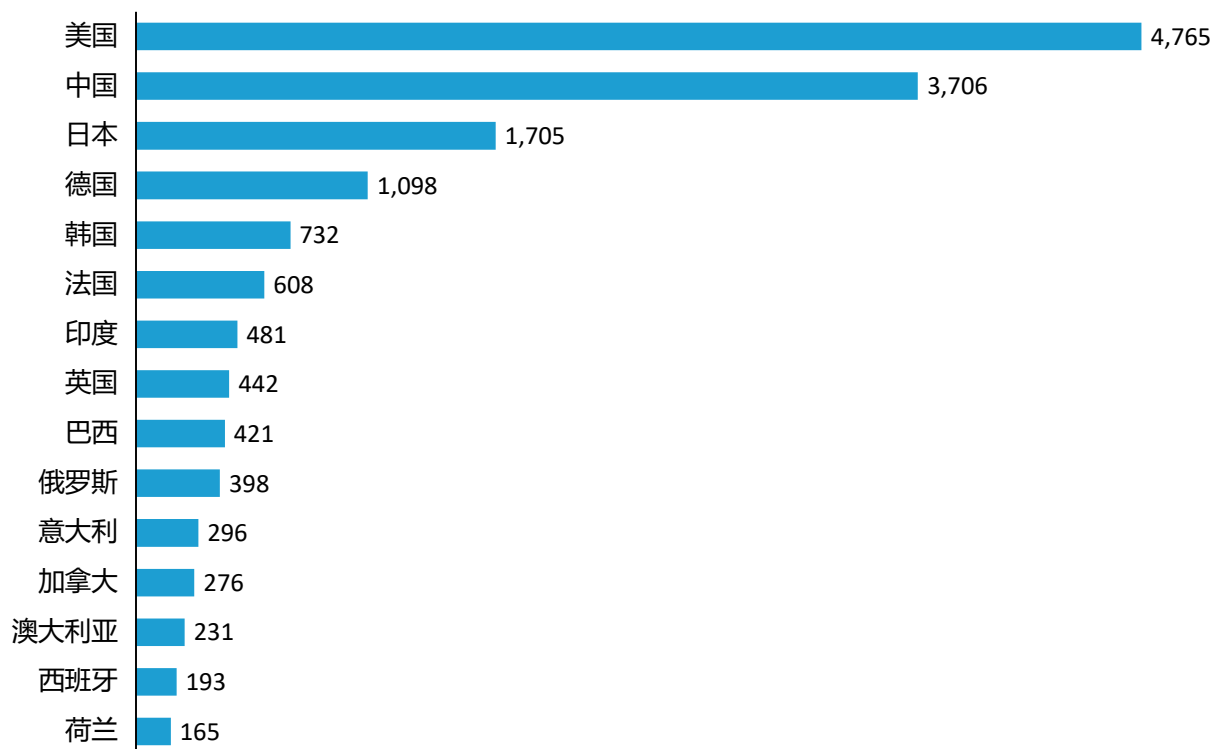
二十世纪四五十年代，原子能、电子计算机、微电子技术、航天技术、分子生物学和遗传工程等领域取得重大突破，标志着当时新科学技术革命的到来。在第三次科技革命中，美国顺势确立了“世界霸主”地位。

其中最具划时代意义的是电子计算机的迅速发展和广泛运用，它开辟了信息时代，也带来了一种新型经济——知识经济，知识经济发达程度的高低已成为影响各国在综合国力竞争中成败的关键因素。

如今，人类社会已经进入到第四次工业革命阶段，为了在未来竞争格局中抢占有利地位，世界各国均非常注重科技创新。科技创新是复杂的过程，会受诸多因素共同影响，其中“研发经费投入”因素可以代表各国在创新方面的努力程度。

How Much.net的数据展示了2019年全球研发经费投入最高的15个国家，其中美国位于榜首，研发投入费用为4765亿美元；中国位居第二，经费规模达3706亿美元。

亿欧智库：2019年研发经费十五强国家（单位：亿美元）



数据来源：How Much.net

在15个国家中，亚太地区的国家表现较为突出：中国和日本的研发经费规模超过千亿美元大关；韩国研发经费虽然只排到全球第五，但是该国的研发经费占该国GDP比重达4.3%，为全球首位。从以上可以看出，全球科技创新中心正在向亚太地区逐步转移。

1.1.2 中国经济发展现状：科技创新主导未来

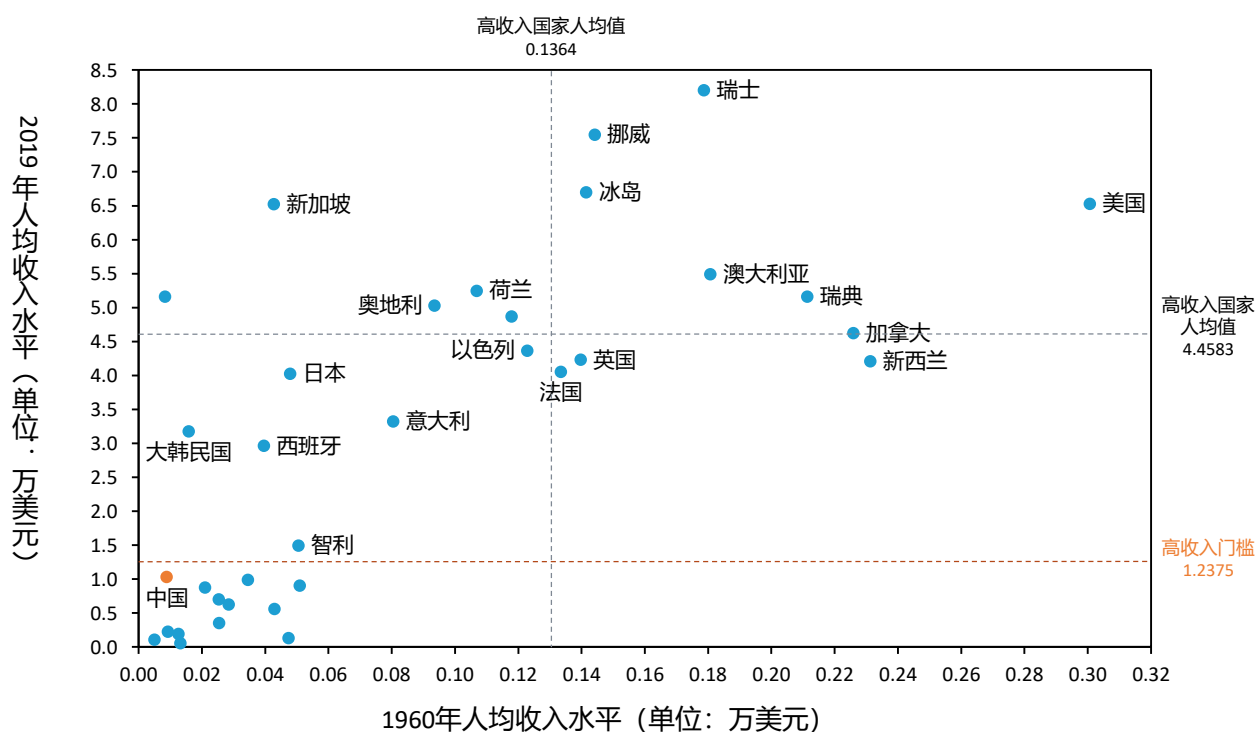
由于全球科技创新中心呈现由西向东演变的趋势，全球高端生产要素和创新要素也开始向亚太地区转移。

2020年，上海市经济信息中心发布《2020全球科技创新中心评估报告》。报告显示，中国共有10个城市入围全球科技创新中心100强，其中北京排名第7，上海排名第12、香港排名第15、深圳排名第27，中国城市排名总体呈明显上升趋势。作为亚洲第一大国和世界第二大经济国，中国具备孕育科技创新中心所需的资源丰度和市场深度。

哈佛商学院教授迈克尔·波特把国家之间竞争所推动的经济发展分为4个阶段：要素驱动、投资驱动、创新驱动和财富驱动。前3个阶段都处于国家经济发展的成长阶段，而财富驱动阶段意味着国家已经走到经济衰退阶段。

在“投资导向”阶段，国家应注重投资和长期经济增长。近年来，中国凭借着“人口红利”和“投资红利”，实现了经济的快速发展。2019年，中国人均GDP首次超过一万美元，与世界平均水平1.13万美元仅有一步之遥。此外，中国人均GDP即将冲破“中等收入陷阱”上限1.2万美元。由此可见，中国克服“中等收入陷阱”，未来五年是关键发展阶段。

亿欧智库：全球主要国家人均收入水平变化



数据来源：联合国经济和社会事务部

目前，中国正在处于“中等收入陷阱”边缘，与欧美、日、韩等国家地区相比，中国的人均收入仍有较大差距；与东南亚等国家相比，中国劳动力成本逐步攀升。因此，未来几年将是中国经济发展的关键阶段，一旦中国跨过这道门槛，中国经济将会发生根本性改变。随着“人口红利”逐步消退，中国必须向“创新导向”迈进，才能避免落入“中等收入陷阱”。

1.1.3 硬科技的概念界定

硬科技是指能够改进社会物质产品生产效率、创造社会全新价值的关键性技术，是通过大量研发投入积累形成的知识密集型产业，依托核心专利技术积累，转化形成的“硬”产品或“硬”服务。硬科技在生产要素创新、产业结构转变、场景模式创造方面，具有重要决定性和支撑性，是促进社会变革、推动人类跨入新时代的革命性技术。

回顾前三次工业革命发现，每一个时期都有属于自己的“硬科技”。因此，找到历代“硬科技”的共通之处，便能划定第四次工业革命的“硬科技”。

通过追溯，便可以发现“硬科技”特有属性如下：

- 颠覆性：“硬科技”可以是经过长期研发、持续积累形成的高精尖原创技术，也可指某细微领域形成的突破性、颠覆性技术。因此，当代“硬科技”需能够推动世界进步、引领人类生活发生根本性改变。目前，颠覆性技术尚未有明确的发展路径和未来，但颠覆性技术大致领域可以明确：如区块链、新材料、基因工程、人工智能、量子技术、核聚变等。
- 超前性：“硬科技”是超前部署世界级水平的基础性技术。而且，“硬科技”可以在多个产业广泛应用，在产业技术发展中起着基础支撑的关键作用。如5G、脑机接口、新型火箭技术等。
- 经济性：从科技发展的原动力以及科技应用的现实需求看，“硬科技”不仅体现为技术本身的过硬，还表现为能够对经济发展提供实质性的支撑。唯有如此，“硬科技”才能促进某些产业或领域的变革和发展，成为推动社会进步的动力和源泉。
- 社会性：一方面，“硬科技”对社会发展和民生进步有带动作用；另一方面，“硬科技”需要国家与社会的支持，如国家选择对部分科技资源丰富、创新主体集聚、产业发展质量较高的创新发达地区进行引导和部署，加快打造硬科技发展的先行区和新高地。

总而言之，硬科技是事关国家发展的关键技术、国家经济建设的基石，会推动着中国进入到“强国”阶段。因此，中国必须将“硬科技”涉及的核心技术、知识产权牢牢掌握在自己手中，并将科技创新成果推向市场，释放先进生产力，打造国家竞争的核心技术优势。

1.1.4 硬科技发展历程

如今，全球贸易及产业竞争日趋激烈，主要竞争核心是支撑重点产业发展的关键基础技术、核心技术，这正是硬科技的集中体现。因此，在时代发展规律和国家发展需求的双轮驱动下，“硬科技”正在从“区域概念”上升为“国家话语”体系，成为未来经济社会发展的新动能。

1) 各地政府率先布局

作为“硬科技”概念的发源地，西安成立了硬科技发展联盟，并设立硬科技专项支持资金。自2015年《促进科技成果转化法》修订以来，西安便积极调动研发人员转化成果和创新创业的热情。截至2020年8月17日，中科院西安光机所的孵化平台已先后孵化培育了348家企业，基金规模53亿元，累计实现投资34亿元；西北工业大学的衍生孵化企业“铂力特”作为陕西首家科技企业在“科创板”上市。

在西安如火如荼推动“硬科技”建设的同时，北京、上海、深圳、合肥等城市纷纷加强自身对“硬科技”的发展布局。2017年，北京出台《加快科技创新发展高精尖产业》政策，将集成电路、诊疗技术等领域作为未来硬科技发展的重要方向；中关村示范区重点建设22家硬科技孵化器，首发100余项新技术新产品，着力加强科技型企业培育，企业研发投入增长16%左右。

其他城市根据各自优势，规划布局硬科技产业。深圳和上海基于本地优势产业和资源，积极布局第三代半导体、生物医药、人工智能等硬科技产业。其中，深圳为了引进相关领域高端人才，成立了第三代半导体研究院，抢先布局第三代半导体和量子计算产业；上海依托科教资源、应用场景、海量数据、基础设施等优势，聚焦创新策源、应用示范、制度供给和人才集聚，加快建设全球人工智能发展“高地”；合肥依托基础研究的优势，布局量子信息、聚变新能源、同步辐射光源、稳态强磁场等一系列硬科技产业。

2) 硬科技上升至“国家话语”

随着“硬科技”概念逐步推广到全国各地，从政府到企业再到金融机构都加大了对“硬科技”的关注与研究，科创板的提出更是直接将“硬科技”推到了国家话语体系。2019年11月3日习近平总书记在上海考察时强调，设立科创板并试点注册制要坚守定位，提高上市公司质量，支持和鼓励“硬科技”企业上市。

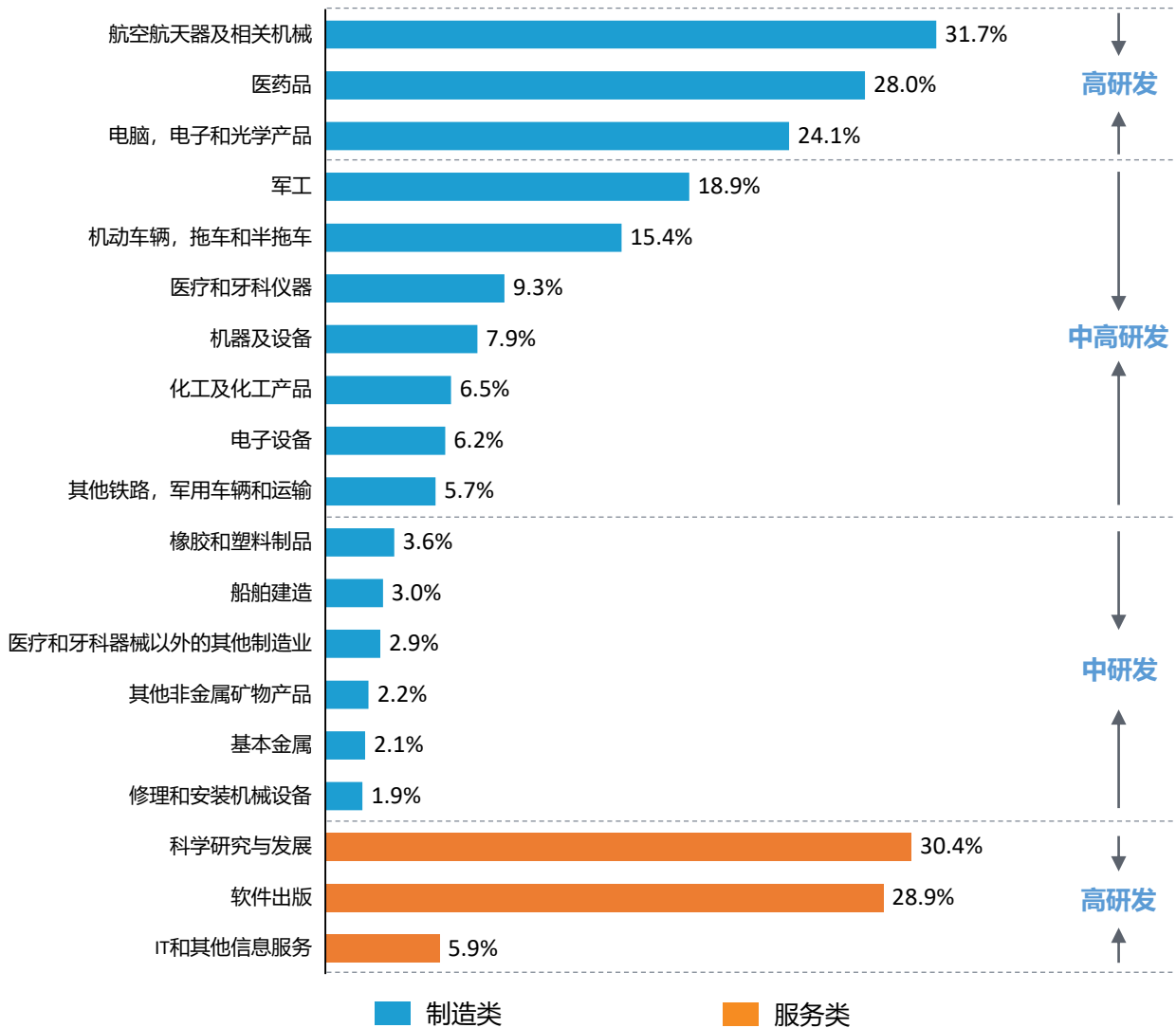
3) 硬科技覆盖领域

从“硬科技”的底层逻辑来看，硬科技主要是由科学研究支撑、具有较高技术门槛和技术壁垒的关键核心技术，是高新技术产业的典型代表，而高新技术产业最明显的划分界定则是由研发投入强度决定。

经合组织对全球不同研发强度的行业进行了归类，并从制造业和服务业两种产业形态进行区分。制造类产业方面，高研发行业集中在航空航天、医药品及电子产品和光学产品制造上，研发投入强度分别为31.7%、28.0%和24.1%；中高研发行业以军工、机动车辆、医疗和牙科仪器、机器及设备、化工及化工产品为主，研发投入强度在5.7%~18.9%之间；中研发行业多分布在传统制造领域，以橡胶和塑料制品、船舶建造、金属和矿物产品为代表，研发投入强度在1.9%~3.6%之间。

服务类产业方面，科学研究与发展、软件出版、IT和其他信息服务是研发投入强度最高的行业，研发强度分别为30.4%、28.9%和5.9%。其中，科学研究与发展主要为理论创新和技术创新研究，因此往往具有前瞻性和高难度性。

亿欧智库：经合组织按研发强度分类行业（单位：%）



数据来源: OECD

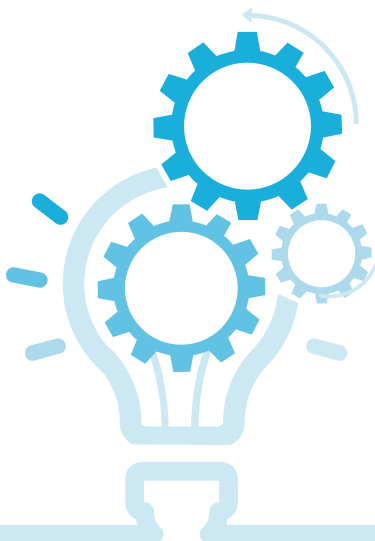
除此之外，全球每年在不同领域也会涌现出新技术，形成新时期的创新行业。自2001年起，《麻省理工科技评论》每年都会评选出当年的“十大突破性技术”，并曾精准预测了脑机接口、癌症基因疗法、深度学习等诸多热门技术的崛起。《麻省理工科技评论》预测2020年“全球十大突破性技术”，分别是防黑互联网、人工智能筛选分子、数字货币、超个性化药物、人工智能发现分子、超级星座卫星、量子优越性、微型人工智能、差分隐私、气候变化归因。通过整理发现，2011-2020十年间，全球“十大突破性技术”主要集中在信息技术领域，涌现出的新技术占比近一半，其次为生物科技领域，二者合计占比约达70%。

虽然前沿科技层出不穷，但万变不离其宗。从科研到产业，从技术到商业，新时期的“硬科技”主要集中在以下十大方向：新一代信息技术、新一代半导体技术、信息通信设备、生物技术、交通运输工程机械及制造装备、医药制造、新材料、航空航天、新能源、节能环保。

亿欧智库：硬科技覆盖领域

硬科技十大方向

- 1 **新一代信息技术**
 - 子行业：人工智能、物联网、大数据、云计算等
- 3 **信息通信设备**
 - 子行业：5G、量子通信等
- 5 **交通运输、工程机械及制造装备**
 - 子行业：高档数控机床、机器人、先进轨道交通装备、海洋工程装备及船舶等
- 7 **新材料**
 - 子行业：节能环保材料、电子信息材料、生物材料、高端装备材料等
- 9 **新能源**
 - 子行业：太阳能、核能、风能、生物质能等



硬科技十大方向

- 2 **新一代半导体技术**
 - 子行业：光电芯片，新一代晶体管等
- 4 **生物技术**
 - 子行业：脑机接口、细胞免疫、基因测序等
- 6 **医药制造**
 - 子行业：创新药、医疗器械和诊断设备、医药服务等
- 8 **航空航天**
 - 子行业：火箭、卫星、空间站、航天飞机等
- 10 **节能环保**
 - 子行业：废物处理、资源循环利用等

这十大方向大致涵盖了未来硬科技的发展方向，并且对未来经济活动有着重大推动作用。以节能环保行业为例，节能环保产业是一个应时代需求而生的新兴产业，几乎渗透于经济活动的所有领域，它以有效缓解我国经济社会发展所面临的资源、环境瓶颈制约为目标，力促产业结构升级和经济发展方式转变。到2020年，节能环保产业将成为我国国民经济的支柱产业，并发挥出引领经济社会发展变革的重要作用。

1.2 硬科技发展驱动因素

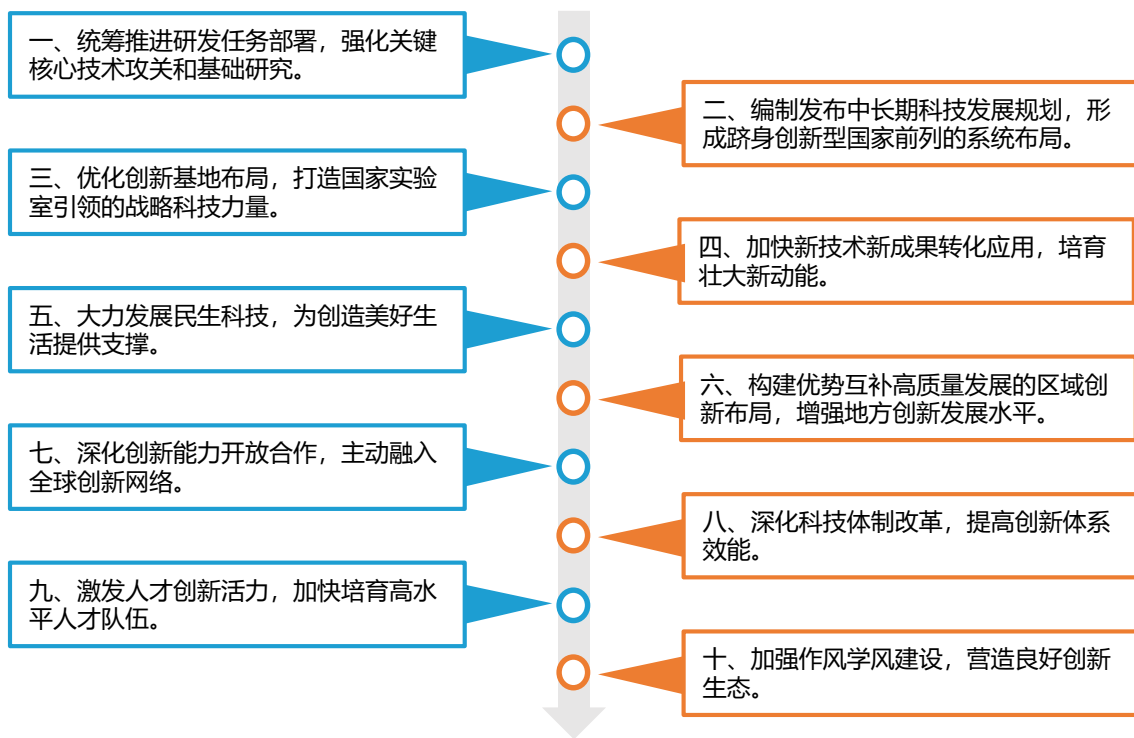
1.2.1 政策与法律法规分析

近几年，中国科技取得了举世瞩目的进步。与此同时，中国科技体制也走出一条清晰的轨迹。科技体制作为科技事业的有机组成部分，历经体系初建、全面规划、体制改革、构建国家创新体系等4个发展时期，为中国科技事业发挥了体系保障与运行调控的重要作用。

2013年，中科院研究制定了《中国科学院“率先行动”计划暨全面深化改革纲要》；2015年，中科院调整确立了“三个面向”和“四个率先”的新时期办院方针。同期，中共中央办公厅、国务院办公厅发布《深化科技体制改革实施方案》，旨在形成系统、全面、可持续的改革部署和工作格局，激发科技第一生产力、创新第一动力的巨大潜能。

2016年，国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》，该战略纲要是新时期推进创新工作的纲领性文件，是建设创新型国家的行动指南，紧紧围绕产业技术体系创新和经济竞争力提升重点展开；2018年，国务院印发《关于全面加强基础科学研究的若干意见》，主旨是为进一步加强基础科学研究，大幅提升原始创新能力，夯实建设创新型国家和世界科技强国的基础。

2020年1月，全国科技工作会议在京召开，并部署了2020年的工作。2020年，中国科技工作的重心将会放在十个方面：



同样，在《2020年政府工作报告》中，科技创新被视为社会经济发展的新动能，其中新兴产业壮大和传统产业升级，以及创业热潮都是发展新动能的一部分。《报告》中，针对“着力培育壮大新动能”，强调了以下要点：

- 深入推进国家战略性新兴产业集群发展工程，加强创新和公共服务综合体建设。创新战略性新兴产业金融产品和服务供给。
- 深入推进“上云用数赋智”，实施数字化转型伙伴行动、中小企业数字化赋能专项行动和数字经济新业态培育行动，深入推进数字经济创新发展试验区建设，推动制造、商贸流通等经济社会重点领域数字化转型，发展数字商务，支撑建设数字供应链。

2020年3月25日，科技部公布《关于推进国家技术创新中心建设的总体方案（暂行）》，明确提出：到2025年，布局建设若干国家技术创新中心，突破制约中国产业安全的关键技术瓶颈。其发展目标包括：培育壮大一批具有核心创新能力的一流企业，催生若干以技术创新为引领、经济附加值高、带动作用强的重要产业，形成若干具有广泛辐射带动作用的区域创新高地，为构建现代化产业体系、实现高质量发展、加快建设创新型国家与世界科技强国提供强有力支撑。

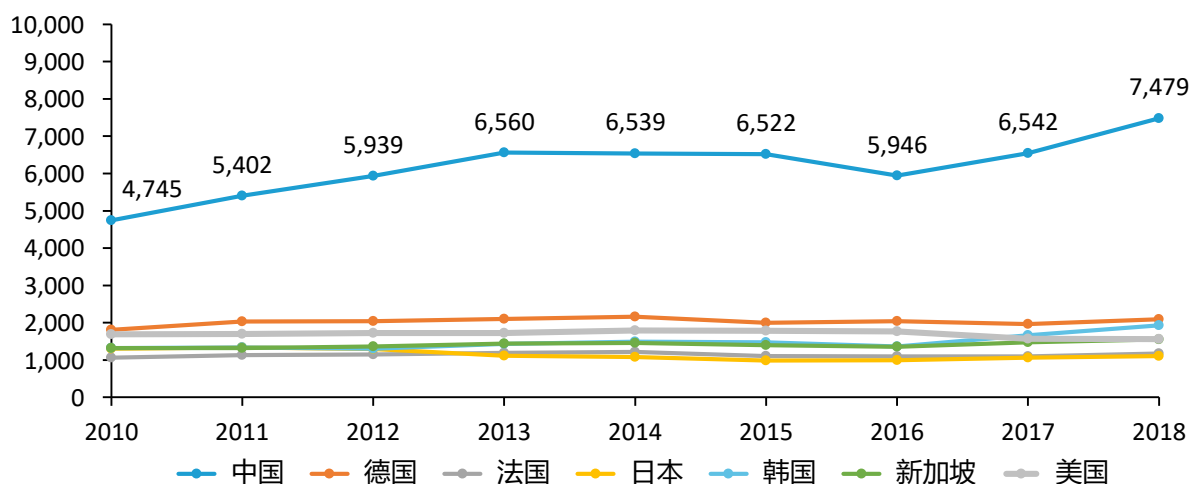
国家政策加持和地方政策持续加码成为当下硬科技发展的重大背景特征，未来，科技领域的政策细化和地方层面的规划出台将会更有针对性的促进硬科技产业完善发展。

1.2.2 经济与产业环境分析

自从改革开放以来，中国凭借着劳动力数量和原材料成本优势，完成出口产业链的初步建设；2000年，中国加入世界贸易组织，标志着中国正式参与了全球产业链分工。在“外需”驱动下，中国的制造业产业链逐步完善，并成为“世界工厂”。

高科技出口产品是指具有高研发强度的产品，多来自航空航天、计算机、医药、科学仪器、电气机械等领域。2010年，中国高科技出口额为4745亿美元，截至2018年，中国高科技出口额达到了7479亿美元，年均复合增长率约为6%，无论从规模还是增速上都处于领先地位。

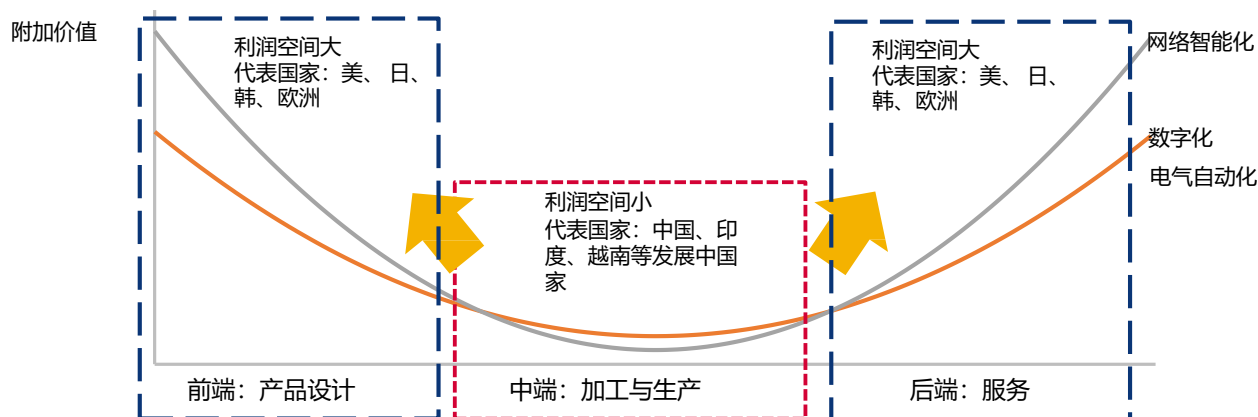
亿欧智库：全球主要国家高科技出口额（单位：亿美元）



数据来源：联合国商品贸易统计 (Comtrade) 数据库

中国高科技出口额大幅领先是由于在“全球化”经济模式下，中国承担了大量劳动密集型产业和部分资本密集型产业分工，在中低端制造行业具有一定优势，如电子产品、电气机械设备等。但是从全球产业价值链来看，中国产业链并不完善，在芯片、半导体、软件服务等高附加值产品方面存在较大的技术壁垒。**中国制造业仍位于价值链的中低端地位，附加值率较低，且抗风险能力有待提高，产业结构调整、敏捷性提升成为中国经济发展的驱动力。**

亿欧智库：制造业微笑曲线



参考资料：亿欧智库《灯塔工厂白皮书》

近年来，国际政治经济充满不确定性。在“逆全球化”浪潮的环境下，中国提出“经济内循环”是应对当前形势的重要改变，也是应对外界环境的有利武器，“内循环”的提出是在疫情影响叠加、国际政治和经济形势不确定性加大下的必然选择。

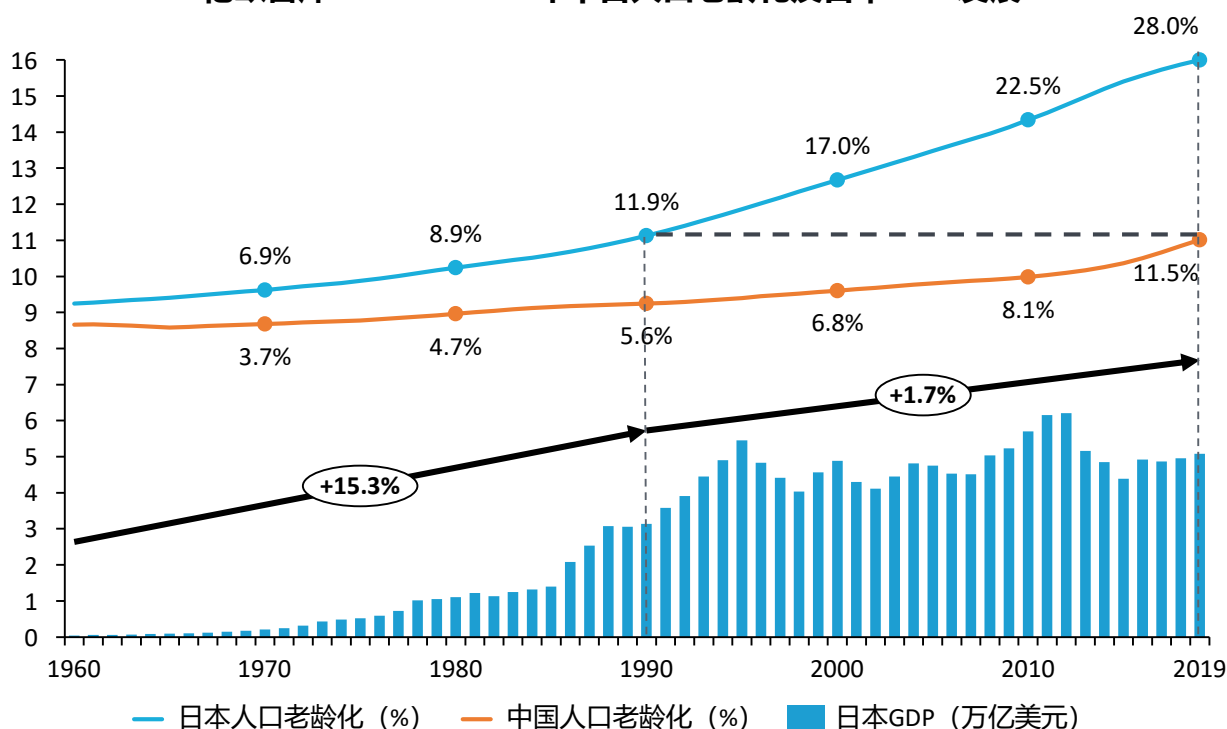
2020年7月30日，中央政治局召开会议，对下半年政策以及工作目标定调。会议提出“加快形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”，布局“内循环”是会议的重要亮点之一，引发市场广泛关注。当前正处于“十三五”收官和“十四五”计划制定时期，“内循环”或将成为下一阶段我国重要的经济战略布局。

“经济内循环”的提出有助于当下经济形势转变，一方面继续发挥中国成本优势，在服装、食品饮料等产业加大布局，面对外需不足或出口过剩等情况，通过“内循环”承接，激活内需市场；另一方面，在中国产业“短板”领域，通过加大研发投入，将“中国制造”向“中国创造”方向提升转变，最终实现技术自主可控和全产业链布局的长期目标，使航空航天、半导体、通信等硬科技相关产业发展不再受制于人，达到“国产可替代”水平。

1.2.3 社会与文化环境分析

人口老龄化问题已成为全球中高等收入国家经济发展的重要制约因素之一。日本曾是世界最具活力的经济体之一，从1950年到1980年，日本GDP的年平均增长率超过8%。大批日本企业在汽车、电子、机械设备等行业迅速兴起，超越美国企业成为世界技术创新的先锋。但情况在1990年之后发生了逆转，随着人口结构的老化，日本的创业和创新活力大减，同时受国际竞争制裁，在半导体、软件、通讯等行业被欧美发达国家和其他新兴国家逐渐赶超。

亿欧智库：1960-2019年中日人口老龄化及日本GDP发展



数据来源：联合国经济和社会事务部

如今，中国老龄化问题日益严重。2019年，中国人口老龄化率已接近日本1990年水平，且未来发展势头更为迅猛。但由于城市化和经济发展水平相对较低，低生育率带给中国的人口危机也要稍晚一些，可能会在5到10年之后才逐步显现。届时，随着养老负担增加，经济产出中可用于抚养之外的消费将减少。在扣除城市化和技术进步的影响外，消费和生产同步缩减，整体经济规模随人口减少而相对萎缩，将成为国家经济持续创新发展的重大问题。

但从老年化时间较长的发达国家来看，老龄化并未阻碍科技进步和经济发展，如比较典型的法国、瑞典、德国、意大利、英国等，都找不到因老龄化而阻碍科技进步的例证。核心原因在于发达国家在人口转型与国际分工中所做的调整转变。

发达国家早期借助人口红利及国家资源，形成原始资本积累，随后在产业升级转型中，逐步将劳动密集型产业转移至新兴发展国家，大力发展技术密集型产业，形成国际价值链分工体系，如上世纪欧美国家将汽车、家电等资本和劳动密集型产业向亚洲发展中国家转移，自身大力发展高附加值的计算机、信息技术等技术密集型产业；而到了21世纪，发达国家重新调整产业结构，进一步进行产业升级优化，重点发展软件和系统集成服务、生物医药、高端材料及关键电子设备等。

当下，中国人口红利优势的逐渐消退，使原有劳动密集型产业难以长久持续；同时，发达国家正加快中高端技术和资本密集型产业回流，以提升本国“再工业化”能力水平，从而对抗中国持续崛起的制造业；在新兴产业高端价值链环节，发达国家加大技术出口管控和制裁，使中国向高价值产业攀升面临新的压力。

因此，在人口老龄化影响下，人口转型成为必然趋势，劳动力质量提升、产业转型加速布局是面对国内经济压力和国际经济形势变化的重要突破手段。大力发展硬科技产业，变人口红利为人才红利，促进生产结构转型，提升国际产业分工地位，在研发、设计、生产方面向中上游高附加值环节渗透，从而使劳动密集型产业向技术密集型和资本密集型产业过渡发展，扩大国际高端产业分工占比，增强国际市场竞争能力。

1.2.4 科研学术水平不断提升

近几年，中国科技实力飞速发展，人工智能、5G等领域已逐步从追赶走向超越。从自然指数、美国科学与工程指标和PCT专利三项指标可以看出，中国的研发投入、科研产出数量和质量都在不断提升。

自2006年中国颁布实施《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》以来，中国持续加大科技创新投入，大力营造有利于创新的制度文化环境，以科技论文和专利为代表的国家科技创新能力持续提升，中国正快速从科技大国向科技强国转变。

以自然指数为例，中国已成为高质量科研成果产出的强国。2020年4月30日，Nature Index公布了2020年自然指数年度榜单，该榜单展示了不同国家和科研机构在自然科学领域高质量科研产出情况。美国依然位于首位，中国居第二位，但差距在不断缩小。数据显示，美国

的贡献份额自2015到2019年下降了10%，而中国则增加了约64%，是增长最快的国家。其他年度产出居前十位的国家是德国、英国、日本、法国、加拿大、瑞士、韩国和澳大利亚。

亿欧智库：2020全球自然指数排行TOP20榜单

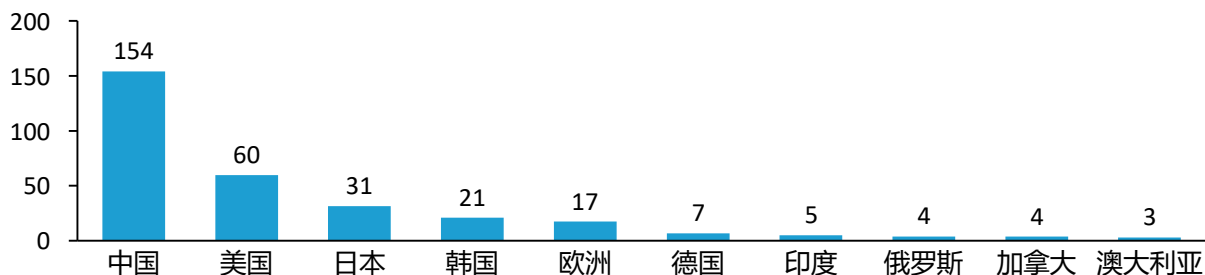
机构	2019年得分	2019年发表数量
中国科学院	1805.22	5480
哈佛大学	925.15	2577
马克思普朗克学会	764.83	2613
法国国家科学研究中心协会	723.45	4433
斯坦福大学	646.44	1656
麻省理工学院	560.07	1863
亥姆霍兹德国研究中心协会	485.75	2200
中国科学技术大学	455.82	1231
牛津大学	453.65	1367
北京大学	437.62	1616
东京大学	429.97	1185
清华大学	428.61	1392
南京大学	422.31	1034
剑桥大学	416.03	1320
中国科学院大学	407.88	2336
瑞士苏黎世联邦理工学院	404.00	1051
美国国立卫生研究院	394.09	981
加州大学伯克利分校	388.86	1262
密西根大学	343.45	939
加州大学圣地亚哥分校	340.85	1048

数据来源：Nature Index

在大学和研究机构排名中，中国科学院排名第1，参与排名的两项数据均远高于哈佛大学。另外，北大、清华也挤进前15，分别排名第10和第12。

专利成果也是国家创新投入的有力证据。2019年10月16日，世界知识产权组织（WIPO）发布《世界知识产权指标2019》，报告显示2018年全球创新者共提交了330万件专利申请，连续第九年实现增长，涨幅为5.2%。其中，2018年中国国家知识产权局受理的专利申请数量最多，达到创纪录的154万件，占全球总量的46.4%。排在中国之后的是美国、日本、韩国和欧洲专利局。

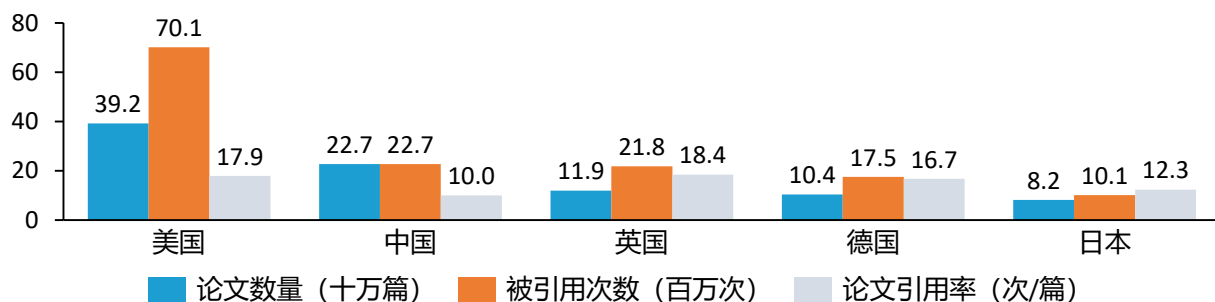
亿欧智库：2018年专利申请数量排名前十的国家（单位：万件）



数据来源：世界知识产权组织

学术论文方面，基本科学指标数据库（ESI）是基于学术信息出版机构美国科技信息所（ISI）早年推出的衡量科学研究绩效、跟踪科学发展趋势的基本分析评价工具，通过论文数、被引用次数、引用率等指标衡量各个国家地区的科研及学术水平。从ESI论文数量来看，中国已成为仅次于美国的第二大论文产出国，由于数量支撑，在被引用次数上同样位列第二；但从论文引用率上看，中国在ESI论文数量产出前五国家中排名最低，引用率仅为10次/篇，与英、美、日等国仍存较大差距，这也表明中国在高端科技领域理论研究中仍有大量功课需要补足。

亿欧智库：ESI论文数量排序TOP5国家



数据来源：中国科技统计年鉴

1.2.5 技术应用创新成果呈指数级增长

中国硬科技实力不断提升，为中国引领下一次工业革命奠定了基础。未来15-20年，新一轮技术革命将加快全球技术进步与创新速度，并将引发全球产业变革。当前已经基本成熟具有良好应用前景的新兴技术包括云计算、大数据、物联网、人工智能、移动互联、区块链等，它们形成了数字技术主导的新兴技术群落，并在全球前沿技术体系中占主体地位。还有一些基于数字技术衍生的具有良好发展前景的新技术，如3D打印、虚拟现实/增强现实等正处于孕育之中。

数字时代，技术进步将不再以线性方式发展而是以指数方式发展，这在国际上被称为技术进化的加速回报定律。新技术扩散速度加快，迭代周期越来越短。

工业时代，电、电话、收音机、电视机在美国的普及应用分别用了46年、35年、31年和26年。数字时代，个人电脑（PC）、移动电话、互联网、社会化媒体的普及仅用了16年、13年、7年和5年，技术普及速度越来越快。

借助数字技术的快速渗透力，呈现指数级增长、改变传统规则的独角兽企业成为引领前沿科技创新的重要力量。在互联网和现代金融的支撑下，一个科技型企业从诞生到成为独角兽企业最快只需要3~5年，刷新了企业成长速度的新记录。

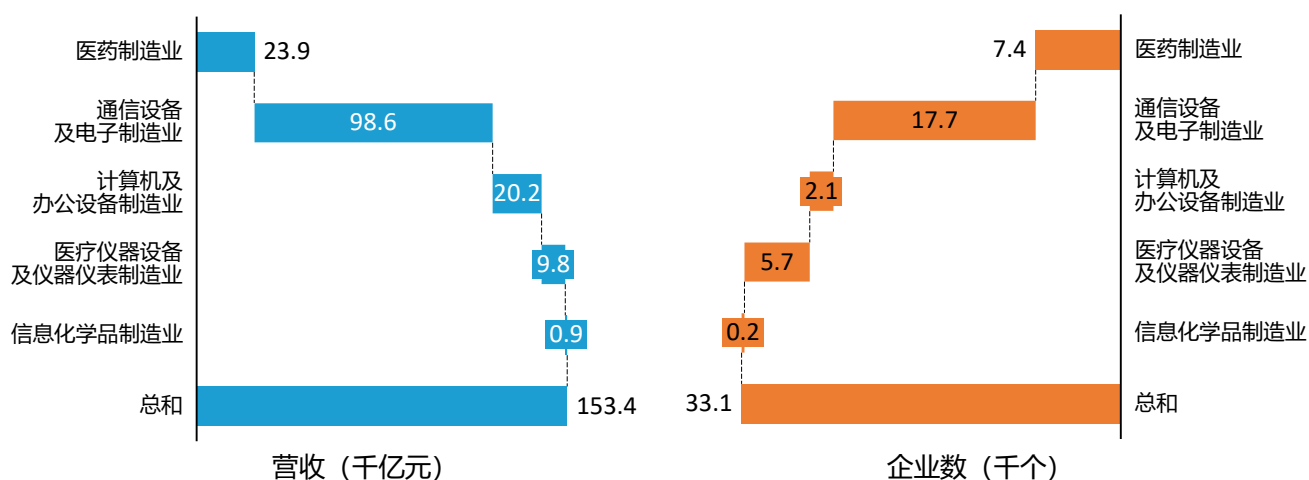
据胡润研究院2020年全球独角兽榜单显示，中国独角兽企业已达到227家，其中人工智能企业22家，软件服务13家，大数据企业7家，另外还有机器人、生物科技、云计算、区块链等领域多家高技术企业上榜，整体硬科技类相关独角兽企业合计89家，硬科技独角兽企业在创新技术投入和产品产出方面，具有独到的前瞻性和持续成长性，在技术赋能传统产业升级转型方面，提供了良好平台及全新着陆点，是经济活力发展的新代表。

1.3 硬科技产业现状

1.3.1 硬科技转化出的经济效应初显端倪

随着我国经济发展进入新常态，硬科技的成果逐步应用落地，以新产业、新业态、新模式为核心的新动能不断增强，成为推动我国经济平稳增长和经济结构转型升级的重要力量。2018年，中国规模以上高新技术企业3.31万个，高新技术主营业务收入15.34万亿元，高新技术产业持续平稳发展，企业创新能力和技术水平不断提高，云计算、大数据、人工智能与实体经济的融合持续深入。产业结构方面，通信设备及电子制造业是高新技术领域规模最大的子行业，营收占比及企业数量占比分别为64.3%和53.5%。

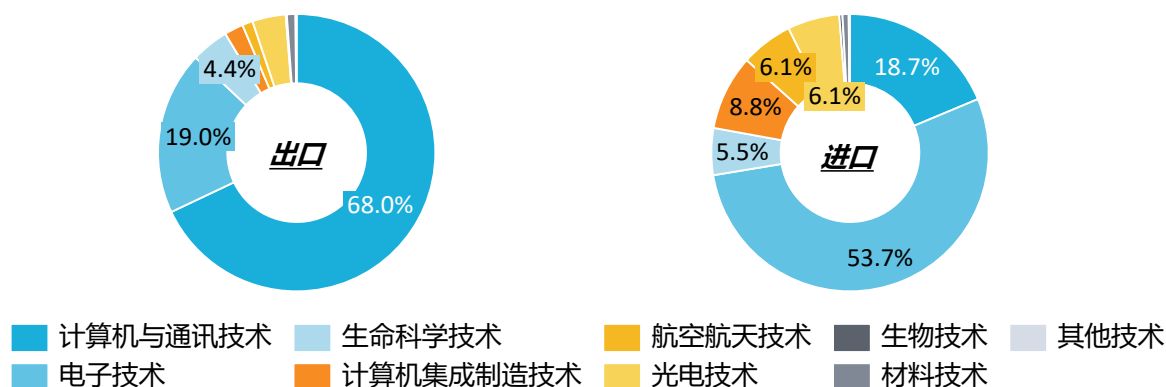
亿欧智库：2018年中国高新技术产业生产情况



数据来源：中国科技统计年鉴

2018年，中国高新技术产品进出口额达到了1.4万亿美元。进口方面，主要进口产品集中在电子技术和计算机与通讯技术领域，二者占比为72.4%，电子技术产品是中国最大高技术产品进口品类；出口方面，中国高新技术主要出口产品依然在计算机与通讯技术和电子技术领域，其中计算机与通信技术居于绝对主导地位，出口占比达到了68.0%。

亿欧智库：2018年中国高技术产品进出口贸易分类占比



数据来源：中国科技统计年鉴

1.3.2 硬科技发展人才优势

自从以信息技术为先导的知识经济开始兴起，世界各国便掀起了争夺高科技人才的浪潮。在高科技人才的吸引措施方面，美国走在世界前列。根据国际移民组织（IOM）与全球化智库（CCG）联合发布《世界移民报告2018》，截至2015年，美国是最大的移民目的国，在2015年有4600万移民，新入籍公民以亚裔居多，且大部分都有大学学位。

美国之所以能够吸引众多的优秀人才，除了自身强悍的国力之外，与其搭配得当的人才引进政策密不可分。曾有资料显示，仅在美国硅谷地区供职的中国科技人才就数以万计，在美国硅谷中从事科学研究的中国青年科学家占20%。

但是，随着国外环境的动荡，中国科技人才纷纷选择回国。与此同时，中国也相继出台人才引进政策，吸引海外优秀工程师、科学家和其他技术人员回归国内。

- 2020年4月7日，科技部办公厅发布《关于开展科技人员服务企业专项行动的通知》，从“搭建企业技术需求与科技人才精准对接的平台、引导科研院所和高校组织科技人员服务企业、积极推动科技人员服务企业”三个层面作出部署。
- 2020年4月21日，最高人民法院印发《关于全面加强知识产权司法保护的意見》，提出加强科技创新成果保护。
- 2020年5月18日，科技部、发展改革委、教育部、工信部等联合印发《关于新时代加快完善社会主义市场经济体制的意见》，探索建立赋予科研人员职务科技成果所有权或长期使用权的机制和模式，进一步激发科研人员创新积极性，促进科技成果转移转化。
- 2020年7月13日，国务院提出关于促进国家高新技术产业开发区高质量发展的若干意见，支持国家高新区面向全球招才引智。支持园区内骨干企业等与高等学校共建共管现代产业学院，培养高端人才。

从上述科技人才政策信息来看，国家在人才引进、专利保护、科研成果转化、科研环境治理等方面均做了巨大努力。科技人才是国家人才资源的重要组成部分，是科技创新的关键因素，是推动国家经济社会发展的重要力量，中国已逐步提升人才引进政策和环境，打造中国的科技人才重地。

近几年，我国R&D人员总量平稳增长。国家统计局数据显示，2018年R&D研究人员总数达到186.6万人年，比上年增加12.6万人年，增速为7.2%。R&D研究人员占R&D人员的比重为42.6%，比上年上升0.5个百分点。

更重要的是，我国科研人力方面的投入强度与发达国家的差距继续缩小。一直以来，我国R&D人力投入强度指标在国际上仍处于落后水平，多数发达国家这一指标值约为中国的4倍。近几年，中国R&D人力投入强度稳步增长，万名就业人员中R&D人员数从2010年的33.6人年/万人上升到2018年的56.5人年/万人，年均增长6.7%。万名就业人员中R&D研究人员数从2010年的15.9人年/万人上升到2018年的24.1人年/万人，年均增速5.3%。

亿欧智库：2018年全球R&D人员水平情况

国家	R&D人员 (万人年)	每万名就业人员 的R&D人员数 (人年/万人)	R&D研究人员 (万人年)	每万名就业人员 的R&D研究人员 数 (人年/万人)
中国	438.1	56.5	186.6	24.1
日本	89.7	130.2	67.8	98.4
俄罗斯	75.8	104.8	40.6	56.1
德国	70.7	157.6	43.3	96.6
韩国	50.1	188.1	40.8	153.3
英国	47.0	144.8	30.9	95.3
法国	45.1	160.3	30.6	108.8
意大利	31.2	123.1	14.0	70.4
西班牙	22.6	113.4	14.0	70.4

数据来源：OECD

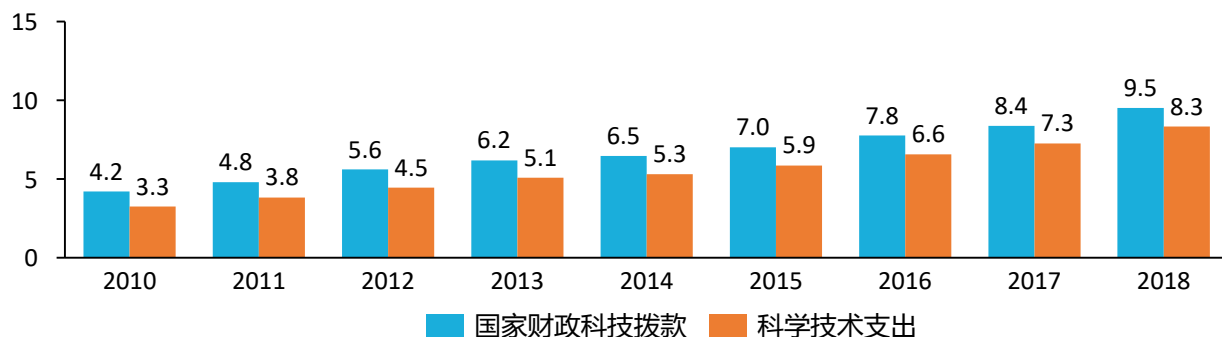
未来10年是我国经济社会发展的战略机遇期，是创新型国家建设的关键阶段。因此，科技人才队伍建设是未来十年的重要工作。

1.3.3 硬科技资金投入

2019年8月，科技部印发《关于新时期支持科技型中小企业加快创新发展的若干政策措施》，旨在加快推动民营企业特别是各类中小企业走创新驱动发展道路，强化对科技型中小企业的政策引导与精准支持。措施中提出了7条重要举措，其中有三条措施为财政与资本方面的支持，分别是加大对科技型中小企业研发活动的财政支持、扩大面向科技型中小企业的创新服务供给和加强金融资本市场对科技型中小企业的支持。

近年来，国家对高新技术产业的支持投入一直保持高水平活跃状态，2018年国家财政科技拨款达到9518亿元，其中科学技术支出达到8326亿元，占比87.5%。科学技术支出对重点实验室及相关设施、重大科学工程、高技术研究有着重要推动支撑作用，为中国硬科技创新突破打下了坚实基础。

亿欧智库：中国科技支出概况（单位：千亿元）

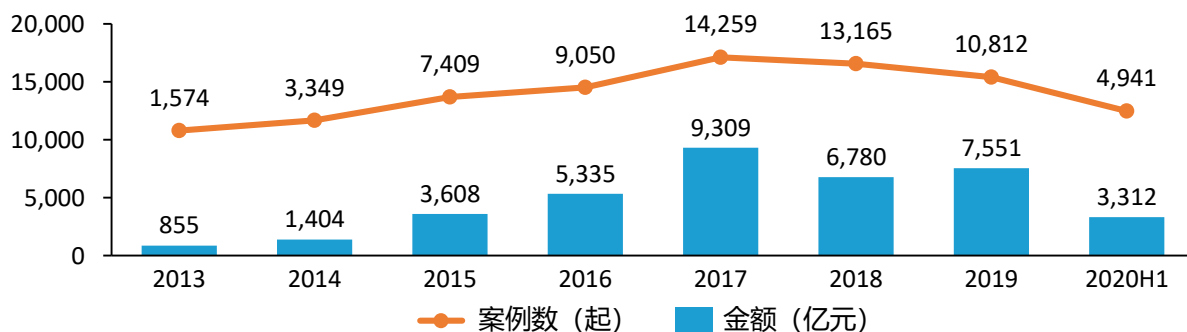


数据来源：中国科技统计年鉴

基础研究的提升同时对高新技术产业投资发展有着重要促进作用。2019年，中国高技术产业投资同比增长17.3%，快于全部投资11.9个百分点，其中高技术制造业和高技术服务业投资同比增长17.7%和16.5%，对全社会投资的带动作用非常明显。

根据私募通投融资数据整理显示，中国硬科技领域投资额在2017年达到高峰，随后受资本市场及行业“寒冬”影响，投资金额及投资数量有所放缓。2020年上半年，中国硬科技领域投资额为3312亿元，在疫情及外部国际环境影响下，科技领域投融资依然保持一定活跃水平，体现了科技市场的成长性与弹性。

亿欧智库：2013-2020H1中国硬科技领域投资额及数量



注：统计领域包括高端制造、智能硬件、人工智能、医疗服务、医疗设备、生物科技、新材料、新能源等22个子行业

数据来源：私募通

硬科技领域具有高风险、长周期的发展特点，科技创新类企业在发展崛起过程当中，极易出现研发卡壳及商业落地变现难的实际问题，如中小企业的持续投入能力和抗风险能力具有明显短板，重点引导私募股权与创业投资基金对优势企业发展提供支持帮助，能够有效缓解科技类中小企业资本匮乏、风险承担能力不足的问题。

除了风险投资外，中国在金融市场的变革也正逐渐为科技类企业提供便利，降低优质科技企业的准入门槛，为其进入创业板、科创板上市融资提供便捷通道，加快社会资本向重点科技产业聚拢，助力中国高技术企业实现长足发展，加大国际竞争影响力。

2020年上半年，A股共有118家企业完成首发，合计募资1392.7亿元，其中科创板发行46家，募资总额507.58亿元，科创板的持续火热正为A股市场不断注入新鲜血液。据上交所8月初数据显示，科创板累计受理企业417家，其中注册生效172家，已问询168家，问询企业主要集中在高端装备、计算机和生物医药领域；7月上市的中芯国际以18天过会速度创下A股最快IPO记录，注册制下的科创板和创业板为优质科技企业不断开辟上市“新通道”。

1.3.4 硬科技发展机遇及挑战

自从改革开放以来，中国科学技术事业发展迅速，科技人才队伍总量已经跃居世界第一，科技投入已经超过欧盟，国际科技论文的总数跃居世界第二，引用总数升至世界第五位，发明专利申请量居世界第一，我国正向创新型国家大步迈进。但是，中国尚未成为“科技强国”，科技发展水平尚且无法满足“创新驱动发展”的需求。未来，中国在建设创新型国家的过程中仍会面临诸多挑战。

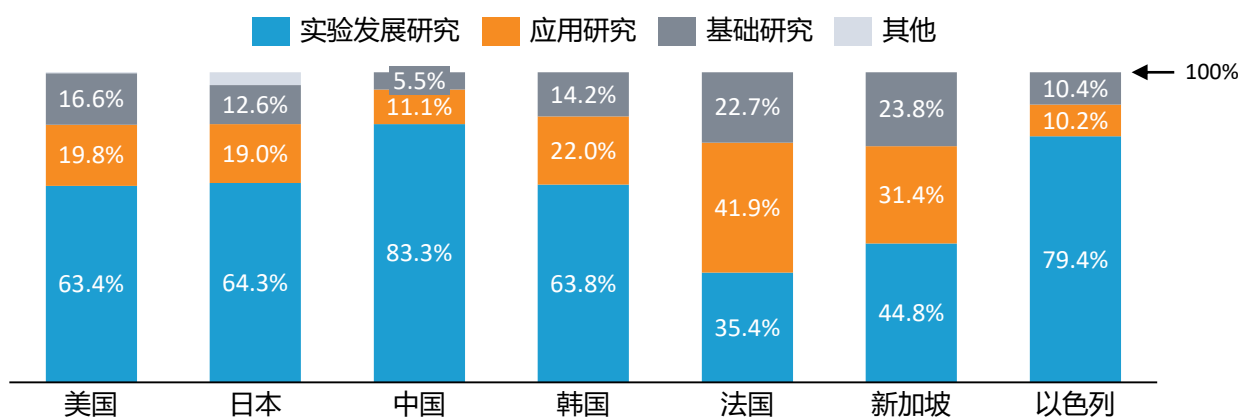
首先，“市场环境”将是中国科技发展的第一难关。创新驱动要求科技和经济紧密的结合。而科技和经济结合过程本身就是一个创新过程，不仅包括研究开发的创新，也包括产品的设计创新、制造创新、管理创新以及市场模式和开拓的创新。所有这些环节构成一个完整的产品技术创新全过程。国内外成功的实践表明，市场机制作为经济和社会系统配置资源的一种有效的制度安排，也是科技和经济活动结合的桥梁和纽带。

当前我国市场化创新环境仍不完善。科技与经济的结合需要对科学技术的规律有一个正确认识，科技发展的不确定性、颠覆性和积累性的特点，以及市场需求多样化的特点决定了这两者有机结合的关键因素是市场。技术创新的过程本质上是一个经济活动的过程，是技术、管理、金融、市场各个方面创新的有机的结合。市场对技术创新的要求是多样的，成本也一定是最低的，这样才能够实现利益的最大化。

作为科技创新主体，企业发展情况影响着中国科技创新的发展。在市场经济的推动下，企业从事科技研究与开发的主要动机是为了获得收益，并在最短时间内收回成本。因此，企业科技创新的最大特点便是将理论与应用有机结合，几乎所有发达国家的企业都具备该特点。

在国内，企业早已成为科技创新投入的主体，各类企业研发经费的投入占到全国的七成以上。但是，科技对企业发展的支撑作用却很弱，企业仍然不能算是真正的科技创新主体。我国企业科技创新能力低的很大原因在于企业的科研投入更多地集中在产品的实验开发层面，属于较低层次，对于较高层次的基础研究层面投入较少。长此以往，中国企业便很难掌握核心技术，对外部新兴技术的吸收能力也将受到影响。

亿欧智库：2018年研发支出按研究类型分布



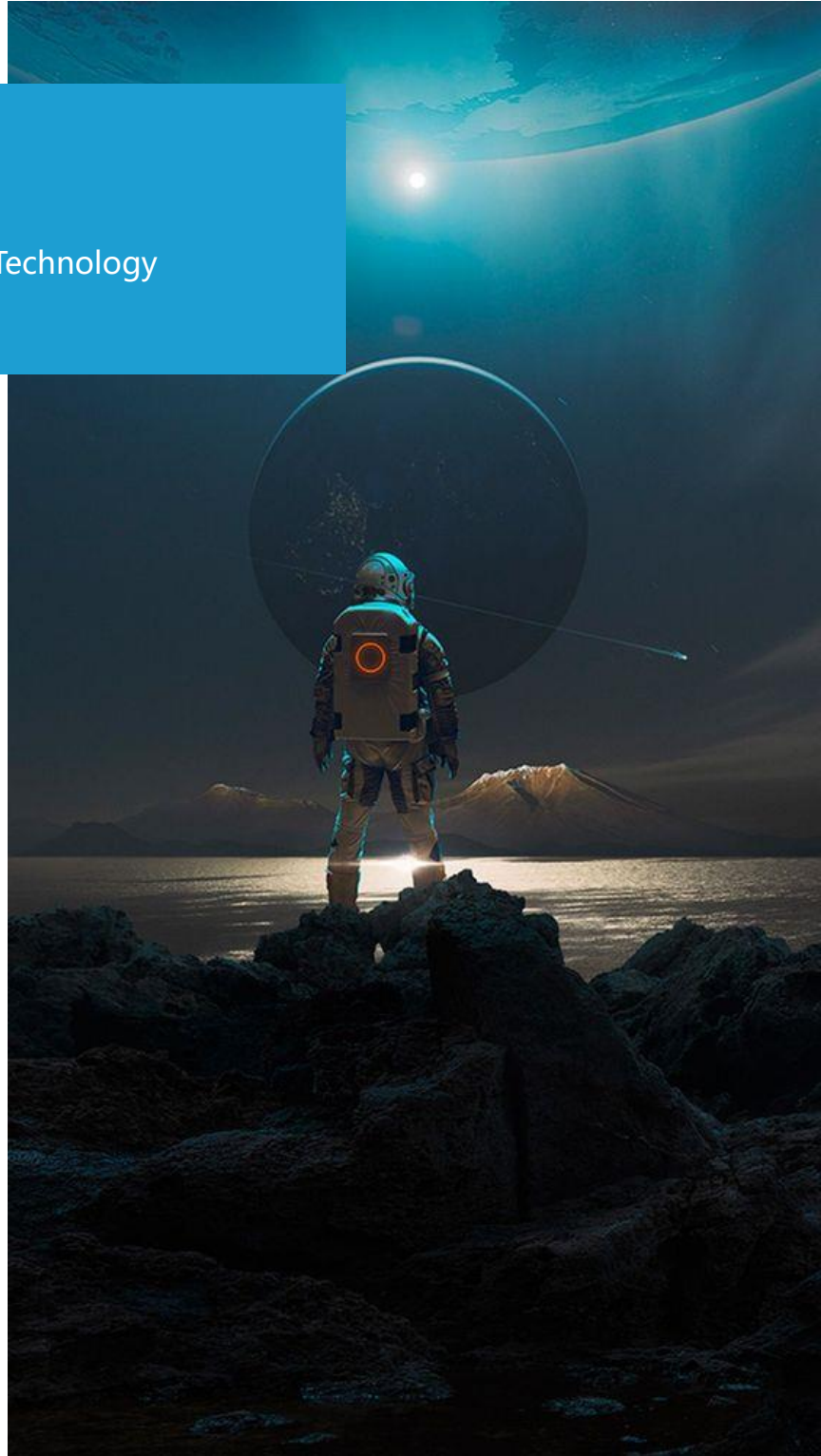
注：联合国教科文组织（UNESCO）统计研究所暂无2018年法国更新数据，因此采用2017年数据进行替代。

数据来源：联合国教科文组织（UNESCO）统计研究所

从以上因素来看，中国在基础科学领域关注度整体不足。中国的研究支出主要集中在实验发展方面，基础研究占R&D支出比例仅为5.5%，而世界主要创新国家普遍在10%-20%左右，因而我国容易出现核心技术“卡脖子”的现实问题。在高铁、太阳能、家电等领域，中国处于世界领先水平；但在半导体制造、新材料、生物医药等领域，中国与国际先进水平有着较大差距。因此，中国需在基础科学研究领域加大投入力度，补足这一方面的短板。

硬科技发展态势

Development trend of Key & Core Technology



二、硬科技发展态势

2.1 硬科技发展特征

当前，新一轮的科技革命和产业变革正在蓬勃兴起，全球科技创新进入密集活跃期。各类技术创新层出不穷，其中不少都是属于硬科技范畴的新技术、新发明、新成果，它们对社会生产力和生产关系带来了重大调整，深刻影响着全球产业和经济发展，对人类社会进步产生深远影响。在新一轮科技革命和产业变革中，硬科技成果将推动全球经济进一步向前发展。

如今，“硬科技”概念已经上升到国家战略，我国高新技术产业也在向价值链更高端的环节努力。因此，我国对硬科技的需求十分迫切，对硬科技的发展现状十分关注。科技部火炬中心主任贾敬敦认为，硬科技是指那些能够培育高新技术产业、支撑现代化经济体系建设、促进实现经济高质量发展的关键行业领域内的原创性核心技术。“硬”字的特殊内涵就在于它的支撑性，硬科技一定要对产业创新和经济发展起到关键性的支撑作用。总体来看，硬科技应具备以下特征：

一是原创性，是基于基础研究的前沿性、原创性的技术成果，经历了较长的研发周期和较强的研发投入，具备较高的技术竞争门槛；二是物理性，区别于单纯的商业模式创新，能够运用新技术、新产品支撑实体经济发展，推动产业转型升级和培育新产业、新业态；三是决定性，在产业发展中起着基础支撑和保障作用，决定了产业的发展质量和在创新价值链中的高低端位置，例如通信产业中的芯片技术、航空产业中的发动机技术等；四是社会性，倡导扎实、求实、务实的科研精神和作风学风，切实服务于国家经济社会发展，解决事关民生的重大难题。

2.2 硬科技突破进展

2020年，全球社会生产、贸易活动、学术交流、行业投资、生活消费等受新冠疫情影响，多数出现萎缩或下降，反观科技创新领域，在疫情影响下依旧活跃蓬勃，尤其是针对疫情的生物科技领域，无论从学术产出和企业投入方面，都呈现出爆发式增长，表现出“硬科技”在外部环境挑战和经济放缓下的韧性与突出作用。

我们通过公开资料分析和专家遴选，对2020年1-8月份的334项科技事件进行了梳理总结，从中甄选出2020年硬科技十大进展。

1) 计算机：中国公布全球神经元规模最大的类脑计算机

浙江大学联合之江实验室共同研制成功了我国首台基于自主知识产权类脑芯片的类脑计算机（Darwin Mouse）。这台类脑计算机包含792颗浙江大学研制的达尔文2代类脑芯片，支持1.2亿脉冲神经元、近千亿神经突触，与小鼠大脑神经元数量规模相当，典型运行功耗只需要350-500瓦，同时它也是目前国际上神经元规模最大的类脑计算机。此外，团队还研制了专门面向类脑计算机的操作系统——达尔文类脑操作系统（DarwinOS），实现对类脑计算机硬件资源的有效管理与调度，支撑类脑计算机的运行与应用。

2) 量子计算：谷歌量子计算机模拟最大规模的化学反应

利用计算机模拟化学反应、从而进行精确预测，将为化学研究提供巨大帮助。但经典计算机难以应对指数级增长的统计数据，好在量子计算机的发展使其成为可能。在发表于《科学》杂志的最新研究中，谷歌的人工智能量子团队利用量子计算机进行了迄今最大规模的化学反应模拟。研究团队模拟的是真实化学系统的Hartree-Fock近似，为此他们使用了曾在去年实现“量子优越性”的Sycamore量子处理器，模拟二氮烯分子与氢原子反应，形成其他构形的过程。这项研究为未来进行更加复杂的计算与模拟奠定了基础。

3) 机器人：第一个尺寸小于0.1毫米的机器人

将电子器件微型化以生产细胞大小的机器人一直是人们追求的目标，但由于缺乏合适的微米级致动器系统，该技术一直受到限制。《自然》的一项新研究开发了一类新型电化学致动器，克服了这个问题。这些致动器构成了机器人的腿，其尺寸小于0.1毫米（约为人的头发宽度），当受到激光刺激时，就会弯曲，产生行走动作。研究人员在一块4英寸的硅片上制造了超过100万个行走机器人，这些机器人由板载硅太阳能电池驱动。研究者认为，这些是已知的第一个尺寸小于0.1毫米的机器人。而且它们很坚固，能在高酸性环境和超过200开尔文的温度变化中生存下来，并且可以通过皮下针头注射，为探索生物环境内的应用带来了可能。

4) 能源：高效将二氧化碳清洁转化为燃料

通过太阳能将二氧化碳转化为有机燃料，不仅能减少碳排放，还能替代一部分化石能源。但转化过程中，常会出现不必要的副产物。在一项发表于《自然-能源》的新研究中，研究人员模拟自然光合作用，开发了一款无需电力或其他组件的无线设备。它可通过光催化板利用太阳能将二氧化碳和水转化为氧气和甲酸，几乎不产生副产物。其产生的甲酸能二次转化成不同类型的有机燃料。催化板能通过半导体薄片中的光催化剂的嵌入，具有大规模生产的潜力。目前，研究人员正致力于进一步提高这一系统的催化效率和稳定性。

5) 人工智能：诊断能力强于医生的AI技术

现有的AI疾病症状检查器都是仅根据相关性来提供医疗信息，而医生进行诊断时则需要考察因果关系。最新发表在《自然·通讯》上的论文中，研究者首次将因果推断机器学习用于AI疾病诊断，使得AI能够梳理出致病的潜在原因。在实际测试中，研究让AI和医生同时根据症状分析病例，结果AI疾病诊断结果优于70%以上的医生。此外，在诊断复杂的罕见病时，该AI的准确率比医生更高，可以与医生互补，最终加快医生的诊断速度，提高诊断准确性。

6) 医学工程：3D打印“乐高砖块”组织修复

由生物相容性材料制成的支架可供组织修复，已经常用于再生医学等领域。不过，这类支架难以适用于一些特定尺寸。受乐高积木启发，科学家3D打印出了可使组织附着在其上生长的微型支架“砖块”。这些砖块是边长1.5毫米的 β -磷酸三钙空心立方体，可以组合成不同形状的

支架，这为植入人体不同部位提供了极大灵活性。此外，它们内部还可填充含生长因子的水凝胶，定点促进组织再生。这为更精确和快速地修复组织（如骨折康复）提供了可能。该研究发表于《先进材料》。

7) 材料科学：非硅基的二维金属芯片

据一项发表于《自然-物理学》的研究，科学家利用层状二碲化钨制成二维金属芯片（厚度仅3个原子），可代替硅芯片存储数据。他们对二碲化钨薄层结构施加微小电流，使奇数层相对于偶数层发生稳定的偏移，并利用奇偶层的排列存储二进制数据。写入数据后，他们通过一种称为贝利曲率的量子特性，在不干扰排列的情况下读取数据。相较于现有的非易失性（NVM）存储器，这种材料耗能更小，且储存速度提高了一百多倍，为新一代数据存储材料的开发奠定了基础。

8) 量子物理：超冷原子量子计算与模拟获突破

最新一期《科学》杂志报道了中国科学技术大学潘建伟团队在超冷原子量子计算和模拟研究中的进展。研究团队在理论上提出并实验实现原子深度冷却新机制的基础上，在光晶格中首次实现了1250对原子高保真度纠缠态的同步制备，为基于超冷原子光晶格的规模化量子计算与模拟奠定了基础。为了获得纠缠保真度足够高的大量纠缠原子，研究人员用全新的制冷过程，使系统的熵降低了65倍，达到了创纪录的低熵，使得晶格中原子填充率大幅提高到99.9%以上。该研究成果将推动量子计算和模拟领域的发展。

9) 生物技术：首个基因编辑的疟疾疫苗临床试验完成

疟疾是因蚊虫叮咬而感染疟原虫，继而导致的血液传染病。疟原虫感染人体后，首先在肝脏中生存，随后进入血液（即第二阶段）。由于肝脏阶段不会引发症状，因此一支来自荷兰的研究团队敲除了疟原虫的两个基因，制造出毒性减弱的疟疾疫苗。这时疟原虫进入人体后，停留在肝脏感染阶段，而不会进入血液。在一项发表于《科学-转化医学》的研究中，他们完成了I期临床试验。荷兰的67名志愿者接种了疫苗，试验证明了疫苗的安全性及部分有效性。研究人员表示，这项研究为接下来研制更加有效的疟疾疫苗提供了线索。

10) 生物技术：首次通过脑机接口同时恢复运动和触觉

据一项发表于《细胞》上的研究，一名脊髓受伤的男子通过脑机接口恢复了手部触觉。此前的研究中，男子虽然能够通过植入大脑的芯片绕过受伤的脊髓，直接将运动信号传输至肌肉来控制手臂运动，但这样缺乏触觉反馈信息，仍然对其操作造成了困难。新的进展中，科学家将刺激他皮肤时产生的微弱亚触觉转换为放大的触觉信号反馈回大脑，使其能够有意识地感知物体，控制拿握的压力。这是首个通过脑机接口同时恢复运动和触觉的系统，具有极大的应用潜力。

2.3 硬科技重点领域发展态势

2.3.1 新一代信息技术

新一代信息技术是最具代表性的硬科技，也是国务院确定的七个战略性新兴产业之一。作为通用性技术，新一代信息技术可以赋能各行各业，拉动经济大幅增长。而且新一代信息技术是工业革命的核心技术与重要引擎，衔接了第三次工业革命和第四次智能变革，新一代信息技术与实体经济的加速融合，将推动社会生产力水平不断提高，成为经济增长新动能。

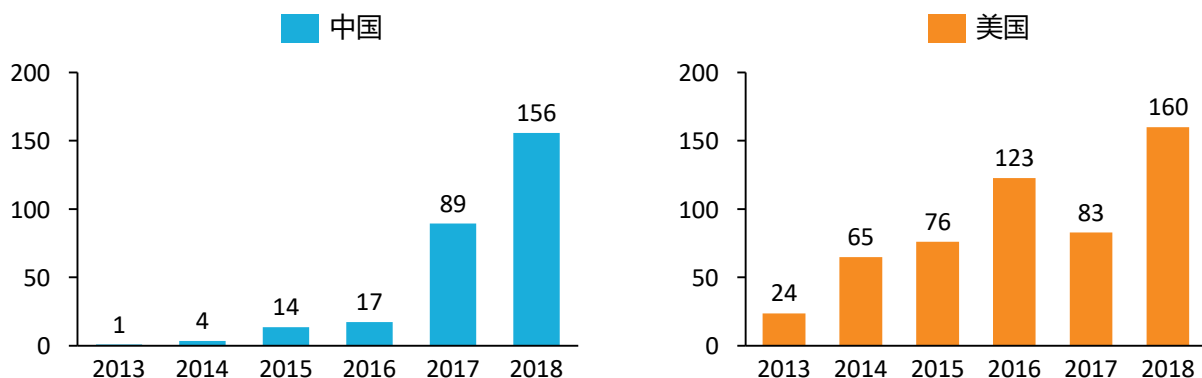
新一代信息技术，不单是指信息领域的一些分支技术如集成电路、计算机、无线通信等的纵向升级，更主要的是指信息技术的整体平台和产业的代际变迁。新一代信息技术的范围大致划分为：人工智能、物联网、大数据、区块链和以云计算为代表的高端软件。在这些细分领域中，人工智能占据重要战略地位，美国和中国在人工智能领域同属第一梯队，各有优势。

在人工智能科学诞生至今60多年的发展历史进程中，各行业的专家学者们做了大量的探索与实践。近几年，随着人工智能基础研究的不断补足，该领域的产业规模逐步扩大。人工智能发展经历了三次发展高潮，分别是1956-1970年代，1980-1990年代和2000年代至今。当前人工智能正处于第三阶段，算法、数据和算力三方面共同推动着人工智能技术进化。2006年加拿大Hinton教授提出了深度学习的概念，极大地发展了人工神经网络算法，提高了机器学习的能力。随后，以深度学习、强化学习为代表的算法研究得以突破，算法模型持续优化，极大地提升了人工智能应用的准确性，如语音识别和图像识别等。

随着互联网和移动互联网的深度普及，全球网络数据量急剧增加，海量数据为人工智能发展提供了良好的土壤；大数据、云计算等信息技术的快速发展，GPU、NPU、FPGA等各种人工智能专用计算芯片的应用，极大地提升了机器处理海量视频、图像等的计算能力；在算法、算力和数据能力不断提升的情况下，人工智能技术快速发展。

受益于人工智能技术逐渐成熟，人工智能产业也渐渐发展。自1999年美国第一笔人工智能投资出现以后，全球AI加速发展。在短短的18年内，人工智能领域投融资快速增长，尤其2016年后更加火热，2018年，中国人工智能行业投资额达到156亿美元，美国达到160亿美元。

亿欧智库：中美人工智能行业投融资情况（单位：亿美元）



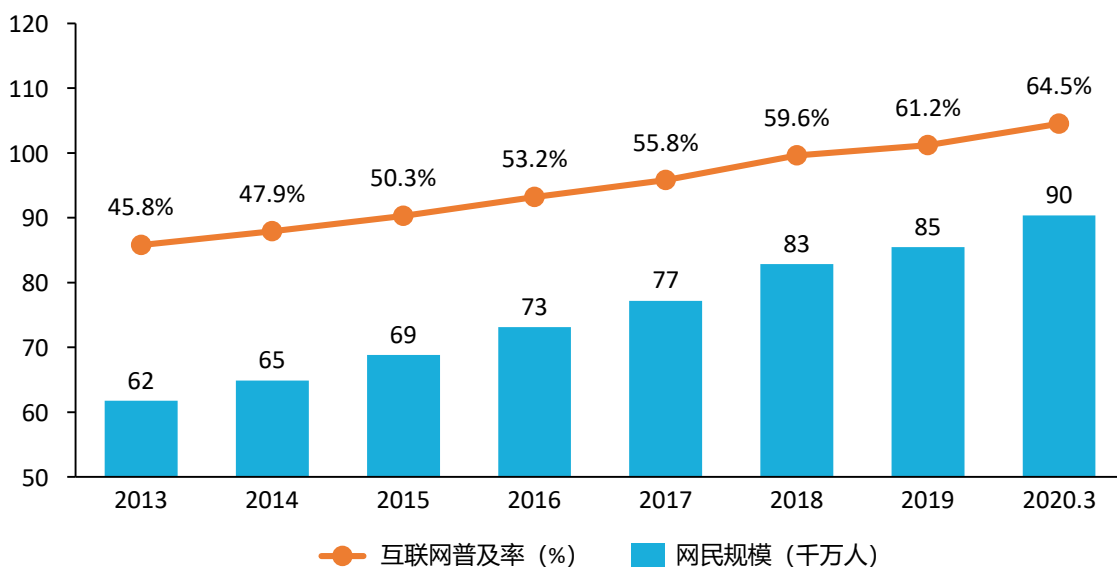
数据来源：Science and Engineering Indicators

虽然中国投融资金额稍稍逊色于美国，但产业却走出了自身特色。在美国，自动驾驶/辅助驾驶和处理器/芯片是投资热点，应用层和基础层兼顾；中国各方面发展较为均衡，突出的领域是智能无人机和计算机视觉与图像，高成熟度的技术吸引了不少投资者。由此也可看出，美国在基础研究方向更具优势，中国在应用层更有发展前景，而中美差距的产生与其自身优势差距有着极大关系。

人工智能主要分为技术层、应用层和基础层。美国AI产业在基础层、技术层和应用层，尤其是在算法、芯片和数据等产业核心领域，积累了强大的技术创新优势，各层级企业数量全面领先中国。与美国不同，中国人工智能领域更注重应用层的发展，主要源于中国在数据积累方面的核心优势。

中国的数据优势将是美国无法比拟的，中国庞大的人口规模，为中国人工智能产业的发展提供了巨大的源动力。截至2020年3月，我国网民规模达9.04亿，较2018年底增长7508万，互联网普及率达64.5%，较2018年底提升4.9个百分点；我国手机网民规模达8.97亿，较2018年底增长7992万，我国网民使用手机上网的比例达99.3%，较2018年底提升0.7个百分点。

亿欧智库：中国网民规模和互联网普及率



数据来源: CNNIC

截至2020年3月，中国有7.31亿用户上网看视频，7.10亿用户在线购物，7.68亿用户在线支付，8.50亿用户在线观看视频，6.94亿用户享受在线政务服务，如此海量的数据让中国人工智能公司拥有巨大的市场。与此同时，海量数据资源会推动着人工智能产业快速发展。据《新一代人工智能发展规划》显示，2025年，人工智能核心产业规模超过4000亿元，带动相关产业规模超过5万亿元；2030年，人工智能核心产业规模超过1万亿元，带动相关产业规模超过10万亿元。

不过，人工智能产业想要长远发展，基础研究也是不可忽视的。我国人工智能产业的算力

算法核心基础相对薄弱，能提供国产化算力支持的企业还不多。在人工智能的算力支持方面，IBM、HPE、戴尔等国际巨头稳居全球服务器市场前三位，浪潮、联想、新华三、华为等国内企业市场份额有限；国内人工智能芯片厂商需大量依靠高通、英伟达、AMD、赛灵思、美微电子、EMC、安华高、联发科等国际巨头供货，中科寒武纪等国内企业发展刚刚起步。

在人工智能算法方面，主流框架与数据集领域龙头企业包括谷歌、脸书、亚马逊、微软等，深度学习主流框架TensorFlow、Caffe等技术均为美国企业或机构掌握。百度、第四范式、旷视科技等国内企业的算法框架和数据集尚未得到广泛认可和应用。因此，中国的人工智能产业在发挥数据优势的同时，也需进一步加强人工智能基础设施建设，并重视国内人工智能算法框架的创新推广。

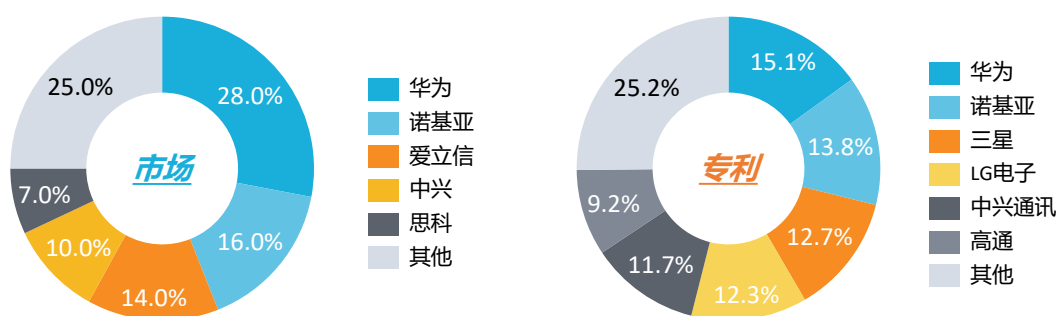
2.3.2 信息通信设备

信息通信设备是信息技术业的重要基础，属于资金、技术密集型行业，代表着一个国家或地区信息技术的发展水平，涵盖了5G、量子通信、移动通信技术等方面。

5G是当前全球新一轮科技革命的焦点，是新时期拉动投资、实现产业升级、发展新经济的新通道和新平台，也是信息通信设备领域的重要组成部分，已成为各国数字经济战略的优先发展产业。持续多年的中美5G标准之争，不单单是万亿规模的5G网络建设市场之争，更为关键的是掌握未来数字化转型的关键核心，背后是大国在技术实力、凝聚力、话语权等综合实力的较量。自从2019年开始，5G商用便拉开了多国竞争的帷幕，从标准制定、技术研发、推进应用试点等层面，世界各国均在积极推进5G产业发展。

截至2019年12月，全球共有超过100个国家/地区的200余家运营商完成或正在开展5G实验，其中34个国家/地区的62家运营商已经实现商业应用；通信设备市场方面，根据Dell'Oro Group的数据，2019年全球电信设备市场收入份额排名前五的供应商分别为：华为、诺基亚、爱立信、中兴通讯和思科；在5G商用合同数量上，华为已获得91个5G商用合同，中兴通讯则获得了46份5G商用协议。

亿欧智库：2019年全球电信设备市场占比及企业5G标准必要专利



数据来源：Dell'Oro Group，赛迪咨询

5G商业化进程的加快显著带动了5G产业的发展，目前全球5G终端已达200余款，其中消费端智能手机约占三分之一，其余为车载和工业终端。预计到2020年底，全球5G商用网络将从2019年的60个增至170个，基站会从2019年的50万个增长到150万个，全球5G用户预计将会增至2.5亿，而中国5G基站数量将占全球5G基站建设的50%以上，在用户的发展数量上占世界的70%以上。

中国的移动通信经历了1G空白、2G跟随、3G突破、4G同步的历程，在5G时代，中国借助华为、中兴等本土公司强大的技术实力和制造能力，成为5G领跑者。短期来看，5G中上游企业将会最快收益；长期来看，5G商用将会掀起新的产业变革。

当前，5G网络正处于建设时期，中上游产业将进入红利期。5G通信行业的上游产业主要包括芯片市场、光器件市场、射频器件市场。在射频器件、光器件市场，中国基本上可以实现国产替代，我国的薄弱环节主要在芯片市场，核心仍依赖于进口。但在5G技术以及中美贸易战的推动下，华为、中兴在芯片研发上已显现出一定的优势，未来有望缓解当前局面。现阶段，上游产业各技术已趋于成熟，各国无论是自主研发还是通过付费采购，都有了一定的基础。

中游产业主要包括基站市场、传输设备市场、基站天线市场；这是各国正在努力实现的环节，也是实现5G全面覆盖的当务之急。我国在这一环节链上的投入较大，也拥有了一定优势，尤其是在基站市场投入建设上。

从长期来看，5G对制造业的价值更大。根据咨询机构OMDIA的测算，全球范围5G行业应用的经济贡献将达到13.2万亿美元。其中对制造业的贡献最为明显，5G将带动全球制造业新增产出4.7万亿美元。部署5G专网是垂直行业推动5G应用创新应用、拓展生产效能、提速数字化转型不可或缺的必要手段。

未来，5G下游产业将是各国需要着力发展的环节，尤其是5G与人工智能、大数据、云计算等的结合，带来更加丰富的应用场景，比如：无人驾驶、智慧城市、物联网、智能医疗等，将给生活带来更多便利。业内普遍认为：5G应用的第一波浪潮将是2019年-2020年，主要应用场景将是AR\VR、高清视频、无人机等应用；第二波浪潮将在2020年-2022年，主要应用在智能制造、车联网、云服务机器人等垂直领域；第三波浪潮将是2022年以后，在此期间，物联网将会真正应用落地，为生活提供便利。

2.3.3 新一代半导体技术

不管是近在眼前的手机电脑，还是远在天外的卫星火箭；不管是小巧别致的电子手表，还是巨型厚重的战舰坦克，人类活动已经离不开半导体。

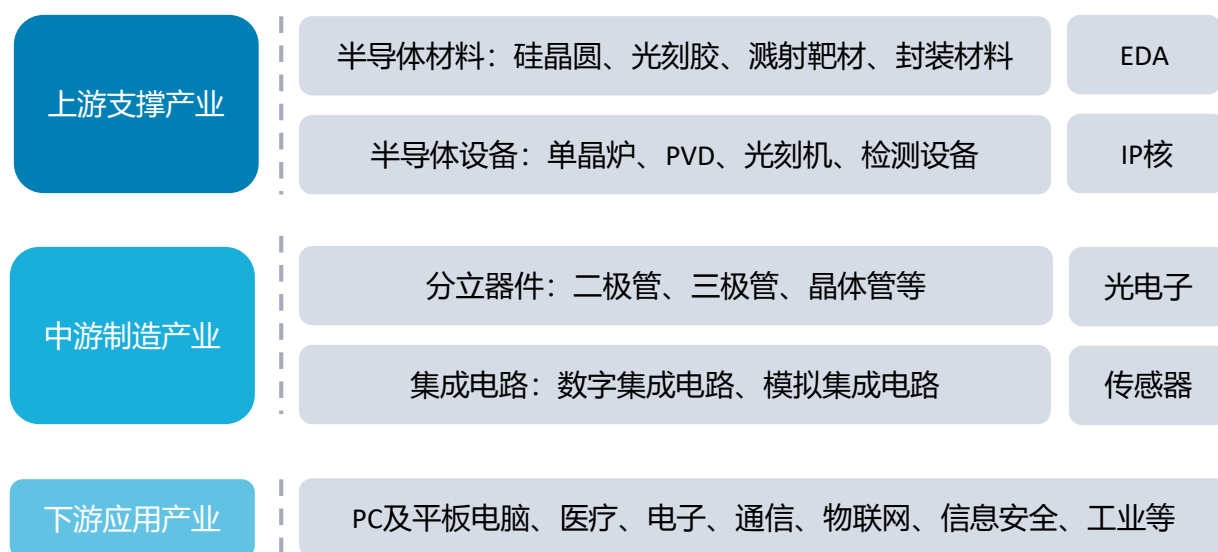
以人工智能为例，芯片需要强大的计算能力进行深度学习，因此需要开发更加强大的处理器。而且人工智能芯片还需要大量不易失性存储器来积累数据，进而推升了存储器的需求。与个人电脑和智能手机所需的小型芯片不同，人工智能芯片的尺寸更大，这可能推动资本支出，并为半导体制造设备供应商创造机会。

半导体产业上游包括半导体材料、生产设备、EDA、IP核：其中，EDA即电子设计自动化（Electronics Design Automation），包括电路设计与仿真工具、PCB设计软件、IC设计软件、PLD设计工具等；IP核（Intellectual Property Core）提供已经完成逻辑设计或物理设计的芯片功能模块，通过授权允许客户将其集成在其芯片设计中，通过流片形成最终的芯片产品。

中游包括设计、制造、封测三大环节。

下游主要为半导体应用，例如PC及平板电脑、医疗、电子、通信、物联网、信息安全、工业等。

亿欧智库：半导体产业链



数据来源：公开资料整理

半导体设备处于产业链上游，贯穿半导体生产的各个环节。按照工艺流程可以分为四大板块——晶圆制造设备、测试设备、封装设备、前端相关设备。再具体来说，晶圆制造设备根据制程可以主要分为8大类，其中光刻机、刻蚀机和薄膜沉积设备这三大类设备占据大部分的半导体设备市场。同时设备市场高度集中，光刻机、CVD设备、刻蚀机、PVD设备的产出均集中于日本、欧洲、美国、韩国四个地区。

Gartner数据显示，列入统计的、规模以上全球晶圆制造设备商共计58家，其中，日企最多，达到21家，占36%。随后是欧洲的13家、北美10家以及韩国7家。中国有4家晶圆制造设备商，分别是上海盛美、上海中微、Mattson（2017年亦庄国投收购）和北方华创，仅占不到7%。更重要是，半导体领域必备的26种设备中，日本企业在10种设备所占的市场份额超过50%，在电子束描画设备、涂布/显影设备、清洗设备、氧化炉、减压CVD设备等重要前端半导体设备几乎垄断市场，在后端半导体设备，日本的划片机和成型器也是世界第一，此外日本还是三款重要后端检测设备的霸主。

整体来看，中国半导体设备国产化率低，本土半导体设备厂商市场份额仅占全球份额的1-2%。由于半导体设备是半导体产业的基石，会直接或间接影响到半导体厂商的生产情况。以光刻设备为例，荷兰公司ASML处于绝对垄断地位，而英特尔、三星和台积电是ASML的股东，拥有芯片先进制程设备的优先供货权，它们垄断了全球先进芯片制程，占据全球80%的市场份额，以及全部的高端市场份额。这意味着，半导体领域最重要的先进芯片制程的主动权仍在海外，中国尚无话语权。

同处于半导体产业链上游的EDA也面临着同样的尴尬境遇。EDA是芯片设计最上游、最高端的产业，也是国内芯片产业链中最薄弱的环节。

虽然EDA软件的市场规模最小，年产值仅为100亿美元，但它却支撑起整个半导体产业。在IC设计中，逻辑合成这个步骤是将确定无误的HDL code放在电子设计自动化工具（EDA tool），让电脑将HDL code转换成逻辑电路，产生电路图。在此之后，设计公司需要反复确认该逻辑图设计图是否符合规格并修改，直到功能正确为止。随着芯片越来越复杂，EDA技术的重要性便越来越高。由于芯片制程越先进，制造和研发的经费便越昂贵，如果芯片多次流片失败会直接导致企业倒闭。因此，芯片设计环节不允许有丝毫差错，EDA软件便是芯片设计环节中不可或缺的一部分。

鉴于EDA技术的重要性，中国重视该领域更是无可厚非。在20nm以上技术节点的EDA技术赛道上，中国技术与国际先进水平仍有较大差距。技术落后导致中国EDA产业也落后于国际。从区域发展来看，北美是EDA发展最为成熟的地区，占据着42.7%的市场份额；其次是亚太地区，近年来需求上升较快，占据着34.6%的市场份额；EMEA地区和日本地区分别占据13.3%和9.4%的市场份额。而且，全球EDA软件市场早被国际三巨头Synopsys、Cadence和Mentor Graphic垄断，中国想打破垄断，难度极大。

但是中国仍有机会补足短板，自动IP生成将是中国EDA软件行业崛起的机会。随着半导体行业逐步分工，芯片设计公司无需设计每个芯片中的细节，只需购买成熟可靠的IP方案，便可实现某个特定功能。加之，EDA设计软件领域集中度过高，Synopsys、Cadence等公司便将自家的软IP集成在设计软件中，进一步增加用户粘性，从而达到知识IP和EDA工具锁定在一家企业的目的。在自动IP生成领域，中国与国际先进制程的差距并不大，如果中国企业得到足够支持的话，有机会在短期内达到国际先进水平。

2.3.4 新材料

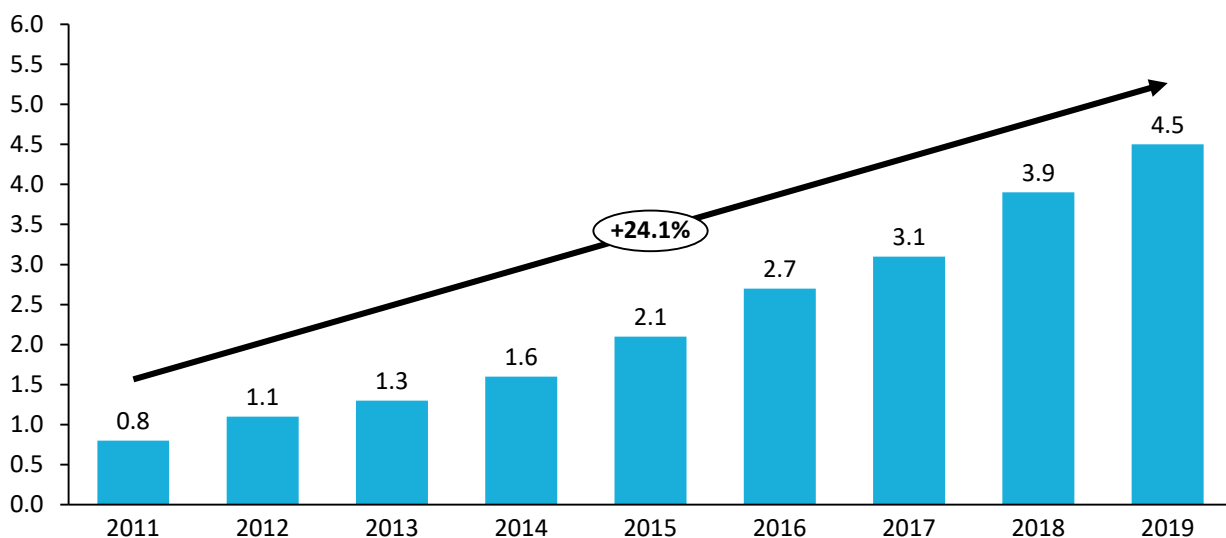
新材料是指新出现的或正在发展中的、具有传统材料所不具备的优异性能和特殊功能的材料，如石墨烯、气凝胶；采用新的技术工艺、使传统材料性能有明显提高或产生新功能的材料，如特钢、特种玻璃。

新材料产业的发展是衡量国家科技进步以及国防实力的重要标志，是支撑国民经济发展的基础产业，因此世界各国在新材料领域制定出台相应的规划，竭力抢占新材料产业的制高点。

目前，新材料行业的发展呈现出“三高”特征，即技术密集度高、研发投入高、产品附加值高，还与国际市场高度接轨，发展前景好，应用范围极广。

根据《中国经济报告》，2010年全球新材料市场规模超过4000亿美元，到2016年已经接近2.15万亿美元，平均每年以10%以上的速度增长。根据新材料在线数据显示，我国新材料产业基本保持20%的较快增长速度，高于世界平均水平，2019年新材料市场规模已达到4.5万亿元，预计在2025年达到10万亿元的规模。

亿欧智库：2011-2019年中国新材料产业市场规模（单位：万亿元）



数据来源：新材料在线

在新材料的原材料方面，中国有着显著优势，根据美国智库兰德公司发布的有关中美新材料产业研究报告，中国是许多重要原材料的生产国，锑、铝、铋、萤石、镓、锆、镁、稀土、硅、碲、钨、钒这12种关键材料的产量均超全球总产量的一半以上，同时，中国也是唯一一个在18种非燃料矿物上让美国进口依赖度达到50%以上的国家。

但在新材料加工和开发应用方面，中国仍然与发达国家有较大的差距。美国全面领跑，日本在纳米材料、电子信息材料等领域具有领先优势，欧洲在结构材料、光学与光电材料等方面有明显优势。而中国新材料产业的研发水平大致比发达国家落后5年，根据赛瑞产业研究资料，我国新材料产业仅有10%左右的领域处于国际领先水平，60%-70%领域处于追赶状态，还有20%-30%的领域与国际水平存在相当大的差距。

研发和技术上的差距造成了产业规模的差距。目前，世界发达国家占据了全球新材料产业的领先地位。日本、美国、德国的六家企业垄断了全球碳纤维产能的70%以上，日本、美国的五家企业垄断了全球12寸晶圆产量的90%以上，日本的三家企业垄断了全球液晶背光源发光材料产量的90%以上。

以小丝束碳纤维为例，日本的东丽、东邦、三菱和美国的赫氏为垄断者，而大丝束碳纤维基本上被美国的福塔菲尔公司、卓尔泰克公司、阿尔迪拉公司和德国的SGL等四家公司占据。

中国在新材料领域暂时落后世界的主要原因仍是技术力量不足。无论是小丝束碳纤维还是大丝束碳纤维都离不开碳纤维技术。由于碳纤维技术具有优异的导电性、抗磁化、耐高温和耐化学侵蚀的性能。因此，碳纤维被誉为综合性能最好的先进材料，在各个领域应用广泛，尤其在航空航天领域有着十分重要的作用。

2017年我国碳纤维需求达2.35万吨，同比增长达20.06%，远超全球增速（约10%），整体上延续了近期年碳纤维需求快速增长趋势，其中有7400吨是由国产碳纤维企业生产商提供，进口碳纤维总量（1.61万吨）仍然明显高于国产量，进口替代空间巨大。未来随着国内碳纤维需求的不断增长，预计2020年我国碳纤维总需求达3.30万吨，复合增长率超过11%，随着国产碳纤维技术水平提高，我国国产碳纤维市场占比有望不断提升。

日本是碳纤维技术最发达的国家，东丽、东邦和三菱丽阳三家公司的碳纤维产量约占全球70-80%的市场份额。而美国继日本之后突破了原丝制备技术，弹性模量提升了30%。自此以后，美国成为世界上第二个掌握第三代碳纤维技术的国家。一直以来，中国因技术封锁而不得不依赖进口。目前中国刚刚突破第二代碳纤维技术封锁，建成了中国自主研发的千吨级/百吨级中膜碳纤维产业化生产体系，实现高强度碳纤维的国内大规模量产。

石墨烯拥有优良性能，也是一种有着广阔发展前景的新材料。石墨烯是一种由碳原子以 sp^2 杂化轨道组成的六角型呈蜂巢晶格的二维碳纳米材料，可以应用于生物医药、航空航天、电子信息等诸多领域。世界各国纷纷布局石墨烯的研发和应用，目前石墨烯已经应用于电池、屏幕、可穿戴设备等等，未来石墨烯产业将处于高速发展阶段。根据研究机构Markets and Markets发布的《全球石墨烯产品、应用及区域市场：2020年趋势和展望》报告显示，2020年全球石墨烯材料市场将达到2.78亿美元，2015年到2020年复合增长率达到42.8%。

石墨烯既是一种二维材料，又是一种碳纳米材料，而碳纳米材料石墨烯未来有可能代替硅基材料，推动半导体工业从“硅时代”进入“碳时代”。

碳纳米管是由石墨烯片卷成的无缝、中空的管体，有着导电性能好、管壁薄的优势。因此，在同样集成度下，碳纳米管芯片比硅芯片更小；同时，碳纳米管有着良好的导热性，自身产热又很少，可以大幅降低能源消耗；此外，由于碳的分布更为广泛，开采的成本更低。

2017年IBM最早实现了碳纳米管器件制备，将晶体管尺寸缩小到40nm；同年，北京大学也研制了120nm的碳纳米管晶体管，0.8伏特电压下的跨导，为已发表的碳纳米管器件中的最高值。虽然，目前硅仍然是芯片的主要材料，中国自主研发的传统芯片与国际前沿水平还有着较大差距，但在碳纳米管器件研究领域，中国与国际先进水平差距并不大。如果未来碳材料能够取代硅材料，中国则有机会实现赶超。

不过，目前我国的石墨烯产业刚刚实现初步应用，大部分产品还处于样品和实验室阶段。核心技术还没有实现突破。同时，石墨烯应用于芯片制造领域也面临很大的难题。首先，应用于芯片的石墨烯需要较高纯度，而其获得难度较大；其次，制造石墨烯晶圆也存在一定困难，

目前的制造工艺仍然容易出现褶皱、点缺陷和污染的情况；此外，要将石墨烯作为芯片的原料，其他相关材料也需研发升级，需要研发时间。

当下，智能手机屏向着更轻薄、更清晰的方向不断更新，OLED显示屏成为新材料的潮流。 OLED面板由一颗颗微小单元组成，犹如成千上万个“小灯泡”，通电即可自发光。由于不需要背光源，OLED显示面板可以做到很轻薄，并且亮度高、能耗低。此外，它还可以弯曲，因而被广泛应用于智能手机和曲面电视。

中国OLED行业有着较大的市场规模，根据Omdia公布的数据显示，2019年中国中小尺寸OLED面板出货量达到1.05亿片，较2018年的3200万片提高了228%；其全球市场份额已超过28%，而这一数字在2017年几乎为零。三年间中国的OLED显示屏产量飞跃式增长，已经实现规模化生产。

从OLED产业链上看，上游材料市场需求持续扩大，但由于技术壁垒高，全球市场被国外企业掌握，目前，国际知名的有机发光材料公司包括德国默克、美国陶氏、日本出光等；在蒸镀设备方面，仅日本佳能Tokki一家公司市占率就达到了90%。全球OLED设备企业的竞争格局呈现出典型的寡头垄断，排名靠前的设备企业总市场占有率超过85%。中国企业相对而言规模较小、核心技术亟待突破。

国内层面，目前部分中国企业能够自主研发生产有机发光材料和蒸发源，是中国企业打破技术垄断的良好开端，对提高其在OLED产业链中的核心竞争力具有重要意义。

2.3.5 新能源

伴随着2019年国际政治冲突加剧，全球的油气供应受到一定影响。同时，在全球碳减排的压力下，世界各国将新能源发展与利用作为能源转型和产业发展的重要方向，德国、法国、韩国、波兰等国家均在提升可再生能源的比重，降低对煤炭的依赖。法国能源部表示，2030年要将可再生能源比重提高至40%；德国表示将逐渐停止煤炭发电，将可再生能源发电比重由目前的38%提高至65%；韩国《第三次能源基本计划》草案中提到，力争2040年将可再生能源的比重提高到30%-35%；波兰也公布2040能源政策草案，将增加核电和可再生能源比重。

目前，中国已成为全球新能源利用规模最大的国家，截至2018年底，中国新能源发电装机达到4.17亿千瓦，约占总装机容量22%。新能源发电0.9万亿千瓦时，约占全社会发电量的13%。

太阳能和风能的技术发展相对成熟，风电、光伏发电已成为推动全球能源转型的新动能。光伏发电系统由光伏组件、控制器、逆变器、储能系统等部件组成，电池和组件是它的发电电源，通过连接储能系统，可进一步达到储存和使用太阳能的目的。对于风力发电来说，风轮、传动链是关键技术。风轮直径不断增长、叶片结构设计逐渐优化，捕风能力不断增强；传动链齿轮功率不断提高、高速齿轮比例扩大，使风力发电效率提高。

根据美国能源信息署发布的《2019年度能源展望》，未来30年，可再生能源发电量（风

力、太阳能、水力) 将从2018年的5000亿千瓦时增加到2050年的1.5万亿千瓦时。目前中国已成为光伏产业和风电产业大国, 根据国家能源局统计, 截至2019年底, 全国风电累计并网容量达2.1亿千瓦, 占全部电源总装机容量的10.4%。全国光伏发电累计装机容量达到2.04亿千瓦, 约占电源总装机容量的10.2%; 2019年, 全国光伏发电量达到2243亿千瓦时, 同比增长26.3%。

“三北”地区是我国重要的可再生发电基地, 但当地的消耗能力不足, 弃风、弃电问题严重, 大规模的电力运输又需要较大的成本。因此, 如何更好地配置可再生能源, 还有技术上和经济上的问题需要解决。

相比于太阳能和风能, 核能则具有更大的发展潜力。根据《能源技术展望: 2050年核能发展方案与策略》, 核能可以改善能源供应的安全状况, 以稳定的生产成本进行大规模的电力生产, 因此核能被视为新能源领域至关重要的一部分。

核技术不仅可以应用在发电领域, 其非电应用也非常广泛, 如核能制氢、高温工艺热、核能供暖、海水淡化。对于中国来说, 减少煤炭发电所带来的空气污染是中国发展核电的最主要因素, 经济性优势、稳定的负荷运行能力使核能成为一种能够替代煤电的高效率能源。

如今, 核电研究已经进入了四代阶段, 第四代研究由美国能源部发起, 联合英、法、日等9个国家研究。目前的6种概念设计包括3种快中子反应堆——气冷快堆GFR、铅冷快堆LFR、钠冷快堆SFR, 以及3种热中子反应堆——熔盐堆MSR、超临界水冷堆SCWR、超高温气冷堆VHTR。

反观中国, 我国虽较早拥有了核技术, 但仍处于适度小批量核电机组建设阶段。核能发电占我国发电量2%左右, 占我国一次能源消费总量不到1%, 与世界核电站发电量占总量17%, 核能占一次能源6%-7%水平相差较大, 更是显著低于世界发达国家的水平。我国不论在核电站设计、检修还是研发方面, 都与世界主要国家有着较大差距。

我国缺乏燃料后处理技术, 目前正处于科研开发阶段, 距建设大型后处理厂的要求还差距很大; 在核燃料循环方面, 我国自主研发浓缩铀技术能力较弱, 尚未脱离对国外技术的依赖, 当前国内铀矿开采量仅能满足中国不到50%的核能燃料需求, 一些关键技术和设备需进一步攻关, 浓缩铀国产离心机的技术还未实现工业化应用, 天然铀采冶以及高放废液处理与处置等环节, 还有一些关键技术问题需要解决。同时, 由于我国核心技术缺失、自主研发能力不强, 国际分工主要集中于劳动相对密集、污染相对严重的制造环节。

作为发展中国家, 我国很难在一二十年之内取得新能源技术的全面领先, 但我国必须在重要的领域内取得突破, 核能就是一个重要的突破口, 力争在几年内应用达到世界先进水平。

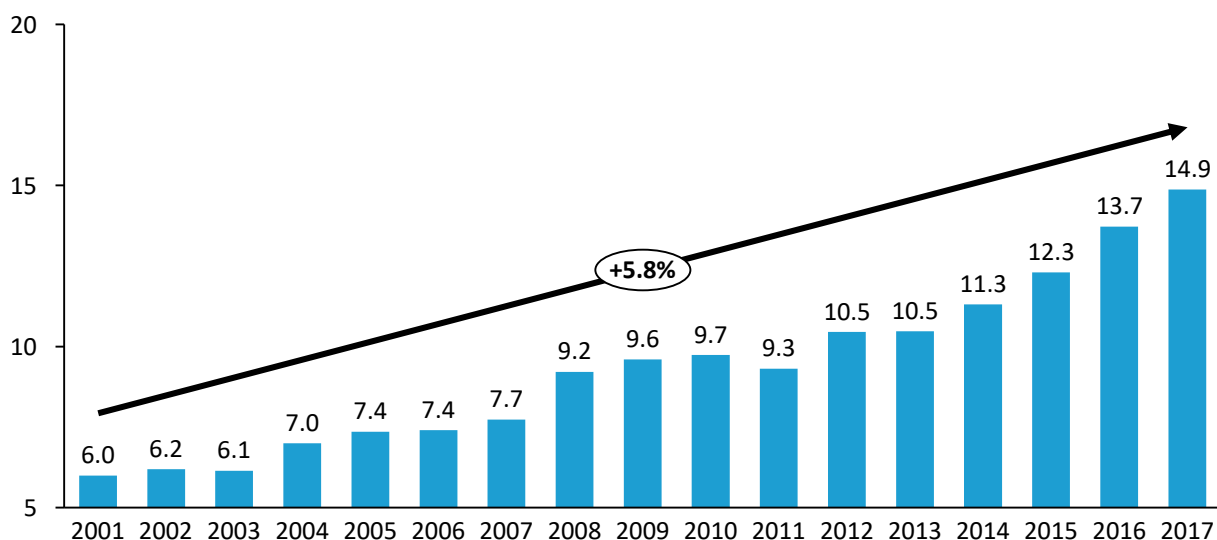
2.3.6 医药制造

医药制造领域主要由医药产业以及医疗器械和诊断设备产业构成。医药产业主要是药品的研发与生产, 以及生物医药工程, 如高端医疗设备、生物医学材料制品、康复工程等。医疗器

械和诊断设备产业主要包括高值医用耗材、低值医用耗材、医疗设备、IVD（体外诊断）等领域。

一直以来，医药产业便具有**高投入、高收益、高风险、长周期**的特征。该产业需要高额的研发投入，才能持续发展。因此，为应对科技创新瞬息万变和国际科技竞争日趋激烈的局势，各国际大型跨国医药企业争相加大科研投入。2001年至2017年，全球在研药物管线持续增长，2017年药物研发管线数量已达到14827条。无独有偶，近年来国内排名靠前的头部企业在研发人员招募和研发资金投入方面，也都在不同程度地加大力度，研发重视程度不断提高。

亿欧智库：2001-2017全球药物研发管线数量（单位：千条）



数据来源：Pharmaprojects

在医药领域，创新药和仿制药相伴相生。创新药的更新迭代直接带动药品市场的增长，而仿制药的发展很大程度上来自于创新药专利保护过期后的二次拓展。

人类对健康的诉求没有终点，这一诉求引导着药企持续进行药物的创新与研发。一代又一代新药带来了更好的治疗效果和更安全的使用体验，也促使药品市场持续扩大。全球药品市场在2018年时达到1.27万亿美元，其中创新药市场有0.85万亿美元，占比67%。

国内市场依靠传统仿制药的时代早已过去。随着医改的持续深入，新的医改和药品政策不断推出，使得我国的药政环境逐步和美国等成熟市场接轨。制药行业的致胜逻辑发生重大变化，创新也成了国内药品市场的核心驱动力。企业必须顺应行业变化趋势，加大研发投入，通过建设完善的在研产品梯队来保持高质量的持续成长。

制药企业是创新药物研发最终和最大的受益者，根据企业规模可分为综合药企和创新型药企。随着国内企业的技术积累以及政府一系列政策的实施，国内创新药企业的研发成果开始转化为商业甚至社会价值。2020年，多个来自国内药企的重磅创新药获批上市，后续预计会有更多重要创新药获批，国内新药研发企业陆续进入收获期。

亿欧智库：2020年上半年中国自主创新药获批情况



虽然新药研发周期长，当前已经上市的创新药数量较少，更多的药品仍处于临床管线阶段。但是未来，随着中国医药市场逐步步入正轨，中国药企也将会开发更多国产创新药，让中国人民能够以低成本看病治病，更不会因病反困。

医疗器械和诊断设备产业具有广阔的发展前景。《中国制造2025》提出将生物制药和高性能医疗器械作为十大发展领域之一，要求提高医疗器械的创新能力和产业化水平，重点发展影像设备、医用机器人等高性能诊疗设备，全降解血管支架等高值医用耗材，可穿戴、远程诊疗等移动医疗产品。

同时，人们对健康的需求日益增加，对医疗器械的质量要求也日益提高，近几年医疗器械市场规模一直稳步增长。据Evaluate MedTech发布的《World Preview 2018, Outlook to 2024》显示，2017年全球医疗器械市场销售额为4050亿美元，同比增长4.6%；预计2024年销售额将达到5945亿美元，2017-2024年间复合增长率约为5.6%。

中国的医疗器械市场也伴随着健康需求的增加面临巨大的发展机遇。根据《中国医疗器械白皮书》显示，2018年中国医疗器械市场规模约为5304亿元，同比增长19.86%。

骨科医疗器械是医疗器械行业中最大的子行业之一，骨科植入市场又是骨科医疗器械中的重要组成部分。骨科植入领域中相关技术也在快速发展，计算机辅助技术在骨科植入中越来越多的应用，如计算机导航定位系统，骨科手术机器人等，大大提高了手术的准确性；3D打印技术为骨科植入提供了更多的选择空间，个性化假体、特殊结构假体得以应用，满足不同人群不同部位的临床治疗个性化需求；新材料技术也推动骨科植入的发展，近年来，新型合金材料、新型涂层材料和复合材料为骨科植入提供了符合人体需求、生物相容性更好的选择。

市场方面，目前骨科植入市场主要由海外企业所占据，进口替代还远没有实现。我国只有技术含量相对较少的创伤领域可以自主研发生产，高端的脊柱和关节领域一直还是海外企业占据主导地位，尤其是关节领域，基本被国外巨头所垄断，国产化程度低，因此高端骨科产品价格一直居高不下。

非血管介入类高值医用耗材市场近年来也发展强劲。肿瘤介入耗材市场将始终保持强势增长，目前我国每年约有60-70万人进行肿瘤介入治疗，随着微创介入技术的发展，肿瘤介入的治疗范围和人群也在不断扩大，肿瘤介入耗材市场发展前景广阔。

由于我国尚未全面掌握介入器械及关键生物材料产业化技术，整体水平与美国等先进国家尚有很大差距，在制造高端介入器械的关键生物材料方面，几乎全部依赖进口。这严重制约了我国介入器械产业发展。在我国颁布《中国制造2025》等政策对相关产业的发明创新进行鼓励后，国内相关企业也会加大研发投入，推动介入材料的进一步发展。

2.3.7 生物技术

生物技术是在分子生物学基础上所建立的为创建新的生物类型或新生物机能的实用技术，是现代生物科学和工程技术相结合的产物，包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程和蛋白质工程等，以基因工程技术为核心，相互联系，相互渗透。

由于生物技术产业是资金密集型产业，具有高投入、高风险和高回报的特性。为应对行业竞争日趋激烈的局势，提升自身竞争力和市场占有率，越来越多有实力的企业通过并购重组的方式来获取新技术和新产品。

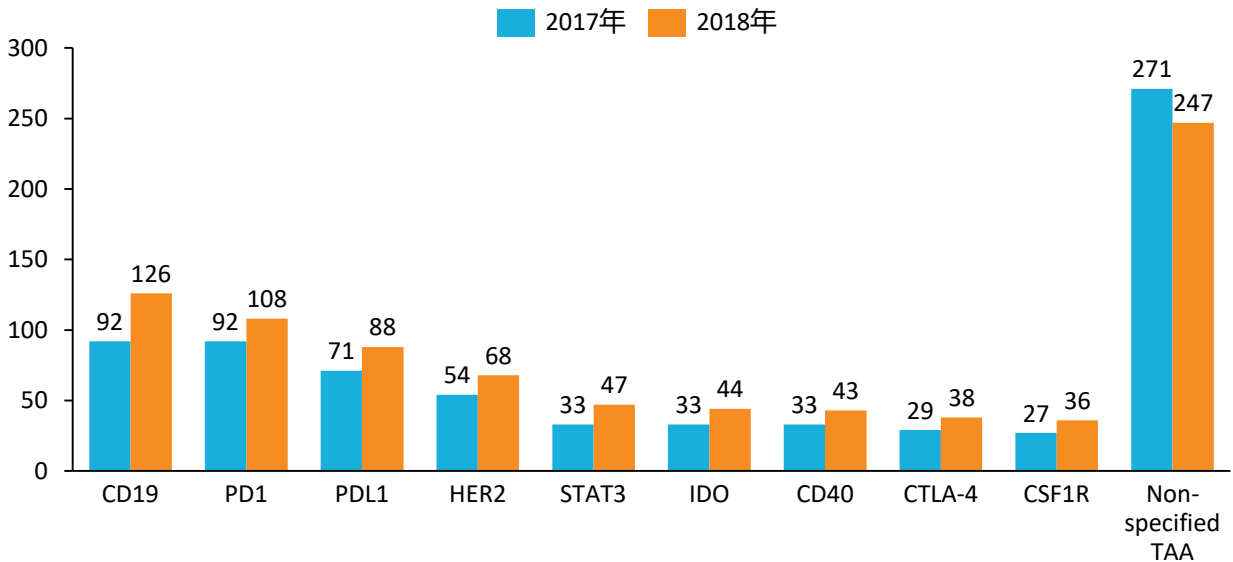
免疫治疗是生物技术领域的重要组成部分，目前，肿瘤免疫治疗研究在全球范围内广泛进行。肿瘤免疫治疗就是通过重新启动并维持肿瘤-免疫循环，恢复机体正常的抗肿瘤免疫反应，从而控制与清除肿瘤的一种治疗方法。主要包括免疫检查点抑制剂（ICB）、过继性细胞转移疗法（ACT）、肿瘤特异性疫苗、小分子免疫药物等。

免疫检查点是对控制免疫反应持续时间及幅度的重要抑制途径，肿瘤可以利用这些途径抵抗免疫作用，ICB可以降低肿瘤对免疫机制的抵抗。但从目前的临床结果来看，ICB疗法的应用群体占患者比例较小，未来可能与化疗或靶向药联用以治疗肿瘤。ACT通过从患者体内分离免疫活性细胞，经体外诱导分化、改造、扩增后回输到患者体内，靶向抗原特异性的肿瘤细胞，发挥抑制和杀伤肿瘤作用。肿瘤特异性疫苗是将抗原导入患者体内以激活免疫应答的一种主动免疫疗法。

在肿瘤免疫治疗行业，少数公司和机构遥遥领先。2018年，共有655个机构和公司对肿瘤免疫药物进行了研发工作，较2017年增加了42%。在这些公司与机构中，最为活跃的大多是大型医药企业，具有显著的头部聚集效应。科研机构在肿瘤免疫治疗的研究中心也占据重要地位，在临床试验数量超过10个的15家公司与机构中，有4家属于科研机构，包括深圳市免疫基因治疗研究院、中国人民解放军总医院、第三军医大学第一附属医院等三家中国科研机构。

在进行免疫治疗时，一般把病变部位叫做靶点。目前，CD19、PD-1/PD-L1作为热门靶点，研发投入逐渐提高。2018年，CD19、PD-1、PD-L1的在研项目分别为126个、108个、88个，较2017年分别增加了34个、16个和17个。这三个靶点在研项目增加数位居前三，体现了研究正朝着效果显著的靶点靠拢。同时，2018年针对非特异性肿瘤相关抗原（TAA）的药物研究项目正在减少，在一定程度上也说明免疫治疗的研究项目更有针对性。

亿欧智库：全球在研项目数量Top10靶点分布(单位：个)



数据来源：ClinicalTrials

基因编辑技术不断发展，可以精准地对目标基因进行精确修饰，让肿瘤免疫治疗更进一步。

基因编辑的过程可分为三个步骤：定位异常基因，在DNA上找到需要进行编辑的位置；通过各种内切酶切除异常的基因片段；把正确的基因片段插入到切除后的缺口中以完成DNA的修复。

目前的基因编辑技术主要可分为锌指核酸酶技术（ZFN）、转录激活样效应因子核酸酶技术（TALEN）、成簇规律性间隔的短回文重复序列技术（CRISPR）三大类。锌指核酸酶技术的优势在于基因修复方式多样、准确性高，但可编辑性较低；转录激活样效应因子核酸酶技术工具蛋白设计更简便、可编辑性高、细胞毒性低，但成本很高。

CRISPR是原核生物基因组内的一段重复序列。病毒可以将自己的基因整合到细菌，进而利用细菌的细胞完成自己基因的复制，而细胞利用CRISPR-Cas9系统将病毒基因切除。科学家则利用这一点掌握了CRISPR/Cas9基因编辑系统这一技术，与其他的酶技术相比，CRISPR/Cas9基因编辑系统具有精确性高、操作简易以及成本低等优点。

基因编辑未来有巨大的市场潜力，根据美国Markets and Markets发布的基因组编辑/改造市场分析报告，由于政府资助的增长，基因组相关的项目不断增加，全球基因组编辑市场（包括CRISPR、TALEN和ZFN）的规模将从2017年的31.9亿美元增长到2022年的62.8亿美元，复合年均增长率高达14.5%。与此同时，生物技术、农业技术和诊断领域的CRISPR市场规模将从2017年的5.46亿美元，增长到2023年50亿美元。

目前，美国的基因编辑技术位于世界前列，中国在该领域也同样保持着领先。中国重点针对农业领域，将编辑器大规模应用于动物。此外，中国也积极将基因编辑技术应用于临床医学，中国所启动的针对癌症的CRISPR临床试验数量已经超过了世界上的其他国家。

但是，基于基因编辑技术的基因治疗也存在着一定的风险和挑战。首先，基因编辑系统缺乏细胞靶向性，即使基因编辑具有特异性，但仍然无法准确判断切割DNA的位置；其次，基因编辑的效率不高，因而无法大规模应用于临床治疗；同时，人类胚胎基因编辑等实验也违背了道德伦理，因而对这一新兴技术的研究探索还需要更加谨慎。

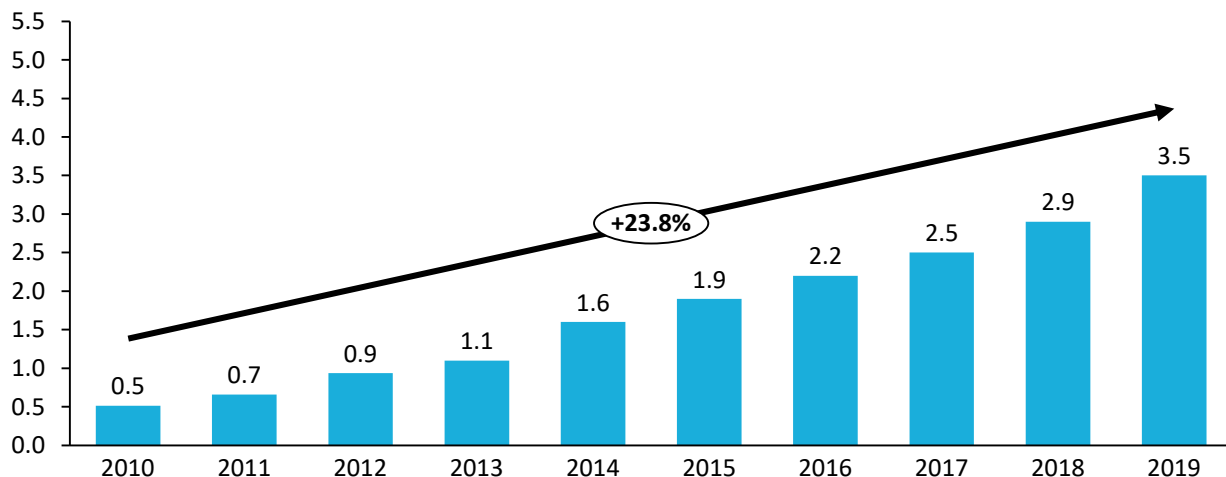
脑机接口近几年在生物技术领域热度不断提高。脑机接口技术主要是将大脑信号转化为外部设备的控制命令，在脑机接口实现命令输出的基础上，也增加了对大脑的信息输入方式，形成双向交互，从而最终实现脑机智能——在将大脑与外界信息互联互通的基础上，实现大脑的智能与机器的智能的取长补短，共融共生，从而创造一种新的人机智能形态。脑机接口技术经历了三个发展阶段：脑机接口、脑机交互和脑机融合。目前正在由脑机接口阶段向脑机交互阶段过渡，现广泛应用于临床医疗、教育科研、游戏娱乐、消费电子等诸多领域。未来，脑机接口技术将在人与机器之间架起桥梁，创造巨大的社会以及商业价值。

2.3.8 交通运输、工程机械及制造装备

交通运输、工程机械及制造装备领域技术壁垒高、带动能力强，已形成产业集群，可以显著提升国家或地区的核心竞争力，因此成为各个国家和地区的必争之地，也是中国硬科技发展的重要方向。

高铁是先进轨道交通设备的主要代表，也是我国在全球处于领先地位的硬科技。自2008年8月1日，中国第一条高铁——京津城际开通以来，高铁建设进入快车道。高铁的里程数在2014年和2019年出现显著里程增长。截至2019年底，中国高铁里程约为3.5万公里，位列世界第一，截止到2020年7月底，高铁里程已达到3.6万公里，对50万人口以上的城市的覆盖率已由2012年的28%扩大到2019年的86%。自2014年开始，我国铁路投资稳定保持在8000亿元左右，高铁的投资比例不断上升。

亿欧智库：2010-2019年中国高铁里程数（单位：万公里）



数据来源：Wind

2020年8月13日，中国国家铁路集团有限公司正式发布《新时代交通强国铁路先行规划纲要》，提出到2035年，全国铁路网将达到20万公里左右，其中高铁7万公里左右。20万人口以上城市实现铁路覆盖，其中50万人口以上城市高铁通达。

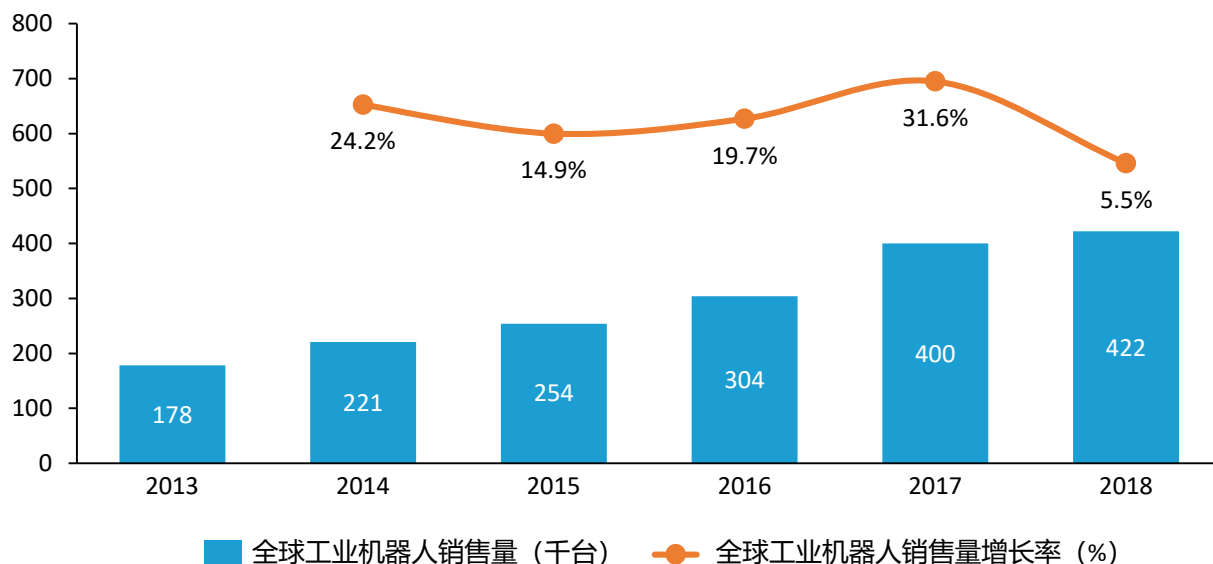
虽然中国的高铁运营已经走在世界前列，但是为了实现2035年的目标，仍需要进一步发展关键技术。首先，要加强前沿技术研究，研发时速能够达到400公里以上高速铁路技术标准、更快捷货运列车、更先进重载铁路等成套关键技术体系。

其次，智能化也是未来的一个趋势。如今，中国铁路把发展智能铁路作为铁路创新的一个重要方向。智能高铁就是实现高铁的运营无人化、数字化与自动化，是智能交通的重要一环。2019年，世界首条智能高铁——京张高铁开通运营，标志着高铁技术的又一次飞跃。

智能高铁的建设需要用到机器人、物联网、自动驾驶、5G等技术。以无人驾驶技术来说，要实现高铁驾驶的无人化，就需要自动驾驶技术的支持。京张高铁就是利用北斗卫星导航系统实现了自动驾驶。但自动驾驶不仅仅是替代人工进行驾驶，还涉及自动发车、停车、车门与站台门联动等多项内容，是全过程的自动化，而不仅仅是驾驶的自动化。只有将这些先进技术进行优化整合，智能高铁才能更健康地发展。

伴随着人口红利消失、政策支持的增强，工业机器人成为制造装备的重要子行业。2010年以来，全球工业机器人市场需求稳步增长，据国际机器人联合会IFR统计，2013-2016年间，全球工业机器人市场销量以平均每年22.4%的速度增长，尤其2017年增速达到31.6%，创历史新高。

亿欧智库：2013-2018年全球工业机器人销量统计及增长情况



数据来源：IFR

但从竞争格局上看，世界十大工业机器人制造商近一半是日本厂商，包括安川电机、发那科、川崎重工业、爱普生机器人、那智机器人，日本在工业机器人这一领域遥遥领先。

技术上看，国产机器人与世界水平还存在显著差距，而且关键零部件对外依存度较高，在核心零部件方面，国内缺乏领先的自主创新技术及产品。中国的工业机器人市场80%以上使用进口的电缆和连接器。控制系统、伺服电机、减速器作为工业机器人的三大关键部件，占机器人成本的60%以上，其中减速机占机器人本体成本的30%-50%，但这三大零部件仍然长期依赖进口，市场被国外行业巨头垄断。

目前，一些国内机器人厂商也在积极推进研发工作，如中大力德、双环传动等在RV减速机核心技术上取得了一定突破，同时具备了规模化生产能力。如果国内自主研发的RV减速机能够进入核心零部件市场，将对国外巨头的垄断地位造成一定冲击，进而拉低减速机市场的整体价格，降低机器人制造的成本，有利于我国机器人产业的进一步发展。同时，我国伺服电机自主配套能力已现雏形，产品功率范围大多在22kw以内，技术线上与日系产品接近，较大规模的伺服品牌有20多家。但伺服核心技术、信号接插件、多圈绝对值编码器仍严重依赖进口，国内厂商仍需更多努力。

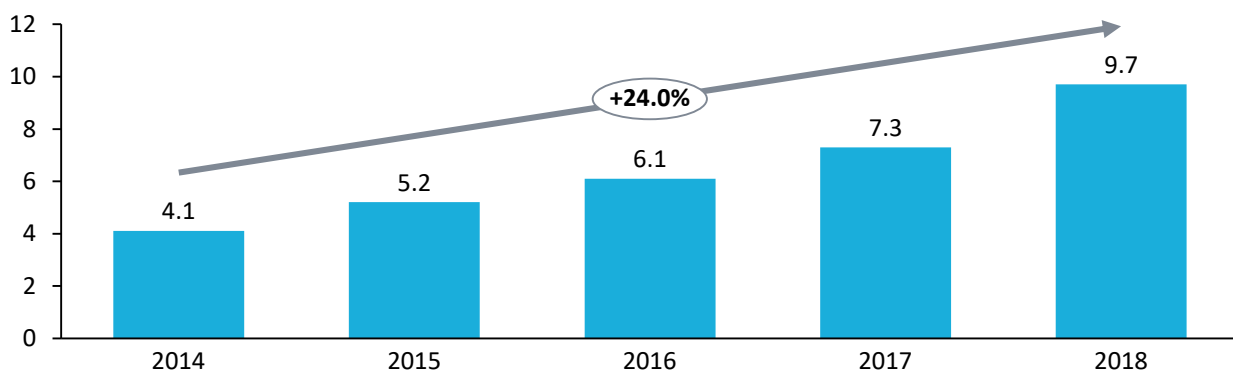
机器人控制器是机器人控制的核心大脑，由机器人控制器硬件和控制软件组成。控制器的主要任务是对机器人的正向运动学、逆向运动学求解，完成机器人的轨迹规划任务，实现高速伺服插补运算、伺服运动控制。机器人核心零部件中，控制器、软件一般由机器人厂家自主设计研发，是本体厂商自身掌握的核心技术，国外各大品牌机器人均采用自身的控制系统。国内机器人本体厂商过去比较欠缺控制技术，近年来通过自主研发或海外并购的方式补全控制技术。

国内企业机器人控制器产品已经较为成熟，是机器人产品中与国外产品差距最小的关键零部件，国产和国外厂商基本平分市场。由于硬件大多都是外购，厂商几乎都能买到相同的硬件，软件往往成为工业机器人控制器的核心，国内机器人控制器和国外厂商的差距，也主要在控制算法和二次开发平台的易用性方面。

只有攻克核心技术，中国的工业机器人产业才可以迈向中高端。因此，我国机器人产业的自主创新能力还需要持续提升。一方面，要提升高性能的伺服电机、减速器、驱动器以及控制器等关键零部件的高质量批量生产能力，摆脱对国外进口零件的依赖；另一方面，要推动智能机器人应用于智能制造、汽车、电子、轻工等行业，增加工业机器人附加产值，迈向中高端市场。另外，行业低端产能过剩，一些企业盲目扩张生产能力，生产出来的机器人产品只能聚集在中低端领域展开价格竞争，因此国内机器人产业还需进一步优化。

3D打印是目前正在崛起的一种制造方式。3D打印不仅仅是炫酷的前沿科技，更是有望革新制造业的“潜力股”。3D打印集合了大规模生产的高效和手工生产的灵活等优点，制造业的全流程都可以引入3D打印，进而实现制造过程的高效率和低成本。近年来，全球3D打印行业发展迅速，从2014年41亿美元的市场规模发展到2018年的97亿美元，复合增长率达到24.0%。

亿欧智库:2014-2018年全球3D打印产业规模及复合增长率 (单位: 十亿美元)



数据来源: Wohlers

3D打印核心零部件依赖进口, 中国企业有较大提升空间。国内3D打印起步较晚, 企业数量与规模均偏小, 打印专用新材料与核心零部件严重依赖进口, 关键技术受制于人, 进口替代还有较大提升空间。

2.3.9 航空航天

航空航天领域主要分为航空和航天。航空是指飞行器在地球大气层内的航行活动, 主要方向有军用航空和民用航空; 航天是指飞行器在大气层外宇宙空间的航行活动, 包括火箭、卫星、空间站等。

中国航空航天领域发展态势较好。根据美国空气动力学咨询公司和蒂尔集团发布的调查报告, 2017年中国力压英国和德国排名第三, 航空航天产业估值为612亿美元。该报告也指出, 很可能在未来10年内, 中国就将超过法国成为这份榜单上的第二名。

亿欧智库:2017年全球航空航天工业排名前10的国家

排名	国家	行业规模 (十亿美元)
1	美国	408.4
2	法国	69.0
3	中国	61.2
4	英国	48.8
5	德国	46.2
6	俄罗斯	27.1
7	加拿大	24.0
8	日本	21.0
9	西班牙	14.4
10	印度	11.0

数据来源: 美国空气动力学咨询公司& 蒂尔集团

目前，我国初步形成了军用航天、民用航天和商业航天业务互补格局。随着经济发展和军事建设等需求的增长，军用、民用、商业航天得到快速发展。中国2018年共进行了39次航天发射，发射数量位居世界第一，航天产业持续保持增长态势。军用航天带动了民用航天和商业航天的发展，军用航天设备、人才、基础设施的开放为民用航天和商业航天提供了广阔的发展空间。同时商业航天在一定程度上也推动了军用航天产品和民用航天研制成本的降低，促进了军用航天和民用航天的发展。

从全球范围内来看，商业航天发展势头强劲，为航天领域的发展提供了新的方向。商业航天的产业链由四部分组成，一是元器件材料厂商，二是卫星研制商、地面设备制造商以及发射服务提供商，三是卫星运营商与卫星应用服务提供商，四是终端用户。其中，发射服务提供商是整个流程的核心，与具有卫星发射需求的公司对接的同时，还要与火箭公司与发射场对接。

美国一直在航天领域保持领先。2015年马斯克提出发射1.2万颗卫星覆盖全球的星链计划，促进了全球商业卫星和低轨星座建设。目前Space X已经成为全球最大的卫星运营公司。2019年5月Space X开始了卫星发射，截至2020年9月3日，Space X已经发射12批超过700颗星链卫星。

如今，全球商业航天发展大潮正从美国、欧洲传向中国。但与国外商业航天已经发展较为成熟相比，中国商业航天发展尚在初期。从2015年前后大量资本注入航天领域开始算起，中国商业航天已经发展了四年。在这四年间，国内商业航天企业经历了卫星设计研制、火箭研制发射和卫星在轨运营及商业化应用的从“无”到“有”过程。面对美国的星链计划，中国也不甘落后，自2015年开启了中国版“Space X”的角逐后，在2018迎来了“爆发期”。2018年4月5日，星际荣耀发射亚轨道（探空）火箭“双曲线一号S”；5月17日，零壹空间发射亚轨道（探空）火箭“重庆两江之星”。从技术路线上来看，Space X公司几乎覆盖了所有商业航天公司需要触及的领域，包括运载火箭以及火箭发动机研制、航天飞机和低轨道星链卫星。但中国的商业航天公司无法实现领域的全覆盖，大多选择火箭或卫星这两大方向分别发展。

我国在卫星服务领域也有着一定的创新成果。“北斗卫星导航系统”由我国自主研发，目前已应用在国产导弹、制导导弹、无人机等武器装备中。北斗卫星系统与GPS相比有显著优势：首先，北斗卫星系统可以提供多个频点的导航信号，因而具有更高的精度；其次，北斗卫星系统可以将通信与导航紧密结合，不需要其他通讯系统的支持；同时，北斗系统空间段采用三种轨道卫星混合，使其抗遮挡能力增强。北斗系统的自主研发，打破了GPS的垄断局面，但市场规模有限，挑战GPS仍然任重道远。

目前我国航空航天行业存在着严重的供需不对应的现象，商业卫星需求旺盛，但是运载火箭商用市场却未完全开发。国家航空航天企业运载火箭业务主要是为国家的军事与工业服务，商业运载火箭市场的发展还有很大空间。

各国普遍重视遥感卫星系统及应用服务产业的发展。遥感是指应用各种传感仪器对远距离目标所辐射和反射的电磁波信息，进行收集、处理，并最后成像，从而对地面各种景物进行探测和识别的一种综合技术。早在1975年，我国便成功发射了第一颗返回式遥感卫星，成为世界上第三个掌握卫星返回技术和空间遥感技术的国家。遥感卫星主要用于资源调查、农业估产、天气与海况预报、防灾减灾等方面。

纵观卫星遥感产业链，可以划分为三类：上游卫星发射、中游卫星运营与数据分发、下游数据加工及软件支持等价值增值服务。其中，产业链上游主要包括卫星平台、火箭制造等业务板块；中游包括卫星运营、大数据获取与分发等业务；下游指提供数据加工、数据分析应用软件支持等价值增值服务厂商。

根据SIA（美国卫星产业协会）数据，2018年全球卫星行业的卫星制造端收入为196亿美元，卫星发射服务收入为62亿美元，卫星服务收入为1265亿美元，地面设备收入为1262亿美元，整个产业链市场规模宏大。

我国的卫星遥感商业化还处于起步阶段。此前我国遥感产业发展受国家政策主导，以专项计划驱动的发展模式依赖国家单一投入，对产业的带动效应比较弱。从遥感卫星企业数量来看，目前行业内的产业集群还未形成，形成规模的企业更是较少。且卫星星座的已发射数量大多仍处于个位数，尚未实现卫星规模化生产和发射，整体产业链还有待进一步完善。

当前，限制我国遥感商业化发展的主要瓶颈是上游高分辨率遥感资源稀缺和下游遥感市场用户导向和服务意识不足。尤其是下游市场中的商业遥感卫星公司运营经验不足，企业商业化运营模式不成熟。

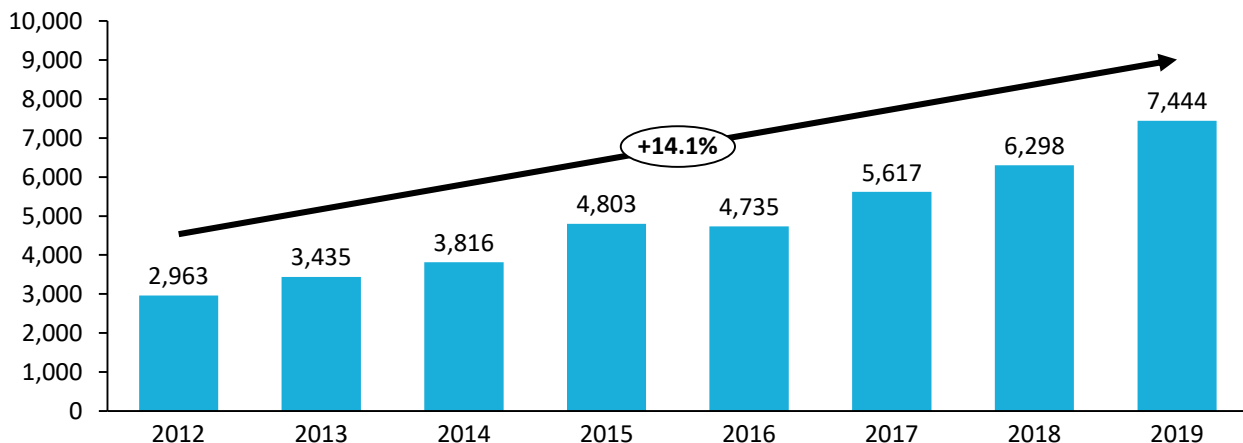
然而近年来，随着国家开始重视并大力推动航天从事业向产业的转变，借助十三五规划等从政策层面逐步放开并支持遥感产业的商业化发展，再加上数据处理、人工智能、云计算等技术的不断成熟，相信卫星遥感商业化步伐将不断加速。

2.3.10 节能环保

中国自改革开放以来，实现了由农业大国向工业大国的转变，但经济的快速增长，是以资源消耗和环境破坏为代价的。根据《2019年全球气候状况声明》，自20世纪80年代，每个连续十年的气温都比1850年以来的前一个十年更热。2019年结束时，全球平均气温比工业化前高出了1.1°C，仅次于2016年创下的纪录。而2016年，由于受强厄尔尼诺事件影响，全球平均气温升高。

如今在中国经济增速放缓、结构优化的新常态下，节能环保产业作为我国战略新兴产业，市场广阔，政策扶植，因而关注度显著提高。2019年国家财政环境保护支出达到7444亿元，较2018年增长18.20%。

亿欧智库：2012-2019年国家财政环境保护支出（单位：亿元）



数据来源：国家统计局

从产业链角度，节能环保产业大致可分为节能、环保、资源循环利用三个子行业。节能行业又包括工业节能、建筑节能、交通运输节能和生活节能等子行业，侧重在源头阶段节约能耗；环保行业包括大气治理、水治理、土壤治理、固体废弃物治理等二级子行业，侧重在后端减少各类污染物排放。

为达到节能环保的目的，各国政府都在积极推动新能源汽车产业的发展。无论是一向理念创新的欧洲，还是经济高速腾飞的亚太地区，都纷纷出台了分阶段禁售燃油车的声明和法规，而这些阶段的关键节点大多指向了2025年。国际背景如斯，新能源汽车在中国的发展更是处于领跑地位。《中国制造2025》将新能源汽车列入“未来30年大力推动突破发展的十大重点领域”之一，顶层的重视程度可见一斑。

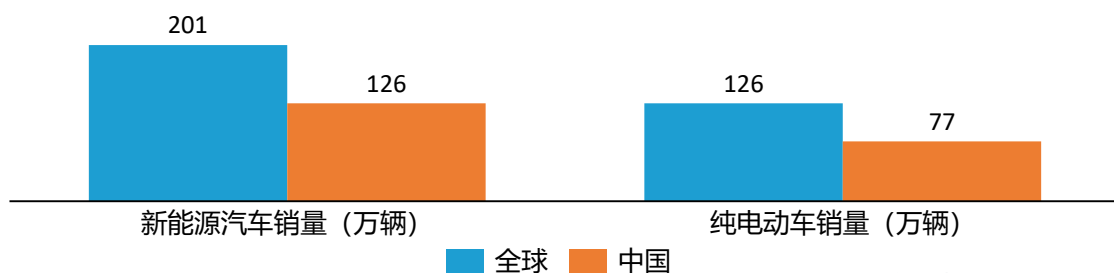
新能源汽车指采用非常规的车用燃料（常规燃料指汽油和柴油）作为动力来源（或使用常规的车用燃料、采用新型车载动力装置）的汽车，可分为四大类：混合动力汽车(HEV)、纯电动汽车(BEV)，燃料电池电动车(FCEV)和其他新能源汽车（采用飞轮、超级电容器等其他储能方式）。其中，混合动力汽车是使用两种以上能量来源驱动的车辆，驱动系统可以有一或多套。常用的能量来源有燃油、电池、燃料电池、太阳能电池、压缩气体等，而常用的驱动系统包含内燃机、电动机、涡轮机等技术。

2006年以前，全球新能源汽车的动力发展方向处于摇摆不定的阶段，各国对新能源汽车的动力来源不确定，重点大多放在氢燃料电池。日本主要将重点放在氢动力，美国主要将重点放在氢燃料电池，欧洲主要将重点放在生物电池、氢燃料电池，中国则处于摸索、定义阶段。从2007年到2011年，全球新能源汽车产业进入了大力补贴扶持阶段，各国确定了发展战略，将重点放在锂电池。目前锂离子动力电池生产厂家主要集中在中、日、韩三国。企业有日本的松下，韩国的三星、SK、LG和中国的宁德时代、比亚迪。这些企业被认为是目前全球电动汽车动力电池的龙头企业，占据着主要的市场份额。

中国也在不断出台相关政策推动新能源汽车的发展。2020年6月，工信部将加快推进智能网联汽车产业跨行业融合，提升智能道路基础设施水平，构建车联网综合应用体系，完善标准规范，加快推动智能网联汽车发展。此外，工信部还提出，下一步将在供给侧、需求侧、使用侧持续发力，为新技术应用提供必要条件，特别是面向典型场景和热点区域部署计算能力，构建低时延、大带宽、高算力的车路协同环境。

除了政策强有力的推动以外，中国庞大的汽车消费市场也同样促进了新能源汽车产业的发展。英国研究机构JATO Dynamics数据显示，2018年中国新能源汽车销量共计126万辆，约占全球总销量的63%。截止至2019年，电动汽车在全球汽车市场的渗透率仅为1.9%，而在中国市场的渗透率则达到了5%，中国的新能源消费市场处于领先水平。

亿欧智库：2018年全球和中国新能源/纯电汽车销量



数据来源：JATO Dynamics

未来，我国新能源汽车市场将从“补贴时代”过渡到“市场时代”，消费需求将推动新能源汽车市场进一步发展。到2025年，燃油车预计将以混动形式与新能源汽车共存，但新能源汽车的市场份额有望超越前者。

动力电池回收与梯次利用成为新的产业风口。动力电池作为新能源汽车的核心，使用寿命约为3-5年，2018年开始，国内首批新能源汽车的动力电池迎来“报废潮”，预计到2025年将有93Gwh的动力电池退役，电池回收利用规模将达到379亿元。目前关于废旧动力电池回收再利用主要有两种方式：一是再生利用，当电池容量残余下降到40%以下，就要对废旧动力蓄电池进行拆解、破碎、分离、提纯等处理，进行资源化的利用；二是梯次利用，当电池能量残余在40%-80%之间，需要将废旧动力蓄电池应用到其他领域，可以一级利用也可以多级利用。

2019年，美国、德国、日本政府均积极布局动力电池回收产业。各国的企业也纷纷进行相关研究，德国大众集团推出一款新型移动充电站，其内部电能存储单元由二次回收的电动车动力电池组成，已在德国率先投放使用。日本本田汽车公司与美国电力公司展开合作，共同开发一个能够将废旧电动汽车电池集成至AEP电网中的新商业模式。中国的比亚迪、宁德时代、北汽鹏龙等企业也均开启了动力电池回收项目。

若要形成完善的动力电池回收体系，势必要通过多种形式合作共建、共用废旧动力蓄电池回收渠道。除了主机厂通过回购、以旧换新、给予补贴等措施，提高其移交废旧动力蓄电池的积极性之外，国家政策及地方政府需要施以政策标准、监管和补贴等手段来鼓励动力电池的回收，在全产业链的通力配合之下推动动力电池市场的崛起。

中国城市硬科技发展

China's Urban Key and Core Technology Development



三、中国城市硬科技发展

3.1 中国城市硬科技发展指标

亿欧选择科研人才、硬科技投入、高新技术产出、硬科技企业以及科技创新环境五个维度的指标以衡量各个城市的硬科技创新能力，主要指标数据均来自于各城市统计年鉴、火炬统计年鉴、科技部、教育部等官方文件或网站，具有较大真实性与可靠性。

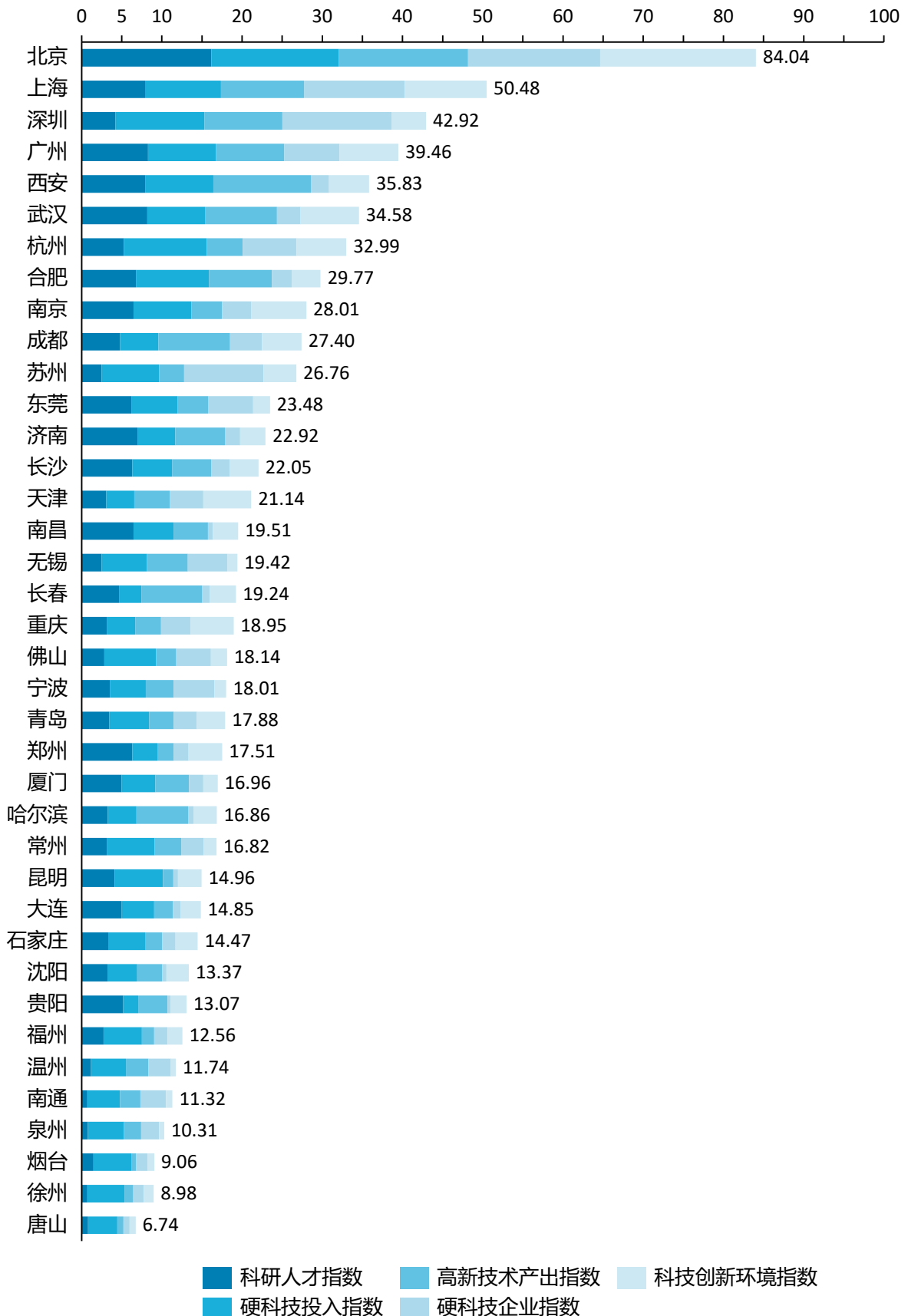
一级指标	序号	二级指标	数据来源
科研人才指数	1	每万人研发人员	各城市统计年鉴
	2	高校专任教师	各城市统计年鉴
	3	万人普通高等学校在校学生数	各城市统计年鉴
	4	近两年获得国家杰出青年科学基金人数	国家杰出青年科学基金公布名单
	5	高新区企业从业人员占人口比例	2019中国火炬统计年鉴
	6	高新区企业留学归国人员占人口比例	2019中国火炬统计年鉴
硬科技投入指数	7	全社会R&D投入占GDP比重	各城市统计年鉴
	8	科技类公共财政支出占财政支出比重	各城市统计年鉴
	9	教育类公共财政支出占财政支出比重	各城市统计年鉴
	10	2013-2020年硬科技行业投资金额	私募通
	11	2013-2020年硬科技投资案例数量	私募通
	12	高新区企业R&D经费内部支出占GDP比重	2019中国火炬统计年鉴
高新技术产出指数	13	高新区企业工业生产总值占总GDP比重	2019中国火炬统计年鉴
	14	专利新授权量	各城市统计年鉴
	15	技术合同成交额占地区GDP比重	各城市统计年鉴
	16	高新区产业出口额占商品出口额的比重	2019中国火炬统计年鉴
硬科技企业指数	17	高新企业数量	2019中国火炬统计年鉴
	18	科创板企业数量	Choice金融终端
	19	创业板企业数量	Choice金融终端
	20	规模以上工业企业数量	各城市统计年鉴
科技创新环境指数	21	国家重点实验室数量	教育部
	22	普通高等院校数量	各城市统计年鉴
	23	研究所数量	各城市统计年鉴
	24	国家级科技企业孵化器数量	科学技术部火炬高技术产业开发中心
	25	众创空间数量	科学技术部火炬高技术产业开发中心
	26	国家国际科技合作基地数	科学技术部

3.2 中国城市硬科技创新排名

从统计结果来看，北京硬科技指数为84.04，遥遥领先。上海、深圳为第二梯队，硬科技指数在分别为50.48、42.92。广州、西安、武汉、杭州为第三梯队，科技创新指数在30-40之间。

硬科技指数排名	城市	城市硬科技指数	科研人才指数	科研人才排名	硬科技投入指数	硬科技投入排名	高新技术产出指数	高新技术产出排名	硬科技企业指数	硬科技企业排名	科技创新环境指数	科技创新环境排名
1	北京	84.04	80.80	1	79.28	1	80.72	1	82.37	1	97.02	1
2	上海	50.48	39.59	5	47.28	4	51.76	3	62.69	3	51.06	2
3	深圳	42.92	21.05	19	55.49	2	48.54	4	68.22	2	21.28	11
4	广州	39.46	41.41	2	42.20	7	42.75	7	34.19	5	36.76	3
5	西安	35.83	39.84	4	42.24	6	60.84	2	11.24	22	25.00	9
6	武汉	34.58	40.97	3	35.86	9	44.84	5	14.78	16	36.43	4
7	杭州	32.99	26.42	13	51.48	3	22.57	14	33.44	6	31.05	6
8	合肥	29.77	33.91	7	45.64	5	38.96	8	12.37	20	17.98	15
9	南京	28.01	32.37	8	36.04	8	18.98	19	18.44	14	34.20	5
10	成都	27.40	23.97	17	23.86	19	44.72	6	19.80	12	24.63	10
11	苏州	26.76	12.38	32	35.82	10	15.67	24	49.37	4	20.57	13
12	东莞	23.48	31.02	12	28.82	14	19.23	18	27.82	7	10.52	25
13	济南	22.92	34.82	6	23.63	21	30.92	11	9.46	24	15.79	18
14	长沙	22.05	31.52	11	24.88	18	24.34	13	11.40	21	18.08	14
15	天津	21.14	15.34	28	17.44	35	22.01	15	21.09	11	29.82	7
16	南昌	19.51	32.28	9	25.05	16	21.36	16	3.17	35	15.67	19
17	无锡	19.42	12.52	31	28.32	15	25.28	12	24.88	9	6.12	33
18	长春	19.24	23.26	18	14.04	37	37.92	9	4.58	32	16.41	17
19	重庆	18.95	15.67	26	17.76	34	16.03	23	18.62	13	26.69	8
20	佛山	18.14	14.11	29	32.27	11	12.55	29	21.64	10	10.14	26
21	宁波	18.01	17.80	21	22.14	26	17.36	21	25.38	8	7.38	31
22	青岛	17.88	17.20	22	24.96	17	15.31	26	14.42	17	17.51	16
23	郑州	17.51	31.56	10	15.64	36	10.21	33	9.27	25	20.88	12
24	厦门	16.96	24.88	16	21.05	28	20.97	17	8.99	26	8.89	29
25	哈尔滨	16.86	16.27	24	17.92	33	32.17	10	3.28	34	14.65	21
26	常州	16.82	15.63	27	29.93	13	16.51	22	14.11	19	7.90	30
27	昆明	14.96	20.49	20	30.19	12	6.42	35	2.88	36	14.80	20
28	大连	14.85	24.99	15	20.28	30	11.51	30	4.87	31	12.59	24
29	石家庄	14.47	16.55	23	23.05	24	10.62	32	8.33	28	13.83	23
30	沈阳	13.37	16.16	25	18.51	31	15.50	25	2.63	37	14.04	22
31	贵阳	13.07	25.89	14	9.31	38	18.33	20	1.81	38	10.03	27
32	福州	12.56	13.75	30	23.82	20	7.70	34	8.42	27	9.11	28
33	温州	11.74	5.91	34	21.76	27	13.80	27	14.16	18	3.08	38
34	南通	11.32	3.60	38	20.39	29	12.61	28	15.94	15	4.06	34
35	泉州	10.31	3.91	36	22.29	25	10.91	31	11.23	23	3.20	37
36	烟台	9.06	7.32	33	23.60	22	3.15	38	7.22	29	4.02	35
37	徐州	8.98	3.63	37	23.12	23	5.42	36	6.57	30	6.15	32
38	唐山	6.74	4.01	35	18.16	32	3.93	37	3.82	33	3.76	36

亿欧智库：城市硬科技创新指数



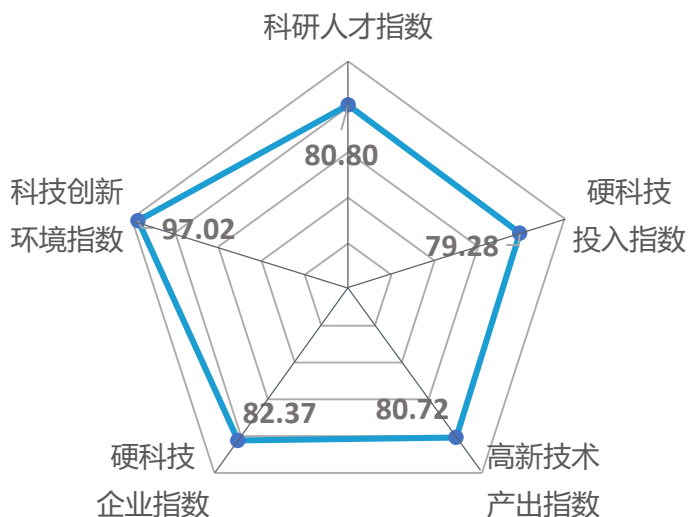
3.3 城市硬科技创新能力解析

第一梯队——北京



北京依靠大量国家级科研院所和重点实验室，成为全国科技创新和“高精尖”产业策源地。高校和硬科技企业的合作桥梁不断强化，加速硬科技产品原始创新，涵盖半导体、新材料、航空航天、人工智能等多个关键技术领域，引领新成果不断突破。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



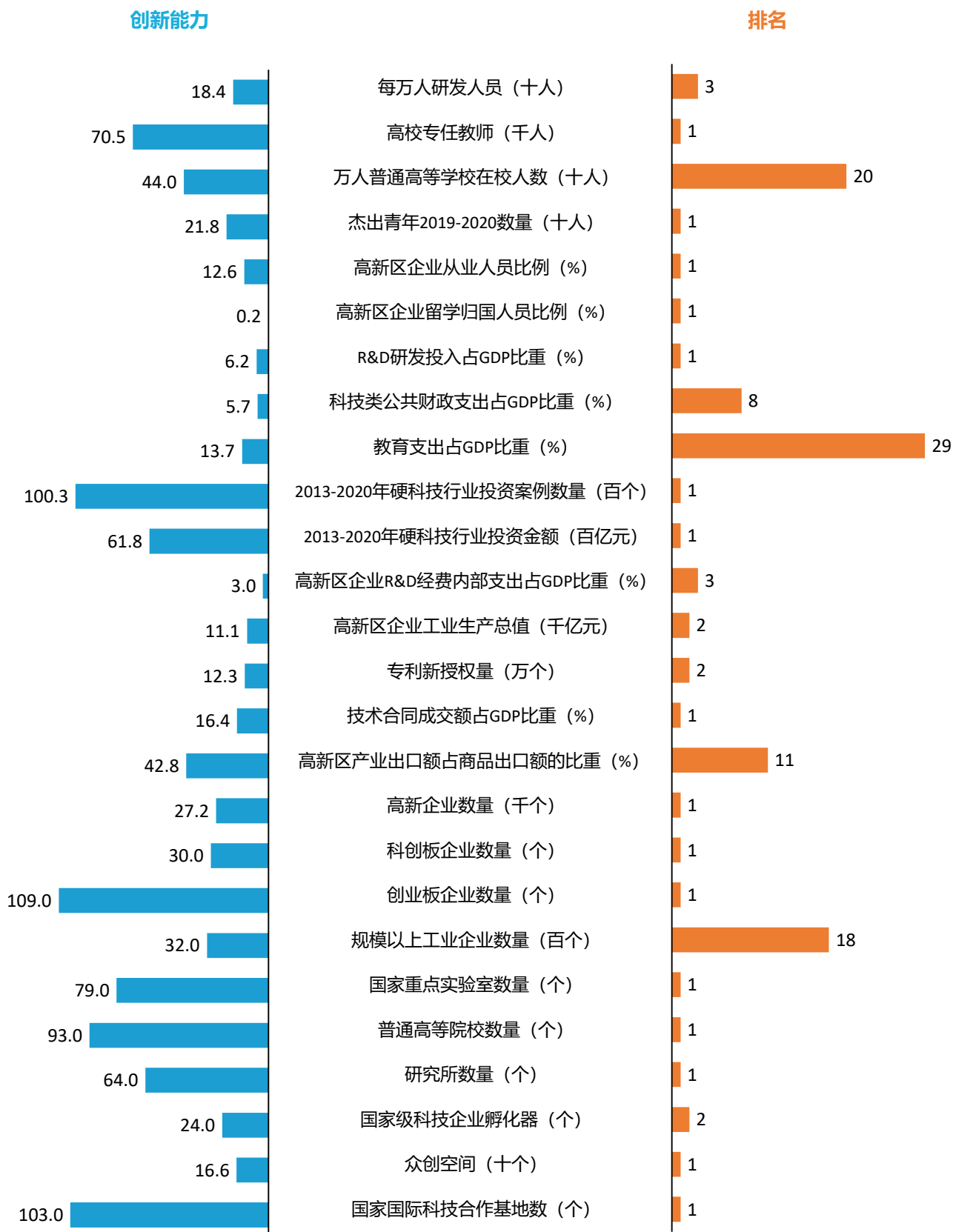
城市硬科技发展：

北京市科创基金以“三个引导”为政策目标，即“引导投向高端硬技术创新；引导投向前端原始创新，引导适合首都定位的高端科研成果落地北京孵化，培育高精尖产业”。其中“引导投向高端硬技术创新”在“三个引导”中占据首要地位。

目前，中国的科研投入位居世界前列，科研创新发展的主力军仍是科研院所和高校。从硬科技发展创新的现状来看，北京市绝大部分指标均位列第一，得益于北京市拥有中央级科研院所185所和中央级高校38所，同时拥有超过100个国家重点实验室和超过60个国家工程技术研究中心，有效推动了科技成果价值转化，通过打通科研院所和企业之间的连接，能够有效提升科技创新驱动效率。

中关村是我国第一个高新技术开发区，1988年5月，经国务院批复成为北京市新技术产业开发试验区。经过32年的发展，中关村已经成为科技创新出发地、原始创新策源地、自主创新主阵地。中关村在2017年围绕人工智能、高端芯片、大数据、医疗健康、新材料与智能制造重点布局了8个前沿领域，并在政府的激励带动下不断完善前沿技术企业的创新创业环境。当前，部分前沿技术企业纷纷扎根中关村前沿技术创新中心，推动核心科研成果转化，带动硬科技产业技术变革发展。截止到2019年，中关村有“独角兽”企业81家，居于全球第二，仅次于美国硅谷。国家高新技术企业1.6万家，每天在中关村新设立的科技企业超过50家，全国40%的风险投资活跃在中关村，活跃程度仅次于美国硅谷。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（北京）

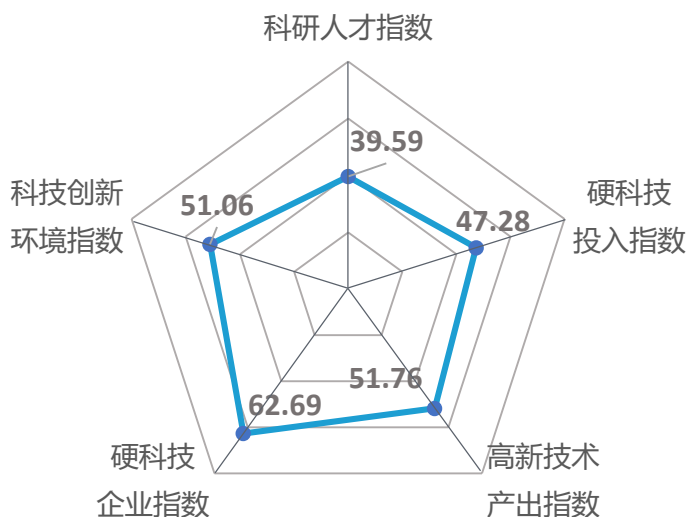


第二梯队——上海



上海依托强大的金融资本市场，为科研创新中心和科技企业提供便利的资金支持，集中发展特色产业园区，瞄准以人工智能为首的前沿科技领域，在已有的战略性新兴产业集群基础上，发挥功能型平台集成效应，助力打造硬科技产业高地。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



城市硬科技发展：

2020年5月，上海加快落实建设具有全球影响力的科技创新中心方案，发布《上海市推进科技创新中心建设条例》，《条例》提出应注重创新策源能力提升，注重激励人才创新活力，注重创新主体培育，注重营造宽容失败的创新氛围，注重创新载体建设。最新《条例》与先前“科创22条”“科改25条”共同为上海科技创新中心建设提供有力的法治保障。

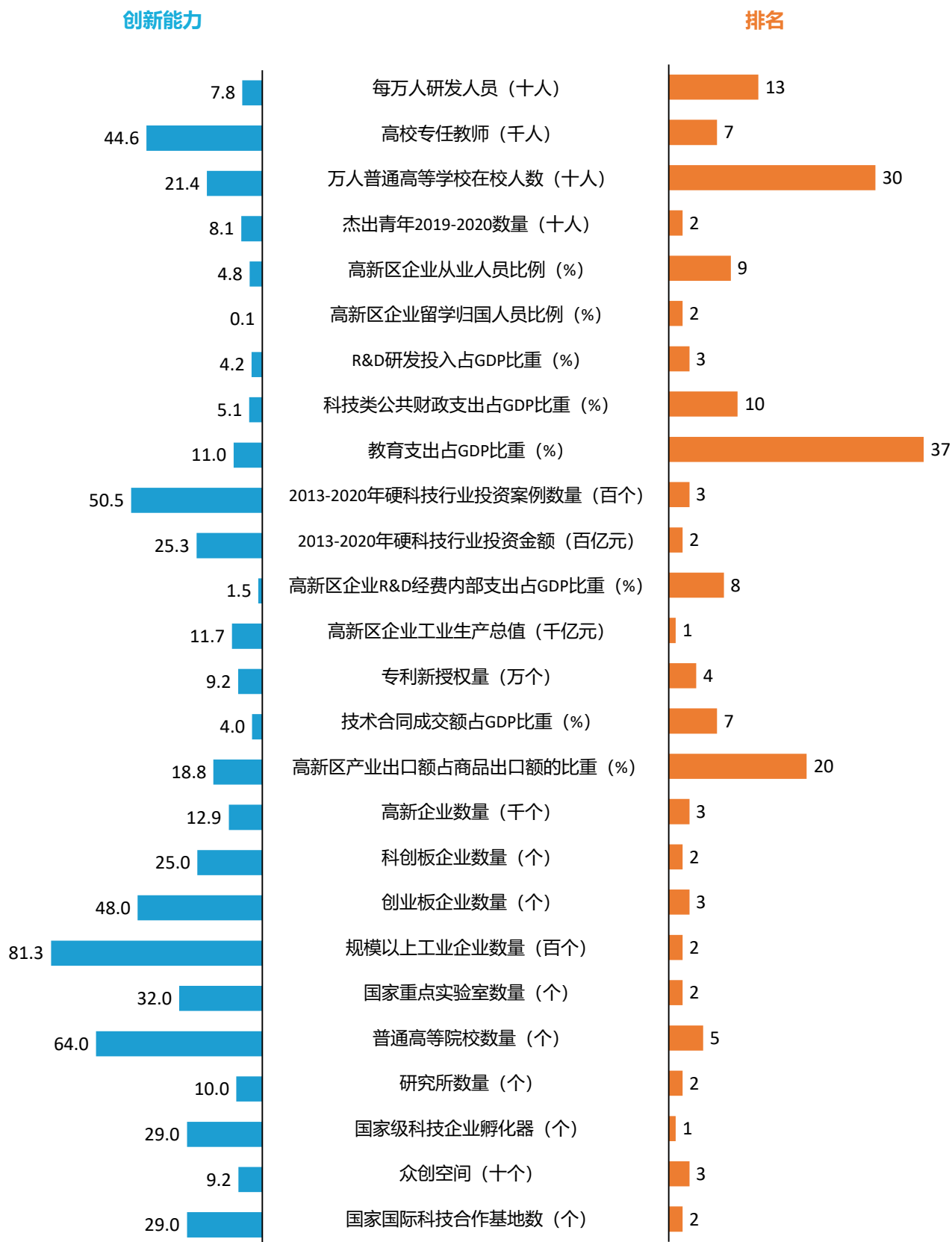
围绕科技创新，上海以创新载体建设为新出发点，加快张江综合性国家科学中心、张江科学城、张江国家自主创新示范区建设，引领带动若干科技创新中心重要承载区建设，并发挥重要承载区、自贸试验区以及临港新片区等综合政策优势，推动科技产业发展升级。

2020年7月9日，世界人工智能大会云端峰会在上海召开，人工智能是我国战略布局的重点方向，也是颠覆性技术之一，在强化高端硬科技产业引领经济发展和社会转型功能方面，具有重大促进意义，是上海发展新经济、培育新动能的关键支持技术。

目前，上海人工智能产业发展迎来“黄金期”，上海将人工智能确立为科创中心建设的三大重点产业之一，并着力推动人工智能创新发展，从而带动上海市整体硬科技产业变革。上海已拥有人工智能核心企业1100多家，核心产值规模近1500亿，呈现出应用主导、技术支撑、多领域全面赋能的特点。中国信息通信研究院预测，未来几年全球人工智能市场将经历现象级增长，世界人工智能市场将达到26%左右的复合增长率，进一步为硬科技创新提供发展契机。

上海站在全球人工智能发展的历史机遇点，未来，上海将充分发挥应用场景丰富的优势，加快“AI+”对传统产业改造和硬科技创新产业赋能，形成推动人工智能应用的核心引擎，打造人工智能硬科技产业发展高地。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（上海）

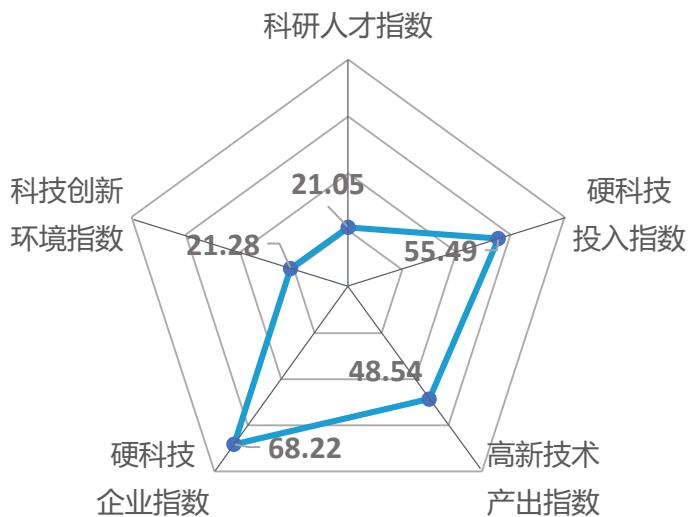


第二梯队——深圳



深圳以南山区科技城为代表，通过高新技术产业转型升级，带动创新创业活动，增强片区研发能力，逐渐由高新制造基地向研发设计中心转型，直接带动硬科技企业集群式发展，实现从基础研究技术攻关、科技成果转化到科技服务的全产业链布局。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



城市硬科技发展：

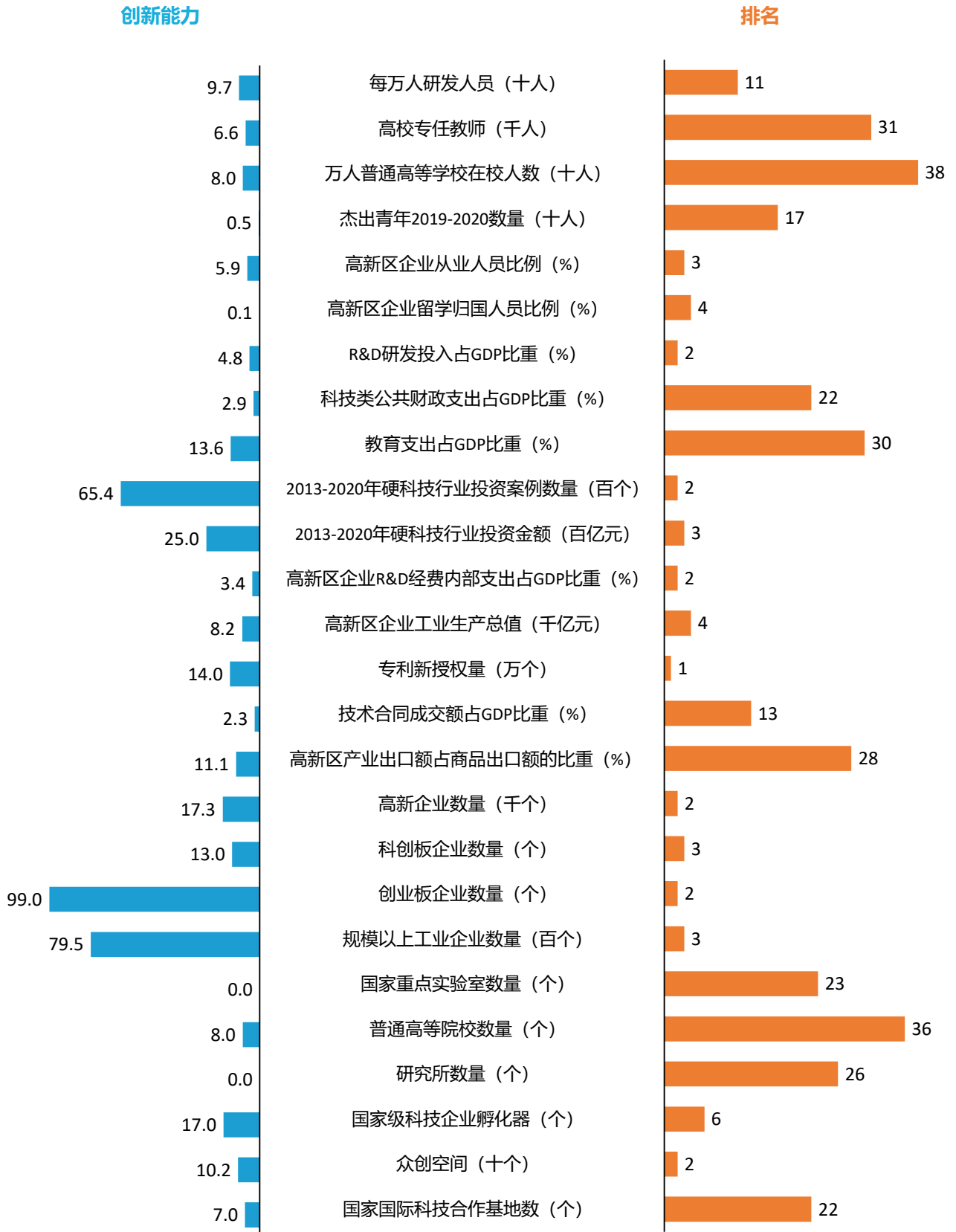
深圳是改革开放的最前线，是开放的标杆，也是创新的旗帜，在智慧城市建设的时代浪潮中，依旧是全国优秀发展样板。深圳市历经了城市化、工业化进程，如今已发展成为集科研创新、智能制造、创新应用探索的综合强地，形成以传统产业为支柱、战略性新兴产业为先导、硬科技产业持续发展的现代产业结构。

深圳南山区科技园是以市场为导向，集高新技术研发、高新技术企业孵化、创新人才吸纳与培育于一体的国家级大学科技园，重点发展计算机、网络与通讯、集成电路、软件、光电子、新材料等国家核心主导产业，已形成规模效应和配套产业群，逐步建成辐射周边的区域性高新技术研发、孵化基地，以及国际经济技术合作和高级人才培养基地。

近年来，深圳在传统产业向现代化产业过渡，再到硬科技产业转化发展过程中，聚焦产业创新动能，培育科技企业创新梯队。深圳科技企业把所需要的技术分为三段——前沿技术、核心技术和尾端技术，不同阶段的技术凝聚了不同科技企业资源，并以此形成硬科技产业高质量发展的核心引擎。

深圳在硬科技场景化应用探索方面走在全国前列，在智慧场景落地中，打造一站式的平台能力，快速提升效率同时降低核心场景服务的边际成本。通过全力推进5G网络、工业互联网、大数据中心等新基建工程建设，进一步助力硬科技产业创新发展和落地，并带动相关硬科技产业高速发展。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（深圳）

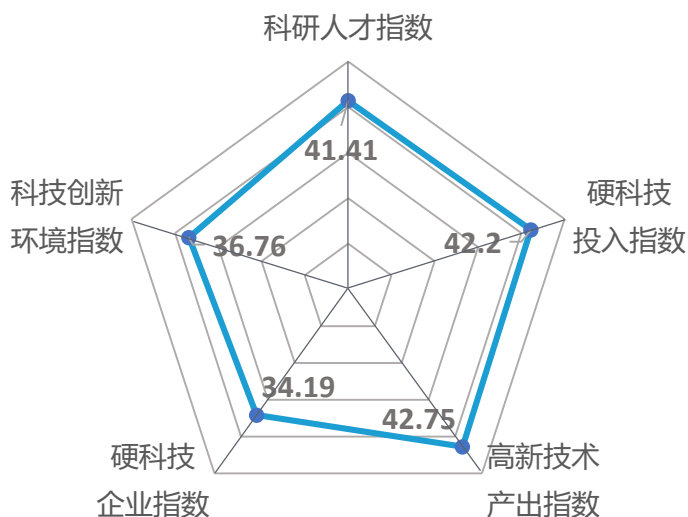


第三梯队——广州



广州依托战略创新平台体系，加快推动硬科技产业发展布局。凭借硬科技领域研发计划实施，成为全国首批新材料产业国家高技术产业基地之一。此外，以人工智能、区块链和生物技术为代表的实地场景应用，加速硬科技产业创新发展。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



城市硬科技发展：

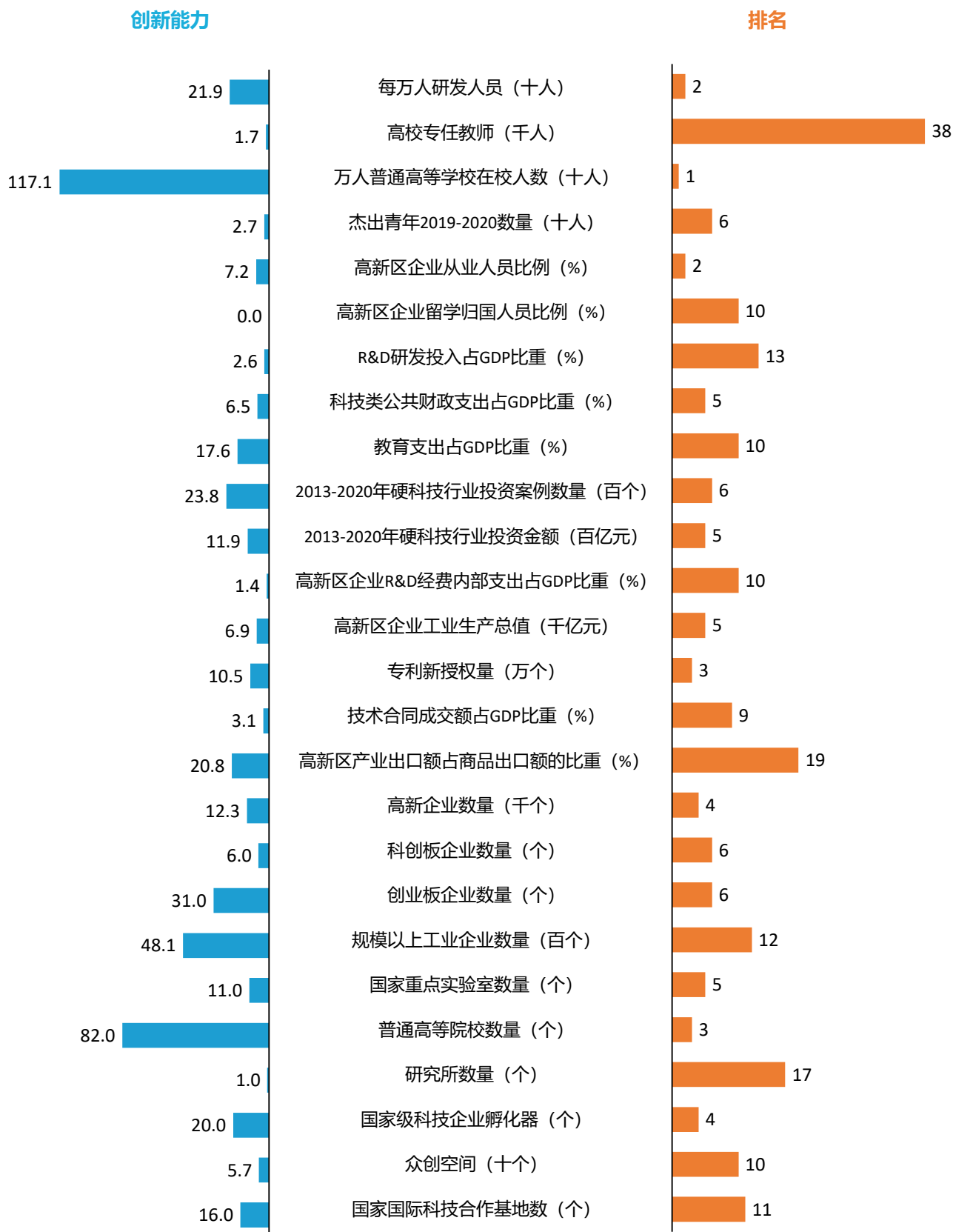
近年来，广州重点聚焦前沿科技探索，加快高新技术产业和硬科技创新产业发展，在城市创新生态优化方面取得了巨大成绩。广州是华南地区科学研究中心，拥有全省80%高校、97%国家级重点学科、69%国家重点实验室以及58%独立研究机构，集聚了一大批海内外顶尖创新人才。2018年底，广州全社会研发经费达600.17亿元，研发强度达到2.63%。高新技术企业规模持续扩大，从2015年的1919家增长到2019年的1.2万余家，国家科技型中小企业连续2年居全国城市第一。

广州探索形成“科学发现、技术发明、产业发展、人才支撑、生态优化”的全链条创新发展路径，通过实施重点领域研发计划，推动布局重大科技专项，并着力攻克一批“卡脖子”关键技术，加快推进重点高校、科研机构开展科技成果转移转化试点，凭借硬科技领域创新突破，构建新型高新技术产业结构。

依托“1+4+4+N”战略创新平台体系，广州将继续增强科技创新对产业发展的引领作用，推动5G、人工智能、工业互联网、大数据中心等数字化基础设施建设，持续抓好新一代信息技术、人工智能、生物医药、新能源、新材料等新兴产业发展。

目前，广州科技企业孵化器和众创空间总数达369家和255家，新增10家国家级科技企业孵化器，增量居全国第一。科技企业以数字经济生态平台建设为着力点，将区块链、人工智能等创新技术结合运用在不同场景，加速创新技术应用落地水平。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（广州）

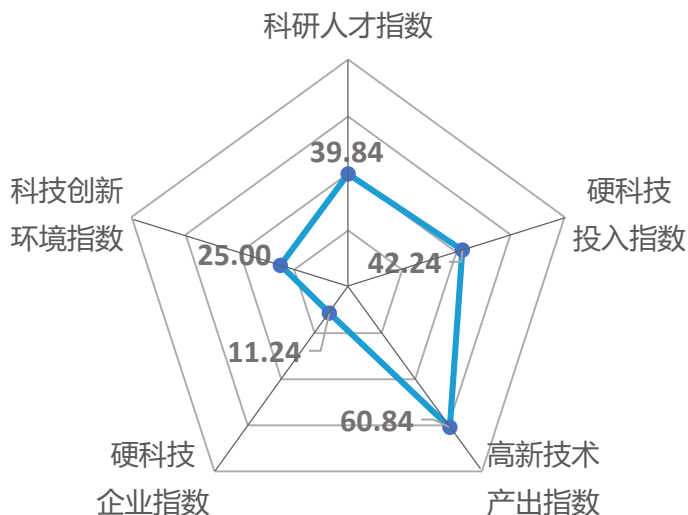


第三梯队——西安



西安拥有大量的科研院所、高等院校和原创技术知识积累，科技资源在全国位列前茅，在多个硬科技产业领域形成了比较优势。西安抢抓国家创建硬科技创新示范区和创新发展试验区等重大机遇，积极吸引硬科技相关企业入驻，打造系统化产业体系并持续推动硬科技影响力。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



城市硬科技发展：

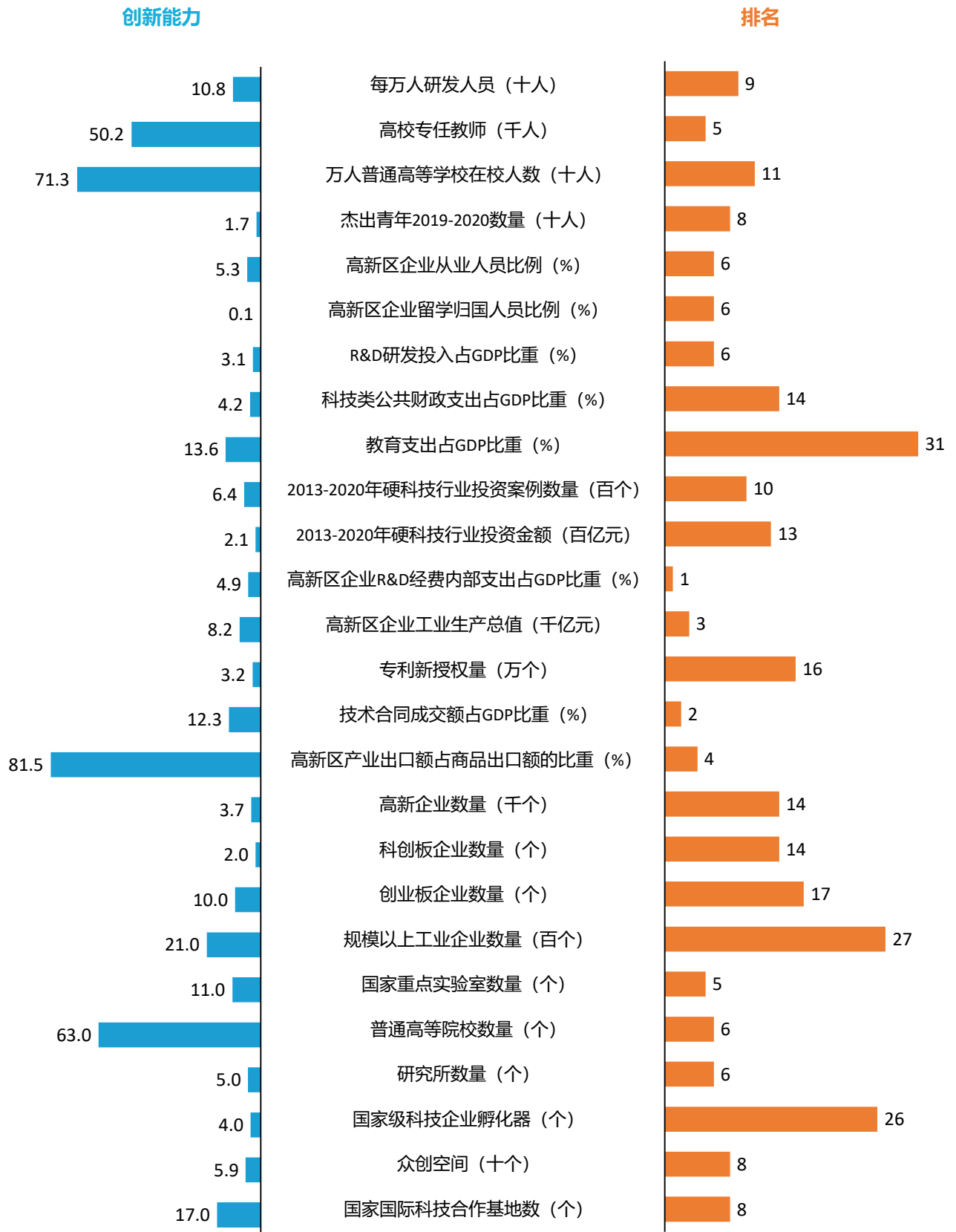
西安是中国西北地区的科教重镇，高校和科研院所云集，拥有全国罕见的科教资源，囊括63所普通高校，3000多个科研机构，70位两院院士，46万多名各类专业技术人员。

西安高新区持续构建有利于硬科技成长、发展、壮大的产业环境，率先打造了全产业链条的创业创新孵化体系，通过创客空间、孵化器、加速器等为硬科技企业提供优良的政策支持和服务环境。同时，提出到2025年率先建成硬科技创新示范区，并先后出台《西安高新区关于加快推进“硬科技”企业上市工作的实施意见》、《西安高新区关于加快推进重点拟上市“硬科技”企业上市工作的专项政策》等落地政策，持续加大对“硬科技”企业上市的支持程度和帮助力度。

西安通过“10+10+N”硬科技企业上市培育计划，支持和鼓励硬科技企业上市；实施“硬科技+”行动，全力打造“4+5+6”产业集群，建立以硬科技为引领的现代化产业体系。得益于精准有力的产业创新支持，西安形成了门类齐全的硬科技发展领域。

目前，西安已培育硬科技企业1200余家，全国人工智能百强企业已有10家进驻西安。通过设立100亿元的硬科技产业基金，西安将加速硬科技引领区域经济高质量发展。未来，西安高新区将聚焦新一代信息技术、高端装备、航空航天、生命科学、新材料、增材制造等“六大”领域，实施包括第三代半导体、云计算、5G、特高压、数控机床、航天动力、北斗导航、精准医疗、空天复合材料、增材制造在内的“十大示范工程”，为全国硬科技创新发展提供“西安样板”。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（西安）

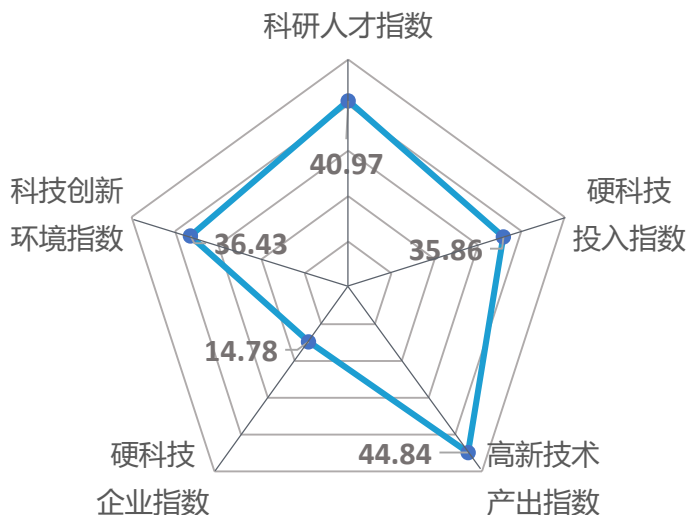


第三梯队——武汉



武汉依靠武汉大学科技园、高端科技产业链等优势教育资源和技术资源，构筑了以光电子信息、生物医药、节能环保、新材料、新能源、航空航天为主的硬科技产业格局。同时，光谷科创大走廊赋能硬科技成果转化，全力推进高新技术企业培育和发展，推动武汉整体硬科技领域发展。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



城市硬科技发展：

武汉科教优势明显，综合实力位居我国中西部省市前列，拥有一流高校和科研院所84所，两院院士76人，各类科研机构122个，在校大学生人数接近130万，建有一批国家重大科技基础设施等。

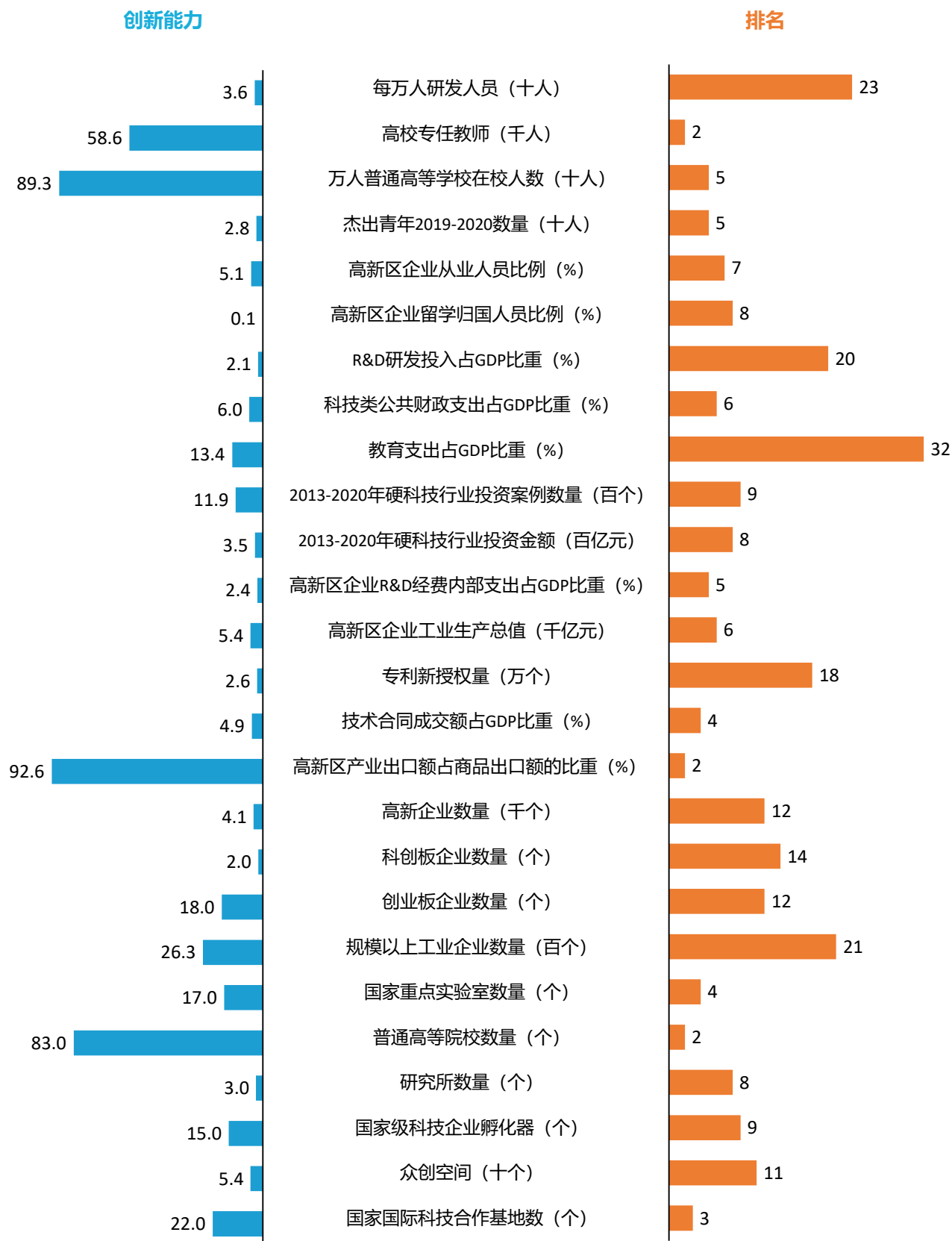
武汉结构性地升级了创新科技发展方向，通过提升科研水平和有效转化科研成果，带动产业创新经济蓬勃发展。经过多年建设，武汉科研平台规模不断扩大，结构体系日益完善，与企业建立了多个校企联合实验室或中心，基本实现了科研平台对重点硬科技领域的全覆盖，极大地支撑起武汉的科学研究工作。

目前，武汉聚力打造创新要素、高端产业汇聚的光谷科技创新大走廊核心承载区；深化创新平台建设，促进产学研融通创新；积极谋划建设国家技术创新中心，促进重大基础研究成果产业化；着力突破集成电路、操作系统、高端数控机床、工控软件等领域关键环节和共性技术瓶颈，打造一批核心、高端、基础领域“国之重器”。

武汉光谷是我国唯一国家光电子信息产业基地，“芯屏端网”产品技术全球领先。同时，武汉在军工、航空航天领域已取得长足进步，掌握了国内一流、世界领先的尖端航空航天技术，具备航天相关的高端装备制造能力。

未来，武汉将通过“一芯、两网、四场景”建设国家新一代人工智能创新发展试验区，进一步加强硬科技协同创新能力，实现前沿科技驱动产业高质量发展目标。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（武汉）

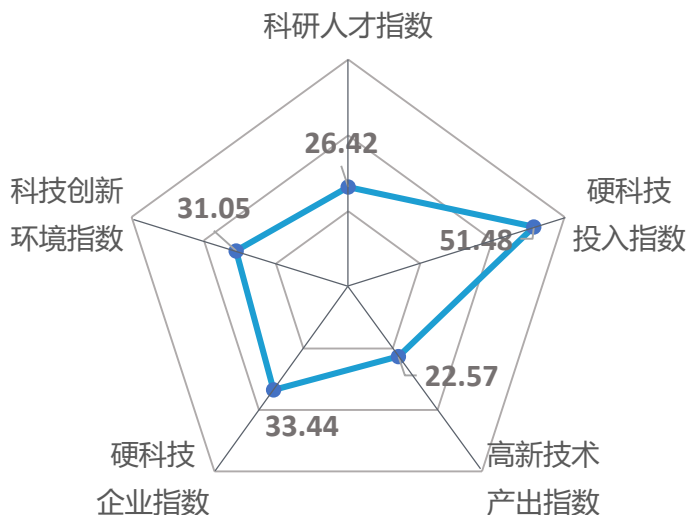


第三梯队——杭州



杭州以重大科技任务攻关和大型科技基础设施建设为主线，从中端平台向上下游拓展创新技术和应用集成服务，并得益于阿里大平台生态体系和未来科技城建设发展带来的产业聚集效应，在芯片技术、人工智能、云计算等方面取得了阶段性成果，实现了数字经济产业集群打造和硬科技技术创新突破。

亿欧智库：城市硬科技创新指数



城市硬科技发展：

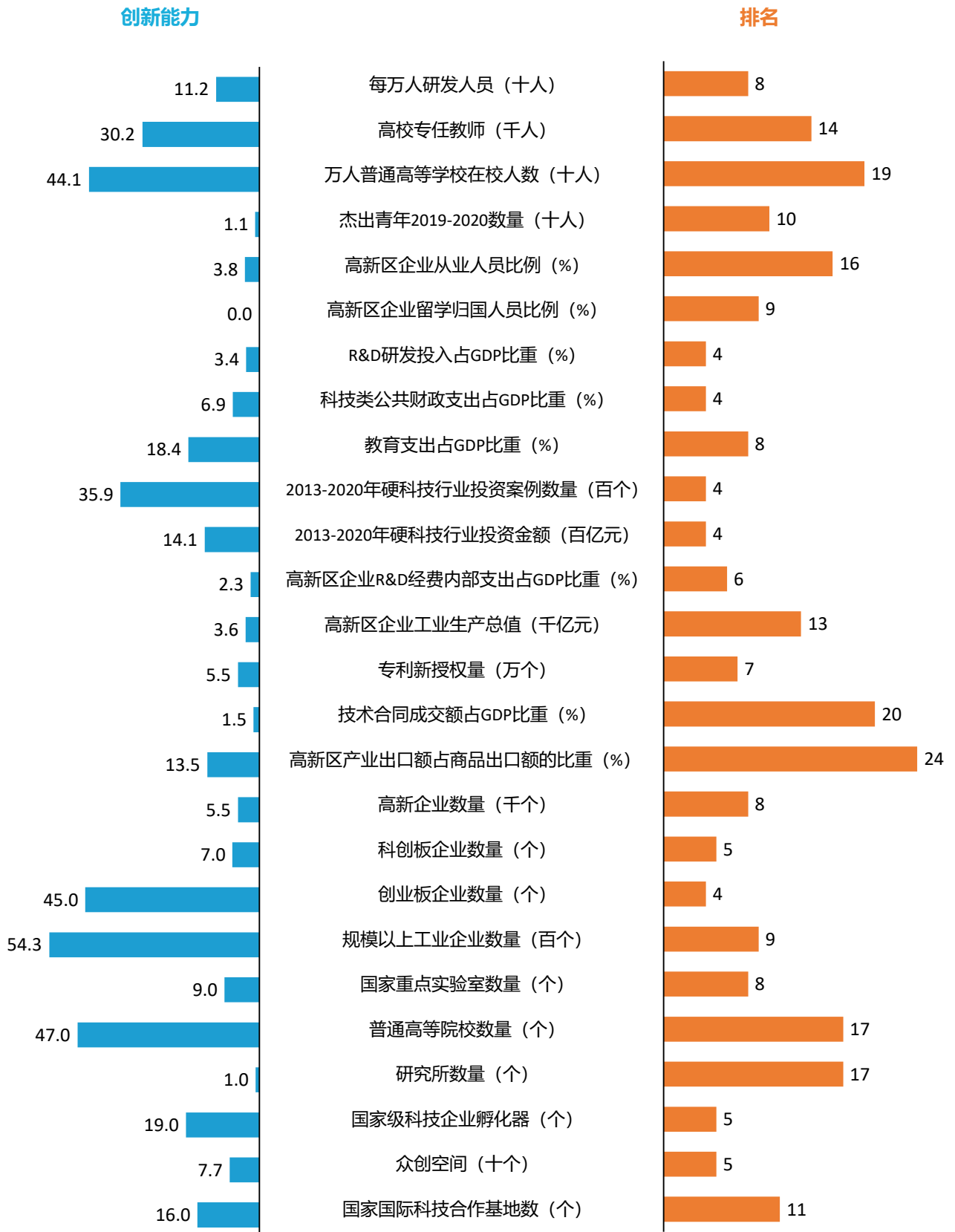
杭州拥有浙江大学、西湖大学、之江实验室、阿里达摩院等知名院校研所，为杭州技术创新提供了大量核心研究人员支撑。此外，杭州现有计算机辅助设计与图形学、工业控制技术等4个人工智能相关国家重点实验室，打造了脑与脑机融合前沿科学中心、人工智能协同创新中心等5个国家级创新平台，科研生态日趋完善。

杭州的城西科创大走廊是科技创新集聚高地，沿线集聚了众多科技研发企业和科研平台，汇聚了高校和科研机构60余家，集聚诺奖获得者和院士工作站19家、博士后工作站22家。杭州未来科技城作为国家4个科技城之一，目前已初步形成以信息技术、生物医药、新能源、新材料、金融服务为主的研发经济和服务经济集群；未来科技城入驻企业达18000多家，落户海归创业项目超570个，高新技术企业约186家，省级研发中心、研究院已达38家之多。

在未来科技城，有聚焦5G技术和应用协同研发的XG（阿里达摩院成立）实验室，和全球首个自动驾驶“混合式仿真测试平台”。未来科技城里的之江实验室，聚焦人工智能和网络信息领域，并以重大科技任务攻关和大型科技基础设施建设为主线，大数据和云计算为基础，未来网络计算和系统、泛化人工智能、泛在信息安全等为方向，开展重大前沿基础研究和关键技术攻关，推进前沿基础研究和应用技术研究的有机互动和深度融合。

未来，杭州将把杭州城西大走廊打造成为面向世界、引领未来、辐射全省的创新策源地，依托领先的技术创新平台和数据生态平台，推动数字经济产业高速发展，形成全球化数字经济产业集群。

亿欧智库：城市硬科技创新能力及排名（杭州）



硬科技应用与发展协同

Application and Synergetic Development of Key & Core technology



四、硬科技应用与发展协同

4.1 硬科技社会价值体现

4.1.1 硬科技推动人类社会向智慧社会提升

人类正迎来以智能技术为代表的产业变革，新一代信息技术、生物科技、新材料、航空航天等硬科技将融入到人类社会的方方面面，对经济发展、社会进步、环境保护等方面产生重大而深远的影响。站在历史发展的拐点，我们要用愿景牵引，规划技术在未来社会的最好发展结果，沿着正确的方向创建未来。

简单来说，硬科技发展的结果就是让社会智慧化，提升生活幸福感，让越来越多简单性、重复性、危险性工作由机器来完成，个体创造力得到极大发挥，形成更多高质量和高舒适度的就业岗位；精准化智能服务更加多样，公众能够最大限度享受高质量服务和便捷生活；社会治理智能化水平大幅提升，社会运行更加安全高效。

社会中的每个人将在教育、医疗、居家、养老等迫切民生需求中，得到更精准、更有温度的个性化服务。以养老为例，全球老龄化人口每年以3%的速度增长，欧洲有20%的人口在60岁以上，而中国60周岁及以上人口为24090万人，占总人口的17.3%。然而据世界卫生组织预测，到2030年，全球医护人员的缺口将达到900万。此时，智慧养老将提供清洁服务、服药管理、健康监控、远程急救、情感陪护等服务，能够有效缓解人口老龄化带来的问题。

联合国报告显示，每年全球有近2800万工作人员死于高危、不健康工作环境，约50%的工伤是由反复性劳损造成的。自动化和机器人，特别是人工智能机器人，将改变大众的生活和工作方式，替代人类从事高危险、高重复性和高精度的工作，并将极大提高生产力和安全性。目前，智能自动化在建筑业、制造业、医疗等领域已经得到广泛应用。

社会治理智慧化，了解政府、企业和市民的需求，让自然、城市、人可持续发展。理想化智慧社会勾勒出一个美好的未来，但也需要社会各方一起围绕提高人民生活水平和质量的目标，加快人工智能、云计算、生物技术、新能源等硬科技的深度应用，形成无时不有、无处不在的智慧化环境，共同创智慧化社会。

4.1.2 智慧社会将推动各组织、场景智慧化

智慧社会的实现，需要有宏观的愿景，制定长期的、系统的战略，拆解硬科技在未来场景中的价值作用；也从每个组织、每个场景入手，解决问题，创造价值，用循序渐进的成功建立持久的信心。所以，智慧化建设要先了解每个场景的需求，以“人”为本，既包括个人，也包括企业以及其他城市服务对象，从以推动经济增长为核心向更多关注人、企业的需求为核心，依托创新性技术，使整个过程智慧化，实现让生活更美好的科技创新应用目标。

迈入智慧化的第一步，是万物感知的唤醒。事实上，数字化转型已经开始以席卷之势为所有的人、物、设备赋予数字标签，万物都将成为数字物种。从车辆到无人机，从城市监控设施到电网，万物以数据流的形式逐步形成泛在的感知。人的感知和联接也将得到升级：智能终端、

穿戴设备、超高清视频、AR/VR 等技术的突破将带来新的感知维度。感知升级将直接驱动智能终端从工具向助理的角色升级，提供“更懂人心”的主动服务。

其次，千亿联接将消除数字孤岛，只有被联接上的数据才是黄金。在千亿联接、千兆联接编织的“极速网络”支撑下，泛在快速联接将构建人、物、环境的基本状态。信息孤岛将被逐步消除，人与物从“建立联接”转向“持续交互”，地区之间的不均衡将被逐步弥合。

第三，感知唤醒和联接升级，将直接带来海量数据的存储和处理。据华为GIV预测，到2025年全球400亿智能终端将具备感知能力；千亿联接将基本消除信息孤岛，实现更快、更安全、更智能的数据交互；由此产生存储数据量每年高达1800亿TB，是目前的20倍。

第四，将数据“资源”转化为创新“智源”，通过智能分析、决策和辅助行动，助力实现各行各业的跨越式发展。通过对各式各样的数据（数字、文字、图像、符号等）进行筛选、综合、分析，并加入基于常识和相关知识及上下文所作的判断后，能够积极地指导任务的执行和管理，进行决策，并最终形成智慧。

第五，智能决策能力不能代替各个企业、行业本身，但它是促进行业有效决策、提高劳动效率的重要手段，形成不同行业在智慧世界中的核心生产力。

最后，个性化智慧化的服务再通过联接和终端形成闭环，将智慧延伸到每一个角落。

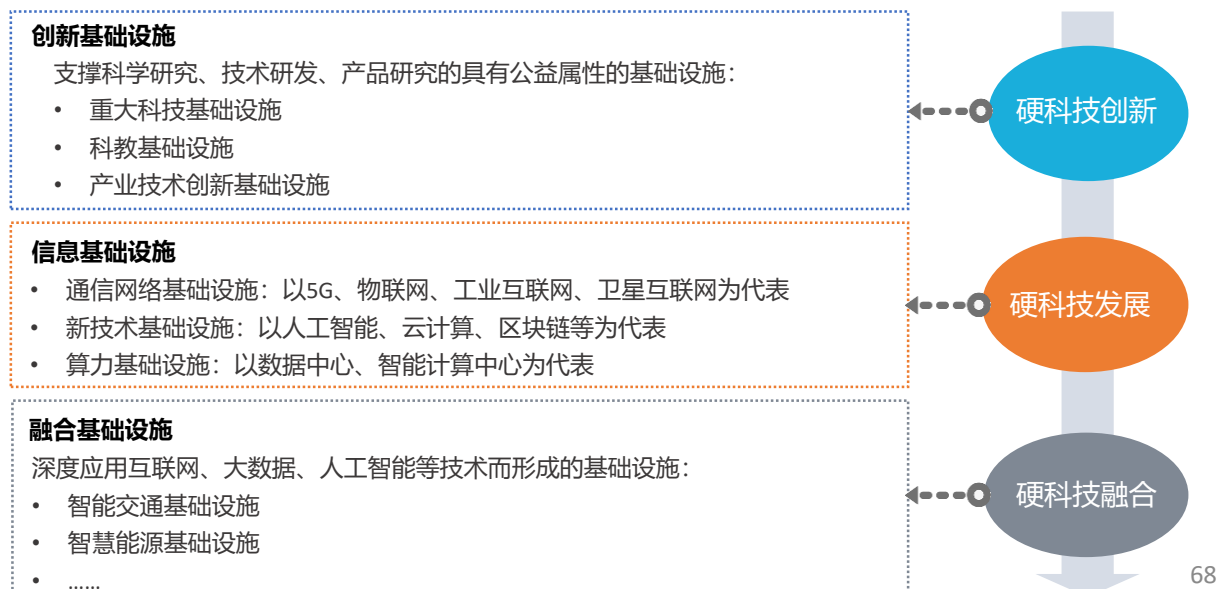
4.2 新基建下的硬科技布局

4.2.1 硬科技聚裂效应

后疫情时期，中国企业面临冰火两重天的新局面，智能升级的产业态势和需求更加显性化，企业需要一个协同融合的思想指引商业行为，为自身降本增效，实现技术创新价值提供支持。

新基建的号角吹响，将加速产业融合与智能升级。新型基础设施是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字化转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。

亿欧智库：新基建发展方向及科技赋能连接

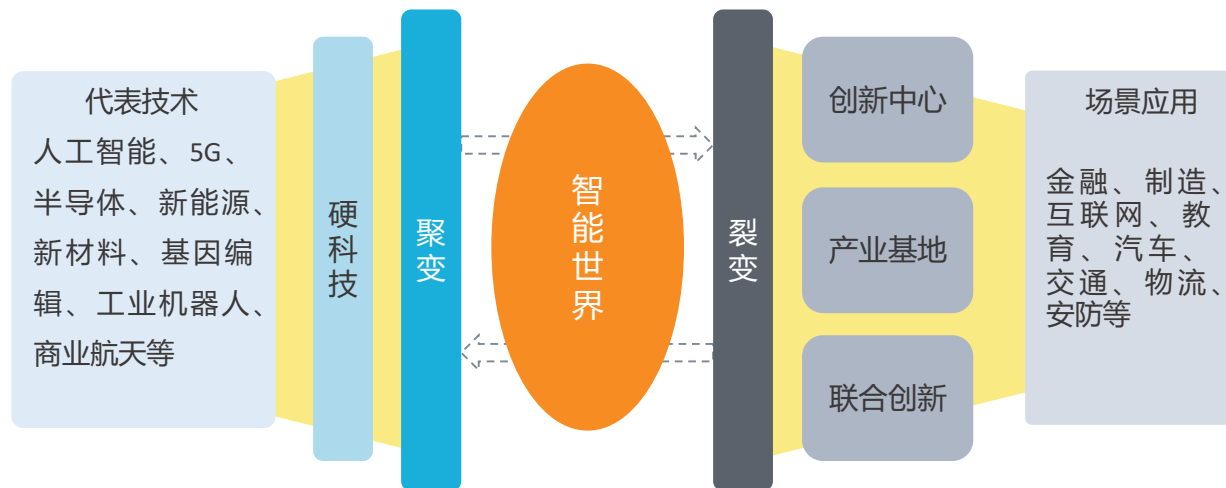


新基建是将“新技术”应用于“新场景”，从而培育壮大“新产业”，从核心内容来看，新基建的建设发展离不开硬科技支撑。以发展方向来看，创新基础设施为硬科技创新提供了底层支撑，信息基础设施为硬科技中的新一代信息及半导体技术发展提供了机遇，融合基础设施为硬科技的落地应用提供了场景化方向。

总的来看，技术创新在社会经济波动阶段，具有强烈的支撑作用，其中基础创新将起关键决定作用。因此，在经济上，通过以不变应万变的“智慧”聚裂和普惠AI，助力新基建建设和经济复苏；产业上，充分释放硬科技技术聚变促成的连锁反应，为智慧、融合、创新型新基建打底，以举一纲而万目张的“技术”聚裂，驱动产业在新基建大势下高质量发展；商业上，应智能基建的东风，以“精准化”聚裂，重塑技术商业发展价值。

通过技术聚变产生的全新生产力，激发千行百业智能升级，更好地发挥硬科技背后的创新逻辑，从单点到多点形成裂变发展。

亿欧智库：硬科技融合聚变带来产业链裂变



4.2.2 硬科技技术聚变

超级技术聚变带来超级生产力。超级技术聚变是各类硬科技交融碰撞，发生能量巨大的化学变化，也将有机结合为创新融合型应用及产品；一连串的超级技术聚变正在可预见性地推动引领新的智能化革命，并以技术聚变为支撑，不断催生新的超级生产工具，带来超级生产力提升。

全行业践行智能升级将带动整个社会升维，进入智能世界。加速数字化转型是国家、产业乃至每个行业正在践行的使命，以硬科技创造“技术聚变”，驱动每个组织智能升级，数字世界将会更加丰富多彩，实现智能社会；当进入智能社会以后，智能的数字世界会产生更高一级的“技术裂变”，又反馈及赋能到每一个组织，使其智能升维，创造新形态、新物种、新型智能社会。

硬科技是走向智能世界的重要引擎，其非孤立存在，而是像几个较轻原子核聚合成一个较重的原子核一样，用一连串的超级聚变引领智能革命前进的脚步。硬科技是整个人类社会进入以知识经济和协同生产为核心增长动能的数字经济时代所需要的新“工具革命”。

技术聚变以云、AI、5G等新一代信息技术为要素，核心连接逻辑为产业智能化内在机理和发展需求，其功能或最终目标为构建智能世界。在以新一代信息技术为代表的交融共生、聚变创新平台上，社会经济产业进行个性化应用创新，当行业创新变得富集时，产业智能革命就孕育而生。

“处于转折点的世界”是经济学家卡洛塔·佩雷斯《技术革命与金融资本：泡沫与黄金时代的动力学》一书中所做的判断。她认为，互联网泡沫破灭后，不管是从模型还是从现实来看，信息技术及互联网革命已经走向了尾声——枯竭和动荡已经出现，经济发展迫切需要下一个技术革命来推动，世界处于变革的转折点。卡洛塔长期研究技术革命，提出了“技术—经济”范式——一场技术革命能为整个经济带来巨变，降低成本，提升效率，并推动经济爆发性增长和结构性变革。她将技术革命分为爆发、狂热、协同、成熟四个阶段，每个阶段大约10年。成熟阶段既是这一轮经济的高峰，也是下一轮技术革命的开端。

通过技术进化史可以清晰发现，技术进步和商业进化并驾齐驱，两者互为表里，交相辉映，合力推动智能时代的到来。“超级聚变”这个新引擎，从2007年起的消费智能发展中开始孕育，在2017以来的产业智能中勃发，成为智能革命最强劲的动力。

目前，互联网这个旧引擎已步入技术革命的成熟期，云计算、人工智能、5G、物联网等作为新的技术驱动力日渐强劲，一场关乎未来战场的大幕徐徐拉开，商业竞争由此嬗变。这场新的战争必将颠覆现有的商业模式，重构产业链和价值链，影响未来20年乃至30年、50年的发展。

4.2.3 商业裂变（技术聚变带来的生产力将裂变到行业中，使得千行百业智能升级）

“脱虚入实”：虚幻价值式的商业形态将会被实体商业的升级取代。疫情、新基建大势及科技聚变的多重刺激下，商业正潜移默化的发生非连续性变化，处在拐点处的企业，都无可避免地遭受冲击，商业规律的重塑将会诞生一个新的商业业态，遵循新的商业秩序以及游戏规则，在生态融合的分享型价值链上，一切冒险式、憧憬式、虚幻价值式的商业形态都将受到严重冲击。

“生态化”：一切皆平台、皆服务，生态化成为商业发展的关键。2019年国务院《政府工作报告》中再次提出“平台经济”的概念，未来十年将是超级平台和产业平台的天下；硬科技产生的科技聚变让产业链平台协同进入一个全新的发展阶段，将出现生态繁荣的景象，同时，商业企业将分层化，大企业扁平化，中小企业聚焦垂直服务。

“知识增量”：一切工业智能的增量来自于行业know-how的数据化、数字化知识再生产。后疫情时代，云、AI、存储和机器视觉以“云、边、端”的融合协作模式，注入新基建，攻破传统制造业模式壁垒，为工业智能化转型、效率和质量提升提供优质增量。新模式下，以行业隐性知识为原料产出显性知识组件，并再次注入生产的知识再生产，与云、存储加持下的跨行业、产业的网络协同，相互有机融合、共振，构建出连续的数字主线和全息的数字孪生，为工业发展提供新动能。

硬科技彼此叠加、互相牵引、融合发展，将进一步加强物理世界与数字世界的互联互通互动，创造智能制造、智能网联车、智慧城市等潜力巨大的数字经济产业，让各行各业的智能革命到达前所未有的拐点，成为我国数字经济发展的关键引擎。

社会正处在向智能时代跃进的临界点。伴随着新一代信息技术的融合和迅速发展，企业与产业发展的底层逻辑已经产生变革，区域经济和智慧城市呈现出崭新面貌，技术的普惠性将从商业实践传递到社会进步的层面。

4.3 硬科技协同促进社会智能化升级

4.3.1 技术协同

如果把“云+AI+5G”的数字基础设施带给产业的影响看成是一场“链式裂变”，目前人类社会正处于类似的临界点，标志是每个领域都在积蓄“核爆炸式的能量”。

据中国信息通信研究院报告描述：“云+AI+5G”将重构工业的生产模式，实现工业产业链中各要素的互联互通，加速工业产业数字化转型。5G实现产业链上各个价值要素的互联互通，高带宽、低延时的特性能够满足对工业领域实时性场景的需求，而连接产生的大量数据汇聚到云端。由云为工业应用提供多元算力，最后由AI平台对工业数据进行训练和推理。ICT技术融入到工业产业发展中，可以实现工业互联的全流程信息感知和事件决策，直接驱动智能终端和智能机器人从工具向助理的角色转变，使工业产业摆脱以往“粗放、低效、高能耗”的生产模式，向着“高品质、高效能、智慧化”的方向发展。

从底层逻辑来理解，数据、算力和算法是奠定“链式裂变”的三大基础。数据是“链式裂变”的“核燃料”，算力是“链式裂变”的支撑体系，算法是“链式裂变”的加速器。

1) 5G

将上述三大技术细化到产业，还有许多中间场景，而这些中间场景恰恰是5G应用的广阔天地。**第一是多元场景应用。**“空口”是通信行业的术语，即终端与基站之间电磁波链接的技术规范，它定义着每个无线信道的使用频率、带宽及编码方法。空口资源是用来传输信号的高频频率资源，在同一地点同时使用同一组频率或相邻的频率就会互相干扰，由于无法处理干扰问题，4G通信标准要求把空口资源片上的参数固定下来，所以4G只能满足一种场景。5G时代，全新数字滤波器技术可以对特定频率的频点或该频点以外的频率进行有效滤除，资源片之间的干扰可以被彻底隔离，因此参数可调，应用场景可调，多元场景将得以实现。

第二是控制信息免疫，是5G商用后可实现另一大成果。4G能把一个信号码分为8个信道，但由于干扰存在，都无法用来传输控制信号。5G同样把一个信号码分为8个信道，华为Polar码通过信号极化，可以让4个信道实现零干扰，用来传输控制信号；干扰集中的另外4个信道则弃之不用。

第三是边缘计算风起云涌。5G的高频传输特点，决定了“边缘”的活跃。5G使用高频信号传输，“穿墙打洞”的能力非常弱，每个工厂、小区、建筑物都要布设基站，数量至少是4G

的10倍以上。宏基站覆盖方圆10公里，微基站覆盖一个小区、一栋建筑，每个微基站下都要布设“边缘”。

超低时延这一能力也让边缘得到大力发展。在5G商用后，接入终端数量激增，未来将是现在的十倍、百倍。如果按照传统的云、网、端的传输模型，把所有终端的数据都传送到中心云上，传输过程中，不仅会造成“数据堵塞”，还会消弭5G的超低时延，需要秒级响应的智能驾驶就无法实现。5G通过有效地引入边缘计算的架构，在功能和算力布局上形成边云协同的体系，覆盖了中心云、支撑私有云及边缘计算节点，将其有效连接形成分布式算力网络，有效地构筑核心云负责学习训练和模型构建、边缘节点负责执行的分布式智能的分工格局。而边缘节点部署在离用户和生产现场最近的地方，形成“就近闭环”的原则，以达成体验优化、经济有效的目的，满足低时延业务的要求。

第四是云网融合技术应运而生。5G全面商用后，无论是基站数量还是接入设备数量都将是4G的十倍乃至百倍以上，必然催生终端创新和计算与网络协同的分布式体系的运维架构创新。云网融合的核心就是，计算功能和网络功能统一作为分布式资源体系中的有机组成部分，进行统一运维管理，实现“端、边、网、云”贯通的自治化分布式体系，成为新一代ICT基础设施。

以上几个关键环节的突破，让多元化场景、垂直行业的敏感业务得以实现，例如，VR/AR眼镜、智能汽车、智慧城市、智能工厂、智能医疗等业务。

2) 人工智能

人工智能是一个融合计算机科学、统计学、脑神经学和社会科学的前沿综合学科，它的宗旨是让机器通过深度学习可以像人那样认知、思考和学习，即用计算机模拟人的智慧。随着大数据、云计算、互联网、物联网等信息技术的发展，以深度神经网络学习为代表的人工智能技术飞速发展，科学与应用间的“技术鸿沟”逐渐填平，诸如泛在感知数据分析、图形处理、图像分类、语音识别、知识问答、人机对弈、无人驾驶等人工智能技术与应用突飞猛进，迎来爆发式增长的新高潮。

如今，得益于算法、数据和算力的共同进步，人工智能在专业性、专用性、普惠性上都有了长足进步。人工智能不再只从事简单重复性工作，还可以在专业性很强的领域超越人类。人工智能正在改变人类的工作方式，图像识别、语音识别和自然语言理解等技术大量地在人机交互场景上得到应用；工业机器人+智能算法让工厂变得智能；流程自动化工具让“机器人”与数据处理和数字系统通信等应用进行交互，执行跨越多个应用场景的复杂嵌套流程。这一切，不仅提高了生产效率还改善了生产质量。

因此，人工智能的发展速度比人们的想象要快得多。根据相关预测，到2030年，全球将有5000亿台智能设备，每人每天将与智能设备产生5000次的互动，50%以上的工作或将被人工智能所替代，全球产业链将再次出现重塑机会。

不过人工智能的应用并非一帆风顺。它能够通过算法和深度学习降低认知难度，实现“数

据价值”，但由于它的算法是神经网络导向的，需要海量的数据支撑。人工智能只知道相关性而不知道因果性，因此产业智能需要营造一个工程师与人工智能共同工作的环境。

但是，颠覆必须在挑战中完成。随着人工智能应用的不断成熟，市场容量也不断攀升。据德勤预计，2025年全球人工智能市场规模将超过6万亿美元，2017年-2025年复合增长率达30%。到本世纪末，人工智能可能会渗透并改变我们生活中的一切。

4.3.2 应用协同

5G变革性技术的应用主战场在千行百业，它是为产业智能而生。国际电信联盟（ITU）定义了5G三大应用场景：增强型移动宽带（eMBB）、海量机器类通信（mMTC）、低时延高可靠通信（uRLLC）。逐一拆开来，每一应用场景都为产业智能提供了强有力的支撑。

“增强型移动宽带”瞄向对网络速度要求很高的业务，它让超高清视频，VR/AR的体验将得到极大提升，移动电影院、千人共享线上“首映礼”成为可能。除此之外，当图像识别、视频识别等机器视觉在智能工厂中越来越多地应用，5G的“增强型移动宽带”不仅能让机器视觉类多媒体传输更加快捷便利，而且将推动工业互联网进入人机合一的界面。

“海量机器类通信”可以用来完成海量的实时运行数据的采集，这是物联网的关键环节，也是万物互联的第一步。据全球知名咨询公司IDC预测，2020年，全球物联网设备量将达到281亿台，市场规模将达到1.7万亿美元。

“低时延高可靠通信”则是针对容错率较低，需要通信网络非常稳定的业务，例如车联网、工业控制等物联网垂直行业特殊需求。

以云化机器人为例，云化机器人是机器人通过5G网络与云端控制中心和边缘数据中心相连，实时按照边缘/云端传来的超低时延的指令，依靠自身拥有的自组织和协同能力进行柔性生产。由于它的“大脑”——数据存储、运算控制等功能都在云端，所以被称为“云化机器人”。与传统机器人相比，“云化机器人”减少了复杂的软硬件设施，更像是一款工业移动终端，成本低，功耗小，具有超高的经济性。

“云化机器人”生产场景的背后，还有一套技术系统：布设在生产线上的传感器把与控制模块训练相关的数据传到云端、与执行相关的数据传到边缘，AI利用机器学习等给予算力算法保障，两者构成的超高计算平台，对生产制造过程进行实时运算控制。不过，这一切都必须在5G网络的支持下进行。5G是使能云化机器人的关键，有了它的大带宽快传输，工业生产环节的海量数据才能快速上云，毫无“拥堵”之虞；有了它的高可靠低时延，云化机器人才能无缝响应来自云端的控制和来自边缘的执行指令；有了它的大连接，工厂内才能布满传感器且随时调整。

因此，“云化机器人”并不是单一技术在起作用，而是云计算、人工智能、5G、物联网等一批技术之间的交融共生，即“硬科技超级聚变”，产业智能的内在机理和需求是连接逻辑。具体来说，云是存储和计算数据的使能，AI叠加在上面且贯穿全过程，5G是采集大数据的使能

技术，三者交融聚变构成新一代智能革命的基础设施，即这一轮智能革命的新引擎。

微笑曲线是我国制造业的真实写照。但智能时代有望改变这一切。随着大数据、云计算、人工智能等技术的飞速发展，将为制造业产业带来三个改变：一是消费智能完成从物流、销售、客户的工业链路价值重构；二是智能工厂又开启生产制造环节的创新，实现以满足个性化需求的柔性生产；三是从产品设计到销售运维，实现产品全生命周期的掌控。伴着这三个改变，生产商变成举足轻重的角色，微笑曲线有望被颠覆。

透过微笑曲线的颠覆，中国产业未来发展将是全局优化。例如，智能工厂不仅需要让数据采集、监控、制造执行等系统相连，还需要一个基于硬科技聚裂效应的“操作系统”。

但是，全局优化并非如此简单。从需求来看，垂直行业或企业希望针对整个行业或企业进行全局优化，不仅需要更高效、更简单便捷的ICT基础设施，还需要把涉及的数据、信息和知识通过ICT技术和系统集成进行行业知识生产的生态平台，且实现行业知识组件作为制成品的“柔性生产和按需供给”的产业模式升级。作为全局优化的数字化转型在实现本行业或者企业业务目标的同时，也在促进新的知识生产工具诞生和完善，其首要任务把分散在企业的软件和系统及行业知识生产模式进行升级，将零散点连成线、连成体，重构知识链、资产链，改变企业内部价值创造业务流的结构和节奏。行业知识在业务流中生产原料、生产装备、生产工艺和流程、制成品中的有效注入，将是核心动能要素，有力地支撑全局优化。借力全局优化平台，制造企业可顺利完成智能化升级。

4.3.3 技术进步推动产业升级

传统商业时代，企业先生产再销售，根据销售的情况扩大再生产（或减少产量）。所以商业逻辑是物流-资金流-信息流。这是较为落后的“恐龙级”过程，会产生大量的囤货、库存，物流效率极低。如果出现错误的市场导向，将造成巨大损失。

互联网时代，以电子商务起家的亚马逊颠倒了传统商业逻辑的顺序。用户在网站先下单，平台协调供应商，并通过物流实现存储和配送，把货送到用户家中。商业逻辑是信息流-资金流-物流。因此，亚马逊不需要存房，货直接从工厂发货给用户，节省了中转时间。

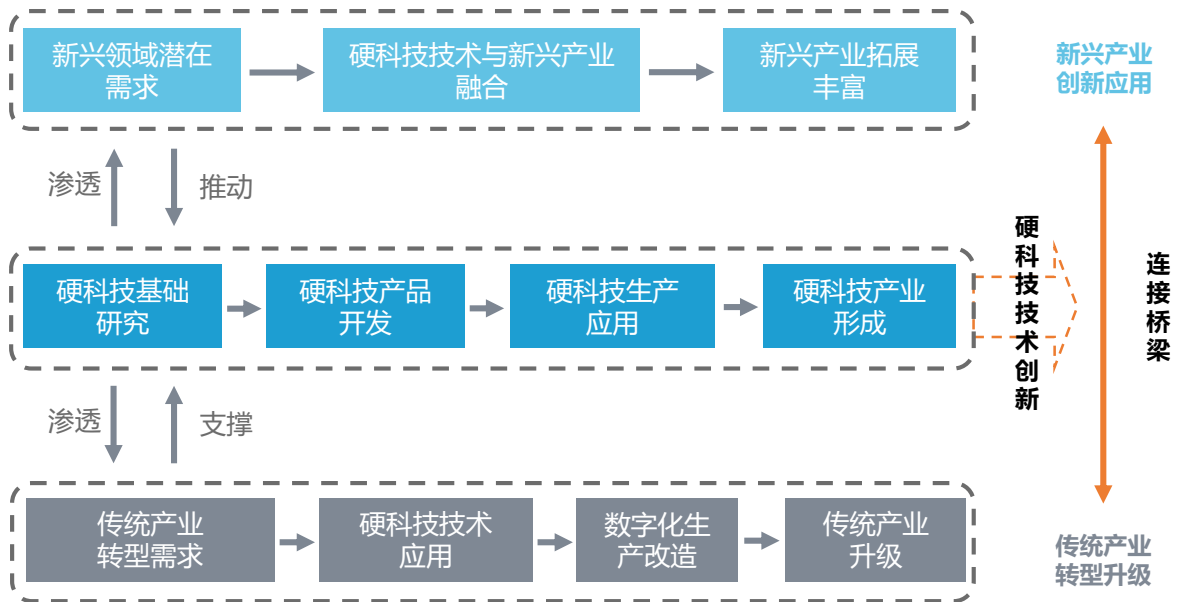
智能时代，亚马逊在互联网时代的流程上泛在地叠加了人工智能。用户登陆亚马逊的终端搜索想要的货品，亚马逊根据存储在云端的、用户既往浏览和购买的数据，用AI算法优先算出用户可能喜欢或需要的货品，然后推荐产品。此外，各类智能化终端越来越丰富，除了手机，音箱、台灯、电视、冰箱、扫地机器人等都成为智能入口，未来有可能更便捷地通过这些端，发出指令，买回自己想要的物品。

基于服务的智能化改变，处于服务端上游的制造业是下一个战场上角逐的重点。智能制造以机器、原材料、制造系统、信息系统、产业以及人之间的网络互联为基础，通过对工业数据的全面深度感知、实时传输交换、快速计算处理和高级建模分析，实现智能控制、运营优化和生产组织方式变革。与传统制造业相比，信息系统、感知系统、控制系统、AI系统等都是新的，而且这些系统彼此作用，成为拉动制造业质量变革、效率变革、动力变革的新引擎。

智能制造至少有两大大应用场景：一是生产智能，大量使用图像感知（相机、显微镜）+深度学习技术提高产品检测效率；将工业机器人应用在分拣、装配、焊接、组装、包装、搬运等环节，提高工艺流程的精度和效率。二是产品智能，比较成熟的是VR智能眼镜，将人带入虚拟现实领域。

历史上，每一次科技产业革命，都会带来核心技术的变化，引起新的产业群体出现，进而导致关键生产要素的变化。在智慧社会，数据以可复制、可共享、无限增长、无限供给的禀赋及边际成本几乎为零的特点，成为推动发展的驱动力，是新的生产要素。数据生产要素的作用发挥需要形成“任意对象和信息的数字化”、“任意信息的普遍联接”、“海量信息的存储和计算”的一般性生产技术条件，才能成为指挥实体运行的关键，实现各个场景的智慧化。而云、AI、5G、计算、IoT等硬科技主要聚焦数据的全生命周期，围绕数据的传送、处理、学习推理、交互（包括呈现、输入、感知等）展开。这些技术就像是一个有智慧的生命体，互相协同，共同发展，支撑物理世界的各行各业迈向智慧化。

亿欧智库：硬科技创新连接作用



参考来源：亿欧智库整理

硬科技发展前景展望

Prospect of Key & Core Technology



五、硬科技发展前景展望

5.1 硬科技顶层设计

当下，全球经济格局面临洗牌重塑，国际产业竞争持续上升，谁能在科技革命和产业革命中取得先发优势，便把握住了经济主导话语权。

国际产业动荡变革为中国硬科技产业带来发展机遇和全新挑战，一方面受美国政策封锁及产业制裁，部分国际高端产业技术合作难以维继，中国高技术产业承受增长创新压力；另一方面，5G、人工智能、量子计算、生物医药等新一代产业技术迎来爆发窗口期，为中国硬科技发展提供了全新追赶机遇。

在机遇挑战下，中国硬科技创新发展需更加注重顶层设计，打破传统科技创新路径，开辟战略转型发展新道路。警惕美国在技术及经济上的制裁打压，避免重蹈日本半导体产业发展覆辙，失去产业竞争话语权。同时学习德国工业制造规划设计路径，依托技术创新塑造“精细化”“高精尖”“高品质”工业发展模式，率先规划布局工业4.0方向，稳固其所在领域竞争优势。

中国在硬科技规划布局上，要建设适应当下时代发展的国家硬科技创新体系，加强中国在底层科技方面的创新突破，打破国际封锁，实现硬科技引领经济社会转型升级的强国之路。通过制定具有前瞻性的硬科技创新发展规划，以全球科技发展视野谋划中国未来科技创新体系。以战略性基础科研体系、前沿关键核心技术创新体系、实验发展研究应用创新体系为基准，全面完善硬科技发展的技术创新规划，推进现代化科技治理水平和治理能力。

其次，通过完善研发经费投入、硬科技研发人员能力提升、科研成果转化体系，形成包容的人才集聚培养环境，重视硬科技落地应用服务价值，保障科技成果转换能力，从而真正抓住硬科技关键发展机遇，向国际一流科技强国水平迈进。

5.2 硬科技发展路径

5.2.1 国际开放合作，加强全球技术创新协同

全球化发展方向不可逆转，国际分工趋势依然明显，全球国家优势核心技术及产业交流转移成为推动产业革命创新的重要因素。中国需进一步与国际先进科技发展道路接轨，深度融入全球科技创新体系，以更强的硬科技实力应对美国技术封锁及经济发展遏制。

在学术研究和产业交流方面，中国以开放包容的创新心态，大规模开展多元化的科研合作，构建全新创新信息共享平台，并在高尖端硬科技领域进行合作探索；积极加入国际学术学会和技术标准组织，共同参与国际先进技术标准制定，贡献中国科研成果，发挥硬科技创新价值；加强全球科研人员沟通交流，打造中国硬科技国际产业交流基地和研发机构，鼓励科研院所、高等院校与海外研究开发机构建立联合实验室或研究开发中心，同时支持国内创新企业在海外设立研究开发机构或产业化基地；构建全球科研合作服务平台，在多边科技合作协议框架下，展开国际硬科技合作项目。

如丝路全球商学院发展论坛为硬科技发展提供了学术交流、教育培训、项目合作、资源共享、创业投资的一体化平台，有效集聚创新产业链条上的项目、人才、园区、资金要素，形成深度融合的全球科技创新服务体系。

5.2.2 加强硬科技产业链布局，完善硬科技产业链集群

受全球经济贸易风险和技术封锁影响，国际产业链、供应链稳定性逐步下降，由外向内传导，对中国高新技术产业负面影响逐步增大。面对复杂的国际竞争态势，中国要提高产业链、供应链的稳定性，提升国家产业竞争水平，注重补足产业短板和锻炼产业长板，加强对产业关键发展节点的控制力和产业生态的主导力。产业生态协同将决定“产业链”的广度，进一步推进硬科技产业链和供应链的“双循环”，提升产业现代化发展水平。

打造国家先进硬科技产业需在产业布局上深入细化，依托地方现有硬科技产业集群，通过“补链”“强链”“延链”方式，提升产业运转通路，强化产业重点技术发展水平和工程实施项目，引领产业结构优化提升，从短期“补链”、中期“强链”、长期“延链”入手，形成可持续化的产业增长动力，实现产业经济高质量发展。

除此之外，面对硬科技产业的超前性和颠覆性，地方政府还应在“引链”“串链”“铸链”等方面，结合产业发展要素和科技发展资源，及时规划布局，合理吸纳科技创新成果，助力硬科技特色产业成长崛起，形成区域优势创新产业。

5.2.3 重视硬科技生态转化应用，强化产业落地服务水平

目前，中国是全球唯一具备联合国39大工业门类的制造国家，完整的工业体系为硬科技发展打下了坚实基础。依托庞大的工业体系，中国硬科技发展拥有源源不断的创新动力和巨大应用潜力空间，科技创新赋能传统产业转型升级成为未来重点方向。

一方面，加强工业生产联动性，提升制造业协同创新，通过重点导入硬科技创新技术，激活上下游发展活力。开展基于核心支撑软件、关键技术设备、先进制造工艺和工业互联网大平台为代表的智能化改造，提升硬科技转化能力。

另一方，注重硬科技发展落地服务水平，全面提升新技术、新业态、新模式创新发展能力，依靠传统产业转型为硬科技提供的创新应用创景，推动数字经济、平台经济、智能经济持续壮大发展，通过人工智能、大数据、云计算、5G落地融合，使原有产业向智能化、高端化、绿色化发展。

5.2.4 风险资金引导助推科技企业成长，资本投入更需注重技术价值

硬科技领域具有大投入、长周期、高风险等发展特点，而科技企业初期发展时，缺乏长期有效的资金支持，资本投入水平有限成为约束硬科技企业发展速度和发展质量的关键因素之一。

高效、成熟的风险资本投入对于初创类硬科技企业成长孵化有着重要推动作用。美国是全球风险资本投资最活跃国家之一，美国硅谷科技巨头早期发展壮大大多依靠成熟的风险资本支持，早期半导体产业和互联网产业便是在风险投资中涌现发展的典型。风险投资完成了弥补传统融

资渠道不足、扶持硬科技企业走过初创期的重要任务；同时，风险投资在解决企业研发投入问题时，也大大激发了核心研发人员的创造积极性。

关注风险资本在硬科技培育过程中的引领作用，加强国家和地方对创业投资的支持引导，创立专门服务中小硬科技企业的创新基金，发挥科技成果、产业孵化基金的功能价值，专注中小硬科技企业培育发展；同时调动社会资本，加大在硬科技初创领域的投入力度，发挥市场价值导向作用，甄选优秀硬科技企业重点培育。

资本市场方面，科创板、创业板的注册制实行为硬科技企业提供了新的融资通道，降低了科技企业的融资门槛，为社会资金向硬科技企业集聚提供了良好平台。但在引导企业上市和支持企业成长方面，同样需要提防资本市场大幅开放产生的逐利模式，从而形成浮躁的商业逻辑，使资本热度追求过高产生市场倒挂，忽视技术成长的实际价值。

5.3 硬科技推动全场景智慧化发展

以云、AI、5G等为代表的硬科技涉及电子信息制造、软件与信息技术服务等多个领域，具有产业链条长、辐射范围广、技术创新活跃、产业带动性强的特点，作为各行各业迈向数字化智能化的基础支撑，为行业提供无处不在的网络、无所不及的智能、多样化的强劲算力支撑，赋能实体经济高质量发展。

5.3.1 硬科技融合发展促进上下游企业协同创新，激发地方就业活力

中国加速新型基础设施建设，以新发展理念为引领、以技术创新为驱动、以信息网络为基础，面向高质量发展需要，打造升级、融合、创新的基础设施体系。各省份陆续出台政策和规划，加速产业数字化转型。如此大规模的投资，会拉动从底层硬件-基础软件-应用软件-信息服务，到智能终端设备的端到端发展，能持续卷入和推动上下游大小厂家进行产业升级。

以新基建和全场景智慧愿景发展为契机，依托新一轮硬科技的融合发展，将有力带动数字产业各环节的创新，将更多企业带入上升发展螺旋，不断打通产业瓶颈，夯实产业基础，共同创新和发展，从而形成优势的信息产业体系和产业集群，为地方创造源源不断的产业发展活力和投资就业机会。与此同时，硬科技的长期发展将持续吸引来自硬件设计、软件开发、系统集成、生产制造、技术培训、配套服务等各个领域的高端优秀人才和专业技术人员集聚，推动地方信息技术产业软实力不断提升。

5.3.2 良好的硬科技基础，赋能行业智能升级，驱动行业创新加速

硬科技价值的发挥依赖于与具体产业或经济形态结合。如与城市的结合形成智慧城市，跟工业制造结合形成工业制造4.0，跟物流结合形成智慧物流。智能体与产业的结合，并不是简单的1+1，会为传统产业带来放大、叠加乃至倍增的作用。

硬科技与行业的结合，需要大量专注行业及垂直细分领域合作伙伴来共同实现，围绕智能交互和智慧应用两端构建生态。在智能体边缘，实现与行业终端的连接，使其具备需要广泛的边缘的感知能力，包括对人、物以及环境的感知；同时，基于智能应用的开放平台，构建上层行业应用，支撑数据和决策内容的展现，驱动社会全场景智慧加速到来。

附录：城市硬科技指数评价指标的建立

1、将二级指标进行无量纲归一化处理：

对所有城市的26个二级指标分别进行指标的无量纲归一化处理，使指标值处于[0,100]之间，以消除二级指标在计量单位以及数量级的差异，方便计量和比较。

二级指标计算方法为：

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{minj}}{X_{maxj} - X_{minj}} \times 100$$

其中， Y_{ij} 代表第*i*个城市的*j*指标在进行无量纲化之后的值， X_{ij} 为原始数据， X_{maxj} 、 X_{minj} 分别为所有城市中*j*指标的最大值和最小值， $i=1\sim 38$ ， $j=1\sim 26$ 。

2、采用等权重法计算一级指标：

指标的权重对最终排名的结果有重要影响，本报告采用国际竞争力评价中通用的等权重法来确定各个二级指标的权重，加权得出一级指标值。

一级指标计算方法为：

$$Z_{ik} = \sum_{p=1}^{n_k} a_k Y_{ip}$$

其中，*k*代表第*k*个一级指标， a_k 代表第*k*个一级指标下每个二级指标的权重， n_k 代表第*k*个一级指标所包含的二级指标数，*p*代表第*k*个一级指标下，第*p*个二级指标。

3、等权重法计算科技创新能力指数：

同样采用等权重法，对科研人才、硬科技投入、高新技术产出、硬科技企业、以及科技创新环境这五个指标都赋予20%的权重，加权得出最终的科技创新能力指数。

城市硬科技指数计算方法为：

$$Z_i = \sum_{k=1}^5 a_k Z_{ik}$$

其中， a_k 为一级指标的权重。

4、城市选择：

按照上述评价方法，选择国内GDP排名前34城市及以外的主要省会城市，对共计38个国内主要城市进行硬科技创新能力综合评价。



网址: www.iyiou.com/intelligence

邮箱: zk@iyiou.com

电话: 010-57293241

地址: 北京市朝阳区霞光里9号中电发展大厦A座10层