



高端装备如何成为建设科技强国的有力抓手

□ 干 勇



干勇，中国工程院院士，中国工程院原副院长、国家新材料产业发展专家咨询委员会主任。长期从事国家产业发展战略研究，以及新材料、冶金、现代钢铁流程技术研究，是我国著名的战略科学家。主持国家“十一五”重大支撑计划项目，并担任国家科技创新2030重大项目“重点新材料研发及应用”编制专家组组长。

装备制造业是国之重器，是实体经济的重要组成部分。近十余年来，我国装备制造业成为推动工业增长的主力，高端装备制造业发展势头向好，产业规模不断扩大。后来者居上的北斗卫星导航系统、屡创世界之新的百万千瓦水轮发电机组、成功逆袭的盾构机、破除“海上禁区”魔咒的海洋石油钻井平台、突破技术封锁的三代核电机组等一大批标志性装备取得突破，国际竞争力不断增强。高端装备如何成为建设科技强国、实现高水平科技自立自强的有力抓手？

党的二十大报告指出，坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。我国大国重器为什么能达到现在这么高的水平，进入国际一流方阵，有的甚至超过国外同类集成技术的重大装备。因为我们用40多年的时间追赶了西方国家200多年的工业化进程，科技创新能力和制造能力跃上了新台阶。

中国盾构机进入国际一流方阵

中国的基建任务量大，要求也很高，随着铁路、公路、地铁、海底隧道等大量基础设施的建设，盾构机需求很大。盾构机是一个涵盖了机械、液压、电气、力学等数十个学科交叉复杂的大型装备，有3万多个精密的零部件，每一个单体控制就有2000多个控制点。我国地形非常复杂，幅员辽阔，所以盾构机在使用过程中会遇到各种各样的问题，是世界上最难的。盾构机的刀盘非常重要，如果断裂它就失效了，所以我们必须保证整个刀盘的强度和韧性，它的寿命绝对要保障。原来我们用的盾构机完全是靠进口，从德国买一个盾构机，刀盘一断，拿回去一换，5000万元修一次，而且影响工程进度。

2008年我们制造了“中铁一号”，完全是自主设计，打破了洋盾构机一统天下的格局。后来我们研发了“京华号”——最大的盾构机，开挖直径16.07米，机器长150米，重4300吨，是个巨无霸。我们攻克了常压换刀、泥水远距离高效大功率输送难题，同时把凿好的隧道进行封顶，全部工作同时完成。川藏铁路是迄今为止建造难度最大的铁路，全长1800多公里、340座大桥、180多座隧道，桥隧占比为84%，而且岩石非常坚硬，一般的盾构机根本无法掘进。但是我们中国铁建研发的硬岩隧道盾构机就解决了这些难题。

目前我国盾构机出口了24个国家，特别最近3年，硬岩掘进的隧道盾构机出口超过了103台，金额大概235亿元，进入了盾构机研发制造的国际一流方阵。

“强天下者必胜于海”

“强天下者必胜于海”，发达的海洋经济是建设海洋强国的重要支撑。但是走向“深蓝”并不比走向“深空”简单。这里是世界各国科技力量角逐的重要舞台。在海洋工程装备制造研发中，我们遇到了很多挑战。深远海地质条件复杂，既有高山峡谷、硬岩淤泥，还有台风袭扰、暗流涌动，既要面对海水的超强腐蚀，又要抵抗大洋深渊的超高水压，突破这些难关必须掌握高端海洋工程装备制造技术。以前我们说向海洋还要20万亿元GDP（国内生产总值），现在快完成了一半。中国海洋工程装备支撑了我国海洋经济9.5万亿元，预计未来的速度会更快，为300万平方公里海域的发展开发增添了澎湃的动力。

为什么南海这么重要？我们每年大概要引进5亿吨原油，占了我们自己用油的70%。我国55%以上的油气资源，现在都埋藏在水深超过1000米的南海海域。20世纪80年代，6个国家（包括美国）的石油巨头在南海展开了长达20余年的勘探，想在这里开采石油。但由于钻井事故频发，虽耗资50亿元，最终纷纷铩羽而归。南海因此被国外石油公司称为“海上油气勘探开发的禁区”。后来中海油、大连船舶重工联合起来，让我们彻底打破了“海上禁区”的魔咒。

南海采油有几个难关，主要是台风和内波。应对远洋台风，我们有时间准备，但是南海本身的土台风距离近、来得快，而且南海内波（水下暗流）涌动非常复杂。我们的钻井平台有1万多个传感器，对船的位移，包括船舶的方向，空气中的风、温度、海水流速等指标进行监测，完全能够随时响应环境变化。两个定位系统，一个是锚泊定位系统，一个是动力定位系统，上抓北斗，下抓地下的声呐信标，综合天地协同定位。另一个难点是深海之下工作环境恶劣。在1000米以下的深水里看不见光线，45厘米的钻头对准井口插进去，只有1.8厘米的缝隙。为此，我们研发了能精准对位的水下机器人，深潜能力达到4500米左右，解决了进行各种复杂的水下作业的难题。此外还有井喷和浅层气，如果钻井时在浅层发现有天然气是很危险的。如果一旦钻透，气体很快喷发到平台位置，就面临机毁人亡的危险，但是我们依靠精确的控制技术很好地解决了这个问题。

“人工智能+”，加什么？

“人工智能+”代表了一种新的范式，即将人工智能技术与其他行业或领域有机结合，以创造更多价值。这种整合不仅仅是将现有的人工智能技术应用到特定领域，更是通过结合不同领域的专业知识和数据，实现互补性和协同效应，推动技术和行业的进步，培育新质生产力和经济增长新动能。

人工智能+产业=新质生产力。人工智能与产业融合，可以对传统产业生产过程中的数据进行实时监测和分析，优化生产流程，提高生产效率；可以助力传统企业采用自动化生产线，减少人工成本，降低企业运营成本；可以通过大量数据进行深度挖掘，帮助传统企业提供更加个性化的产品和服务解决方案；可以依托大数据分析，使传统产业更好地了解市场需求，提前布局，提高产业竞争力。作为新一轮科技革命和产业变革的重要

驱动力量和战略性新兴产业，人工智能的技术赋能引领了传统产业全方位变革创新和优化升级，催生了新质生产力。如人工智能+医疗，正在改变诊断、治疗和研究的方式，提高了医疗保健的效率和准确性；人工智能+教育，带来了个性化学习、智能辅助教学和学生评估等创新，促进了知识的获取和应用；人工智能+金融，实现了更精准的风险管理、欺诈检测和投资决策，提升了金融业的运营效率；人工智能+制造，促进了智能制造、预测性维护和自动化生产，让制造企业更具竞争力和灵活性。

筑牢能源安全的根基离不开高水平能源装备

我国是世界上最大的能源消费国之一，推动能源科技实现高水平自立自强，已成为把握新一轮科技革命和产业变革机遇、赢得创新发展主动权、保障国家能源安全的必由之路。筑牢能源安全的根基，离不开高水平能源装备。

我国的能源装备市场规模达到了1.8万亿元，占全球1/4，特别是新能源发展优势明显，锂动力电池、光伏芯片产量占全世界90%以上，光伏组件占全世界78%。我国的光伏电池达到26.1%的转化率，达到世界先进水平，为可再生能源大量用绿电或者生产绿氢创造了条件。

中国是唯一掌握和实践特高压这项尖端技术的国家。所有超高铁损取向硅钢全部国产，变压器从100万千瓦安、300万千瓦安到450万千瓦安，国产超高铁损取向硅钢都能用。我们突破了数百项特高压的工程技术，已经有33项特高压工程，线路长达5万公里以上，以近5000亿元直接投资带动西部地区投资1.3万亿元，每年拉动西部地区GDP2600亿元，增加税收500亿元。我国需要建设非常大型、安全强大的能源网络，这个能源网络可以接受微型网分布式发电，特高压就是网络组成的核心部分。我们累计出口了500亿美元的超高压工程装备，例如利用我国的设备从巴西的美丽山，把亚马孙河将近1100万千瓦的发电输送到里约热内卢和圣保罗，输送工程长达2000多公里，巴西非常满意。特高压技术可能很多国家多少年都学不来，我们已经达到很高的程度，可以说遥遥领先。

人工智能+政府=治理能力现代化。人工智能与政府融合，一方面可以助力政府构建智能政务服务平台，实现政务服务线上化、智能化，提供智能化咨询、引导及办理服务，提高政务服务效率和质量；另一方面政府利用大数据技术，可以实现对政策实施效果进行实时评估，为政策调整提供科学依据。同时，基于区块链技术，政府可以加强政务数据的安全管理和隐私保护，确保政务数据的安全性和合规性。人工智能的技术赋能通过优化政务服务流程，提升政府智能化水平，加强政府数据共享与互通，有助于提升政府决策的准确性和效率，推动政府治理体系和治理能力现代化。如12345智能热线，充分运用CT、IT、AI等先进技术，推出政务专属客服机器人，为政务热线提供智能问答、智能受理、智能填单、智能派单、智能质检、智能回访、智能知识库、大数据分析等智能化服务，显著提升了热线服务水平，优化了

了服务流程，统一了服务标准，提高了服务效率，真正做到了实时、便捷、高效、智能、可控。

人工智能+民生=人民群众美好生活。人工智能与民生融合，首先，可以实现智能化助力生活便捷。智能家居系统可以通过语音或手机APP控制家中的电器，实现智能化管理，让人们居住环境更加舒适和安全；智能助手可以帮助人们高效地管理时间，安排日程，提供各种实用信息，让生活更加有序和高效。其次，可以实现个性化服务提升生活品质。通过大数据分析和算法优化，音乐、电影、书籍等推荐系统可以帮助人们发现更符合口味的作品，智能购物推荐系统可以让人们找到更适合自己的商品，个性化服务让人们的生活更加多样化、丰富多彩。再次，可以化解难题增进社会关怀。智能化的城市交通管理可以缓解交通拥堵问题，智能化的环境监测可以帮助人们更好地保护环境，智能救援、自然灾害预测可以保障人们的安全。最后，可以激发潜能助力创新发展。智能驾驶的普及、人机交互方式的创新及更多领域的智能化革命，将进一步提升人们的生活质量，让美好生活成为每个人的现实。

开展“人工智能+”行动，将推动人工智能有序赋能重点领域，加快重塑产业生态，培育经济发展新动能。人工智能是形成新质生产力的重要引擎，需要加快前瞻性基础研究、不断

高端医疗器械和生命科学完美结合

高端医疗器械关系14亿多人口健康需求，和生命科学完美结合。全球医疗器械市场规模达到6000亿美元以上。目前我国高端医疗设备已取得突破性进展，超声设备、CT机、核磁共振等高端医疗影像设备国产率已占50%左右。我国3个特斯拉的核磁共振“联影”获得国家科技进步奖一等奖，5个特斯拉的设备已开展攻关。另外，

我国开发了多模态的分子影像装备PET-MRI，首台国产体外膜肺氧合机(ECMO)上市。在新冠疫情期间，工信部紧急启动ECMO专项，4家单位100名科学家临危受命，1000天完成任务。2023年1月国产ECMO获得了三张注册证，三周之内生产了300台，解决了重症救治的燃眉之急。但是总体看，我国高端医疗器械仍然大量进口，年进口额180亿美元左右，还需要进一步努力。

北斗系统完全取代GPS没问题

北斗系统完全取代GPS没问题，为我们安全、可靠、精准定位和定时提供了非常强大的支撑。现在我们南海领域全部换装北斗系统的航标，我们的卫星可以覆盖全球。但是，我们的基站没有美国的便利，美国在别的国家可以大量安装基站，我们出了中国就很难。为了解决这个限制，需要把卫星连接起来，卫星的互联通过互相计算、互相定位，能看到全世界每个



角落，通过与国内的基站进行信号比对和修正，通过云平台监控系统，从而达到非常快的速度多轨道组网运行。

新质生产力提供新需求新机遇

一个个举世瞩目的国之重器背后，是制造业加速智能化转型的革新力量。在席卷全球的人工智能浪潮下，国之重器有了“智慧大脑”，新质生产力加速形成。未来我们该如何布局，加快实现高水平科技自立自强？

未来国力比拼靠算力。算力就是国力体现，建立在算力基础上的新一代的人工智能、连续大数据是未来决定胜负的重要手段之一。我国重视算力底座的构筑，例如建立超算中心、大数据中心、数据库等。在材料领域，材料基因组计划利用大数据加高通量计算、高通量制备和表征测试，通过算力把新材料的研发成本降低一半，研发周期缩短一半。特别是未来量子计算、量子检测发展起来以后，我们还有一定基础。我国在数学学习方面人才济济，我们不怕艰苦，也甘于寂寞，要集中力量为算力底座打下基础。

光刻机是芯片发展的拦路虎。芯片战争实际上是算力之争。高端芯片是中国的一个短板，我们在先进制程受制于人，但是我们做到了7纳米的设计、14纳米的制程、12英寸大硅片的生产。光刻机的供应链高度依赖国际分工，3万多个分件，超过10万个零部件，13个系统，全球5000多个企业为它服务。高端光刻机把全球最好的技术、最精密的技术和装备部件耦合在一起。国产光刻机要守住底线，奋起直追。

大国重器体现了中国的制造实力、硬实力，新一代材料要引领高端制造业的发展。面向未来产业的量子技术、自旋电子、低维材料、超导材料、超宽禁带半导体等等，我们要提前布局。

习近平总书记提出加快形成新质生产力，标志着科技创新高质量发展的崭新时代已经来临。新质生产力将加快高新技术的转化速度，未来产业会尽快落地和发展。让我们以科技自立自强为己任，为实现中华民族伟大复兴而奋斗。



更多精彩内容扫码看视频

「人工智能+」，加什么，怎么加？

□ 赵志宏 林强 敦帅

2024年《政府工作报告》在部署今年工作任务中强调，深化大数据、人工智能等研发应用，开展“人工智能+”行动。“人工智能+”作为一个新关键词引发广泛热议。“人工智能+”首次被写入《政府工作报告》，这个新提法为发展数字经济、推进数实融合指明了新路径。值得注意的是，“人工智能+”并非简单相加，而是通过新技术催生新质生产力，为经济社会各个领域带来新产业、新模式、新动能，发挥人工智能与产业、治理、生活等方面方面的乘数效应。

“人工智能+”，加什么？

“人工智能+”代表了一种新的范式，即将人工智能技术与其他行业或领域有机结合，以创造更多价值。这种整合不仅仅是将现有的人工智能技术应用到特定领域，更是通过结合不同领域的专业知识和数据，实现互补性和协同效应，推动技术和行业的进步，培育新质生产力和经济增长新动能。

人工智能+产业=新质生产力。人工智能与产业融合，可以对传统产业生产过程中的数据进行实时监测和分析，优化生产流程，提高生产效率；可以助力传统企业采用自动化生产线，减少人工成本，降低企业运营成本；可以通过大量数据进行深度挖掘，帮助传统企业提供更加个性化的产品和服务解决方案；可以依托大数据分析，使传统产业更好地了解市场需求，提前布局，提高产业竞争力。作为新一轮科技革命和产业变革的重要

驱动力量和战略性新兴产业，人工智能的技术赋能引领了传统产业全方位变革创新和优化升级，催生了新质生产力。如人工智能+医疗，正在改变诊断、治疗和研究的方式，提高了医疗保健的效率和准确性；人工智能+教育，带来了个性化学习、智能辅助教学和学生评估等创新，促进了知识的获取和应用；人工智能+金融，实现了更精准的风险管理、欺诈检测和投资决策，提升了金融业的运营效率；人工智能+制造，促进了智能制造、预测性维护和自动化生产，让制造企业更具竞争力和灵活性。

人工智能+政府=治理能力现代化。人工智能与政府融合，一方面可以助力政府构建智能政务服务平台，实现政务服务线上化、智能化，提供智能化咨询、引导及办理服务，提高政务服务效率和质量；另一方面政府利用大数据技术，可以实现对政策实施效果进行实时评估，为政策调整提供科学依据。同时，基于区块链技术，政府可以加强政务数据的安全管理和隐私保护，确保政务数据的安全性和合规性。人工智能的技术赋能通过优化政务服务流程，提升政府智能化水平，加强政府数据共享与互通，有助于提升政府决策的准确性和效率，推动政府治理体系和治理能力现代化。如12345智能热线，充分运用CT、IT、AI等先进技术，推出政务专属客服机器人，为政务热线提供智能问答、智能受理、智能填单、智能派单、智能质检、智能回访、智能知识库、大数据分析等智能化服务，显著提升了热线服务水平，优化了

了服务流程，统一了服务标准，提高了服务效率，真正做到了实时、便捷、高效、智能、可控。

人工智能+民生=人民群众美好生活。人工智能与民生融合，首先，可以实现智能化助力生活便捷。智能家居系统可以通过语音或手机APP控制家中的电器，实现智能化管理，让人们居住环境更加舒适和安全；智能助手可以帮助人们高效地管理时间，安排日程，提供各种实用信息，让生活更加有序和高效。其次，可以实现个性化服务提升生活品质。通过大数据分析和算法优化，音乐、电影、书籍等推荐系统可以帮助人们发现更符合口味的作品，智能购物推荐系统可以让人们找到更适合自己的商品，个性化服务让人们的生活更加多样化、丰富多彩。再次，可以化解难题增进社会关怀。智能化的城市交通管理可以缓解交通拥堵问题，智能化的环境监测可以帮助人们更好地保护环境，智能救援、自然灾害预测可以保障人们的安全。最后，可以激发潜能助力创新发展。智能驾驶的普及、人机交互方式的创新及更多领域的智能化革命，将进一步提升人们的生活质量，让美好生活成为每个人的现实。

“人工智能+”，怎么加？

开展“人工智能+”行动，将推动人工智能有序赋能重点领域，加快重塑产业生态，培育经济发展新动能。人工智能是形成新质生产力的重要引擎，需要加快前瞻性基础研究、不断

推进源头核心技术创新，构筑强有力数字技术底座、努力打造一体化算力体系，推进源头化科技伦理治理、提升人工智能治理效能。

加快前瞻性基础研究、不断推进源头核心技术创新。人工智能发展离不开源头核心技术创新。一方面，要加快脑科学与类脑智能、量子计算等领域和人工智能关键研究的协同攻关，形成交叉学科的突破，助力人工智能技术持续高质量发展。另一方面，推动大模型与科学研究的深度结合，培养一批具备专业科研能力以及高水平通用人工智能理解能力的人才。同时，发挥新型举国体制优势，引导和组织优势力量打好关键核心技术攻坚战，整合不同区域创新资源，打通“硬件—系统—产业”全链条，构建分工明确、优势互补的人工智能发展生态体系，在人工智能领域实现高水平科技自立自强。

构筑强有力数字技术底座、努力打造一体化算力体系。算力是人工智能发展的基础和支撑。一是从全局考量，以系统设计为核心，围绕算力的生产、聚合、调度、释放形成完整体系，进一步提升算力效能；二是从国家层面动态把握算力产品与服务的需求量、需求结构以及算力相关产业结构匹配和协调的规律；三是抓住大模型发展的契机，建设自主创新的算力底座，提升算力效率，通过软件硬件协同创新，支撑行业智能化发展；四是积极推进算力互联，并探索打造智能感知、高速弹性、安全绿色、先进普惠的算力互联网，构建全国统一算力服务大市场。

推进源头化科技伦理治理、提升人工智能治理效能。科技伦理治理是人工智能发展的保障。一方面，积极促进学术界、产业界和政府部门之间的合作与交流，注重理论与实践经验的结合，更加注重人工智能治理构建，开展理论与实践互动、供给与需求匹配、过程与结果兼顾的人工智能治理方略，推动人工智能治理略、术、道的统一；另一方面，进一步拓宽研究视野，在智慧城市、金融科技、创意产业、数据安全、基础研究等各领域推行人工智能治理机制，制定相应领域的监管政策和法律框架，以确保人工智能的应用发展可信、可控并符合社会利益和公共利益。

用好“人工智能+”是个系统工程，夯实技术底座是基础，推动行业智能化升级是重点，提升重点产品和装备智能化水平是关键，强化科技伦理治理水平是保障。人工智能要走进企业行业，深入千家万户，与具体的业务流程、产品功能等相结合，在不同场景中锤炼升级，才能加出现实生产力，进而带来技术、产业、要素变革，发挥出乘法效应。人工智能只有赋能千行百业，结合各种场景，才能发挥出更大价值。

