

# 新材料产业：助力千行百业迈向新质态

## 热点透视 radiantoushi

高温合金支撑航空发动机运转,让 C919 大飞机翱翔蓝天; 锂电池隔膜守护核心动力安全,助新能源汽车驶得更远;高流线性碳纤维叶片提升发电效率,使风电机组点亮万家灯火……

这些与我们息息相关的成果背后,新材料发挥着重要支撑作用。

“新材料产业是战略性、基础性产业,是未来高新技术产业发展的基石和先导。它支撑着重大工程的建设,推动着新兴产业的发展。”赛迪研究院材料工业研究所所长肖劲松日前在接受笔者采访时表示,未来,新材料产业想要取得更大突破,还需强化原始创新能力,增强上下游协同和生产应用示范,以前瞻布局引领产业加速发展。

### 进入产业加速发展期

工业和信息化部的数据显示,2023 年 1 月至 9 月,我国新材料产业总产值超过 5 万亿元,保持两位数增长。

“我国新材料产业每年增速在 20% 左右,迎来加速发展期,产业规模不断扩大。”肖劲松说,随着近年来的发展,新材料产业门类逐渐丰富,体系逐渐完善。与此同时,产业自主创新步伐加快,关键材料的突破和国产化填补了国内市场空白,部分新材料进入全球供应链体系,极大拓展了市场空间。对于新材料产业的迅速发展,中材科技股份有限公司(以下简称中材科技)党委书记、董事长、总裁黄再满感触颇深。“我国高性能玻璃纤维、高性能碳纤维、兆瓦级风电叶片、锂电池隔膜等新材料产品已达到世界先进水平。”他说,“目前我国已成为世界最大的材料生产和消费国,新材料产业整体实力不断提升。我国实现了从材料小国到材料大国的历史性转变。”

我国新材料产业发展前景广阔。黄再满以新能源动力电池的关键材料锂电池隔膜为例介绍说:“伴随着下游新能源汽车产业的快速发展,预计 2025 年,我国锂电池隔膜的市场需求量将达到 200 亿平方米以上,市场规模将超过 500 亿元,占据全球市场规模的 50% 以上。”

第三代铝锂合金成功在国产大飞机上实现应用,第二代高温超导材料支撑世界首

条 35 千伏公里级高温超导电缆示范工程上网通电运行……新材料的快速发展,不断为我国经济社会发展提供新动能。

工业和信息化部的数据显示,截至 2023 年 10 月,我国已在新材料领域建立 7 个国家制造业创新中心,布局建设了 35 个新材料重点平台,一批重大关键材料取得突破;新材料规模以上企业超过 2 万家,专精特新“小巨人”企业 1972 家,制造业单项冠军企业 248 家;培育形成了 7 个国家先进制造业集群;涵盖金属、高分子、陶瓷等结构与功能材料的研发和生产体系已经建成;有色金属、化学纤维、先进储能材料、光伏材料、有机硅、超硬材料、特种不锈钢等百余种新材料产量位居全球前列。

### 助力形成经济新增长点

走进位于青海西宁的国内最大万吨高性能碳纤维生产基地,可见一卷卷丝轴整齐转动,一缕缕原丝抽出成型。经过热处理、表面处理、上浆、烘干、卷绕等工序,一轴轴高性能黑色碳纤维诞生了。它们将在航空航天等领域的大国重器上应用,助力实现科技强国梦。

“碳纤维、高性能电子材料、铝合金薄板等新材料的突破,不仅推动了新材料产业的发展,还助力形成新的经济增长点,带动其他行业的发展。”肖劲松表示。

2023 年 8 月,工业和信息化部、国务院国有资产监督管理委员会联合印发《前沿材料产业化重点发展指导目录(第一批)》。目录涉及超材料、超导材料、钙钛矿材料、高性能气凝胶隔热材料、石墨烯、先进光学晶体材料、先进 3D 打印材料等前沿材料。

“前沿材料代表新材料产业发展的方向与趋势,具有先导性、引领性和颠覆性,是构建新增长引擎的重要切入点。”黄再满表示,前沿材料具有产业带动性强、附加值高的技术特征,未来将应用于新一代信息技术、航空航天装备、高端医疗装备等多个领域。

目前,前沿材料正与人工智能、高性能计算、物联网、自动化技术等智能化技术紧密融合。“人工智能的发展对计算能力的要求越来越高,信息产业核心部件朝着高频高速方向发展,对关键基体材料玻璃纤维提出了低介电、低损耗、低膨胀的要求。”黄再满提到,中材科技在特种玻璃纤维领域持续深耕,培育的新一代电子级特种玻纤织物在上述性能方面已经达到世界级水平。



图为某新材料公司锂电池隔膜项目生产线 ■ 视觉中国供图

值得关注的是,新材料产业与“双碳”目标的结合正成为新的经济增长热点。肖劲松介绍,生物基材料等非化石原材料、生物制造等材料制备技术不断涌现。“从材料的研发设计、生产应用到回收再利用,都高度注重绿色化,不断突破材料应用极限,带动产业高质量发展。”肖劲松说。

### 补链强链提升产业竞争力

近年来,关键材料领域的一个个突破,支撑了我国轨道交通、载人航天、能源工程、电子信息、生物技术等新一代技术的发展,并有力推动了上下游产业发展。

肖劲松认为,虽然近年来我国新材料产业在产业规模、技术创新、推广应用、集群化发展等方面取得长足进步,但中低端产品过剩和高端产品不足的结构性矛盾仍然突出。“我国新材料产业仍处于由中低端产品自给自足向中高端产品自主研发的过渡阶段。”黄再满表示,新材料产业发展在产业链自主可控性、原始创新能力等方面还有提升空间。

补链强链成为未来一段时期新材料产业发展的关键词。

肖劲松建议,围绕重点产业链,按照国家相关规划,组织重点新材料研发、生产和

应用,集中突破一批关键短板材料、核心装备、核心原辅料,提升新材料产业基础能力。

“特别是要夯实新材料创新体系薄弱环节,推动中试、检验检测、资源共享、生产应用、数据资源等公共服务平台以及创新中心、孵化器的建设,打通新材料成果转化‘最后一公里’。”肖劲松说。

在科学研究和市场化应用之间的“死亡之谷”,困扰着诸多科研院所和科技企业。黄再满表示,由于新材料科技成果产业化尚处于摸索、试水阶段,研发应用结合不够紧密,部分成果无法跨越从研发到应用的“死亡之谷”。这对我国新材料产业抢占战略制高点产生了不利影响。

“要鼓励科研机构和企业共同组建创新联合体,构建权、责、利明确的开放创新生态,运用战略性投资、基金参股等方式,推动实验室技术向应用转化。”黄再满建议。

肖劲松补充道,还应强化对新材料产业的人才和政策支撑,营造良好的产业发展环境。一方面,培养材料领域杰出科学家和卓越工程师,加强国际人才交流合作,引进国外企业和科研机构设立材料研发中心。另一方面,完善新材料重点领域标准体系和进出口政策体系,引导并支持新材料企业“走出去”。

## 创新杂谈 chuangxinzaotan

全国两会上,科技部部长阴和俊首次亮相“部长通道”,并就舆论关注的“支持青年人才挑大梁、当主角”问题作出回应。他指出,要出台政策鼓励有条件的单位把一半以上的基础科研费用投入到 35 岁以下的年轻人身上,在重点实验室的评估中,把对青年人的培养作为重要考核指标。

科技兴则国家兴。青年科研人员,正处于精力旺盛、思维活跃、充满热情的阶段,他们对于新事物更加敏锐、头脑中条条框框限制更少,正是出成果的时候。在国家重点科研项目中,青年科研人员的角色也愈发重要。复兴号高铁设计研发团队平均年龄 38 岁,北斗卫星核心团队平均年龄 36 岁,中国天眼研发团队平均年龄 30 岁,长三甲系列火箭总体设计团队平均年龄不足 30 岁……事实已经充分证明,青年完全有能力在核心技术科研攻坚中“挑大梁、当主角”。

就现实来看,大梁怎么挑,主角怎么当,固然在不同科研领域存在具体差异,但从舆论热议间,也可见一些带有共性的痛点。比如,青年科研人员处于起步创业阶段,在看资历、论头衔的项目评选中并不占优;在一些前辈众多的实验室、项目组中,也可能因资历尚浅,而深陷于各种繁杂事项之中。着眼于此,相关方面持续出台优化相关规定,从“确保青年专职科研人员工作日用于科研的时间不少于 4/5”,到“40 岁以下青年科技人才担任项目(课题)负责人和骨干的比例原则上不低于 50%”,再到此番“鼓励有条件的单位把一半以上的基础科研费用投入到 35 岁以下的年轻人身上”……期待更多可操作的量化举措扎实落地,真正为青年人才减压蓄力,营造更加优渥的创新环境。

科学技术的竞争,归根结底是科研人才的竞争。能否将持续释放的政策红利,转换为科研成果的“加速器”,关键政策仍在科研工作者身上。如今的青年科研人员,相较老一辈科学家有了更优越的物质条件、科研条件。但社会转型期带来的生活工作压力、突破原创性尤其是卡脖子课题带来的研发挑战,也不容小觑。更为激烈的竞争之下,制度政策上的帮助、关心和信任还需要继续深化,解除他们的后顾之忧;而青年科研人员也要多些静气、少些浮躁,把时间精力投入到祖国最需要的地方去,做出自己的贡献。

从国家发展节奏上看,我国当代青年科技人才的事业生涯与到本世纪中叶全面建成社会主义现代化强国的时间高度契合。心无旁骛投身事业、勇攀高峰,让一份份卡脖子清单变为一项项科技创新成果,我们迈向科技强国的步履也将更加铿锵。

## 国家天文台在南极内陆开辟新观测波段

近日,中国第 40 次南极科学考察队在南极昆仑站的现场科考工作结束,部分科考队员已返回国内。

中国科学院国家天文台(以下简称国家天文台)此次派出两名队员,在现场维护更新了能源通信平台和昆仑视宁度监测仪 KL-DIMM、昆仑分层气象塔 KLAWS-2G 和昆仑云量极光谱监测仪 KLCAM 等 3 套台址监测设备,维护调试了南极红外双筒望远镜 AIRBT,并首次获得了近红外 J、H 双波段观测图像,同时还首次开展了南极内陆的低频射电天文观测。

经国家天文台多年研发,昆仑台址监测设备可在南极极端环境下长期连续和无人值守运行,数据实时自动处理,已经初步演化为可靠性高、具身智能的天文设备。它们已积累了多年的数据,为全面评估昆仑台天文台址条件奠定了基础。

南极红外双筒望远镜 AIRBT 是国家天文台与中山大学的合作设备,是昆仑站的台址近红外望远镜。此次维护调整了 AIRBT 最佳焦距,修复了 J 波段望远镜,在两个波段可以同时观测更暗的天体,不仅可以更精确地确定昆仑站近红外天光背景的台址条件,而且可以进行近红外双色同时的时域天文研究。

此外,本次科考期间,国家天文台科研人员在中山站至昆仑站内陆沿途进行了一系列低频射电天文实验。首次全面测量沿途的低频电磁环境,完成了从内陆出发基地到昆仑站 1260 公里内超过 80 个点的低频射电电磁环境监测,为未来的射电观测作台址测量的准备。同时,科研人员在距离中山站 1050 公里处成功安装了宇宙黎明全天频谱仪 AAS,在该地进行长期观测。该装置为国际上首个在冰盖实施的针对宇宙黎明/再电离时期研究的观测装置,有助于解析早期宇宙演化的信息。

(上接 A1 版)沈志强认为,加强开放交流与合作,积极参与国际大科学计划和工程,可以通过项目合作、数据共享、联合攻关等方式,学习借鉴国际上在工程建设、技术攻关、人才培养、运行管理等方面的成功模式和先进经验,确保每一项大科学设施都能发挥最大潜能。这有助于全面提升我国“大设备”产出“大成果”效能,推动我国科技实力和国际影响力的双重飞跃。

### 集聚发展 形成“虹吸效应”

“大科学与工程应与综合性国家科学中心、国家实验室产生协同作用,形成集聚效应,也将有利于联合攻关和前沿交叉学科发展。”杨建成强调。

大科学工程的独特优势,不仅在于“机器”,更在于“人才”。作为科技创新基础平台,其在培养和凝聚人才、促进国际科技合作方面能发挥独特作用。

沈志强认为,我国在新建和现有大科学计划和工程建设发展中,需培养、汇聚跨学科的顶尖人才,既包括一流的科研工作者,也涵盖工程建设和管理运行领域的专家。

杨建成认为,国际上具有领先地位或独特特点的大科学装置,能够形成“虹吸效应”,吸引全球相关领域的尖端科学家参与国际合作,从而提高科研影响力和创新能力。

# 人形机器人：用高精尖技术塑造人类的新伙伴

近日,一条“人形机器人进厂‘打工’”的视频引发网友热议。视频中,人形机器人顺利完成汽车门锁质检、安全带检测、车灯盖板质检等工作,还以柔顺的动作极其流畅地贴好了车标。整个过程中,人形机器人展现出精巧的身体控制能力。

这只是人形机器人走向实际应用的一个案例。近年来,人形机器人技术加速演进,已成为科技竞争的新高地、经济发展的新引擎。“头脑”聪明、“四肢”灵活的人形机器人正成为未来产业的新赛道。公开数据显示,到 2035 年,人形机器人市场有望达到 1540 亿美元。

为什么要大力发展人形机器人产业,人形机器人与其他机器人有什么不同,实现人形机器人产业高质量发展还需要解决哪些难题?带着这些问题,笔者采访了相关专家。

### 重塑全球产业发展格局

智能机器人作为新兴技术的重要载体和现代产业的关键装备,是引领产业数字化、智能化发展,不断孕育新产业、新模式、新业态的战略方向,是重塑我国制造业竞争优势的重要工具和手段,是加快我国工业转型升级的现实选择。

“人形机器人是人工智能在物理空间的重要体现和关键装备,是实体通用人工智能系统的典型代表。它是继计算机、智能手机、新能源汽车后的颠覆性平台产品,将成为引领产业数字化发展、智能化升级的新质生产力,有望持续催生新产业、新模式、新业态。”2 月 28 日,全国政协委员、中国科学院院士、中国科学院自动化研究所

研究员乔红在接受笔者采访时表示。

作为一种模仿人类外观、形态和行为能力的智能机器人,人形机器人可以无缝使用人类所有基础设施和工具,融入人类社会,通过 AI 赋能,可实现自然的语言交互与行为动作。其形态、交流、工作能力均像工人。因此在航空航天、智能制造、农业生产、家庭服务等不同领域、不同场景中均有广泛的应用前景,有望颠覆一些领域现有的发展格局。“这是人形机器人区别于其他专用型工业机器人的显著特征。”中国科学院自动化研究所博士钟汕林说。

相比普通的工业机器人和服务机器人,人形机器人在结构设计、硬件构成、控制算法、核心性能要求以及零部件选择方面,都有很大的差异。“比如,普通工业机器人的关节数量一般在 6 个左右,而人形机器人关节数量在 40 个以上。通常人形机器人的每个关节需要一台伺服电机,部分与行走平衡相关的关节对电机的高爆发力矩响应和稳定性矩输出提出了极高的要求。”钟汕林举例说。

2023 年底,为推动人形机器人产业高质量发展,培育新质生产力,高水平赋能新型工业化,工业和信息化部印发《人形机器人创新发展指导意见》(以下简称《指导意见》)。

《指导意见》提出,到 2025 年,人形机器人创新体系初步建立。“大脑”“小脑”“肢体”等一批关键技术取得突破,确保核心部件安全有效供给,整机产品达到国际先进水平,并实现批量生产;在民生服务等场景得到示范应用。到 2027 年,人形机器人技术创新能力显著提升,形成安全可靠的产业链和

供应链体系,构建具有国际竞争力的产业生态,综合实力达到世界先进水平。

业内专家认为,高科技、高效能、高质量是新质生产力的重要特征,其核心标志是全要素生产率的大幅提升。通过自主创新突破实体通用人工智能系统基础理论与关键技术,将人工智能与人形机器人深度融合,打通‘大脑—小脑—肢体’环路,对推动实体经济各产业优化升级、解决新质生产力落地应用所面临的行业多、场景多、任务多等复杂问题具有积极意义。

### 诸多技术难题需要攻克

当前,人形机器人产业智能化趋势明显,产业化进程加速,应用领域日益广泛,更多的行业标准和开放平台也在逐步建立。

在看到成绩的同时,我们也要清楚地认识到,我国人形机器人产业发展还面临多重挑战。

“人形机器人从研发走向广泛应用,需要达到高性能、低成本、批量化三个要求。”中国科学院自动化研究所研究员刘禹说,一方面,高性能和低成本是相互制约的两个因素。如何让具有 40 多个自由度、平均体积与人相当的复杂人形机器人系统精准完成各类任务,同时把整机成本控制在 25 万元以内,是一个重要挑战。另一方面,批量化与稳定性相互制约。在如此多类型、多组件的复杂系统中,如何克服由于各类零部件制造误差造成的不确定性,使批量生产的系统能够稳定工作,也是一个关键难点。

目前,减速器、伺服电机、控制器等核心零部件占机器人整机成本的 70% 以上。“我们需要攻克轻量化骨骼、高强度本体结构、高精度传感、全身协调运动控制和手臂动态抓取灵巧作业等技术,以满足人形机器人高动态、高爆发和高精度等运动性能需求,打造具有高安全、高可靠、高环境适应性的人形机器人本体结构。这是我国当前在核心零部件方面需要着力突破的关键瓶颈。”刘禹说。

与人类一样,人形机器人也有“大脑”和“小脑”。刘禹表示:“当前,我们还需要面向人形机器人复杂地形通过、全身协同精细作业等任务需求,攻克控制人形机器人运动的‘小脑’关键技术群;同时增强人形机器人的环境感知、行为控制、人机交互能力;攻克支撑人形机器人全场景落地应用的‘大脑’关键技术群。”

在系统集成方面,如何将感知、认知、决策、控制等软件算法与传感、机械、材料等硬件系统有机融合,形成整体性能高于单元器件性能的软硬件一体化综合系统,也是国内外人形机器人相关研究人员面临的共同挑战。

在刘禹看来,人脑信息处理方式以及人体运动结构机理,对于在有限传感精度和有

限本体精度条件下,构建高性能人形机器人系统具有重要借鉴意义,能够有效弥补我国在人形机器人硬件系统方面的不足。

### 未来产业应用前景广阔

总体来看,我国有良好的制造业基础和完整的产业链,既有能力为人形机器人的发展提供技术保障,又有能力为人形机器人提供广阔的应用场景。

近日,在中国科学院、工业和信息化部、北京市政府的支持下,中国科学院自动化研究所人形机器人攻关团队自主研发,突破了高爆发一体化关节、AI 赋能设计、机器人大模型、类人柔顺控制等核心技术。团队还成功研制出人形机器人硬件设计和软件开发“大工厂”,通过它可以快速设计构建人形机器人硬件和软件系统,大幅度缩短现有研发周期,进而向抢占实体通用人工智能系统科技制高点迈出坚实一步。中国科学院自动化研究所人形机器人攻关团队技术骨干李睿表示:“通过软硬融合的方式研发核心零部件,是攻克人形机器人卡脖子技术、打造实体通用人工智能系统的关键。”

目前,北京等地已组建了人形机器人创新中心。这些创新中心充分发挥科研机构、企业等的优势融合发展,将有助于培育我国人形机器人这一新质生产力,为新型工业化提供高水平支撑,并推动人形机器人产业实现高质量发展。

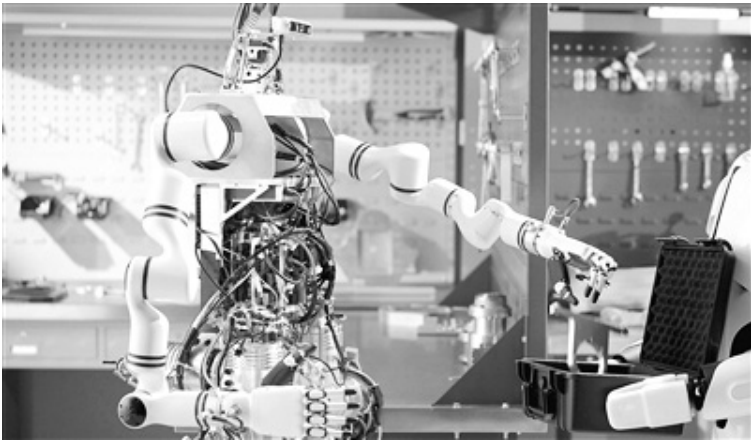
同时,在政策支持下,我国人形机器人的应用场景也在持续开放。人形机器人在工业制造、医疗、服务、救援等众多领域展现出巨大的潜力。未来人形机器人必将成为人类的得力助手和伙伴,为人类带来更多便利。

乔红认为,未来人形机器人产业生态首先将聚焦 3C、汽车等制造业重点领域,通过提升人形机器人工具操作与任务执行能力,打造人形机器人示范产线和工厂,在智能制造典型场景实现深度应用。

其次,人形机器人产业生态将面向恶劣条件、危险场景作业等需求,在要地警戒守卫、民爆、救援等特种环境下,通过强化人形机器人本体安全防护能力、复杂任务智慧生成与高精度操作能力,大幅度降低作业人员的危险性。

最后,通过提升人形机器人人机交互可靠性和安全性,还可以拓展人形机器人在医疗、家政等民生领域的应用,并推动人形机器人在农业、物流等重点行业应用落地。

随着日新月异的技术迭代,未来人形机器人将变得更加低成本和实用化。未来几年内,可以感知、理解环境以及与人进行自然语言互动的人形机器人将出现在我们身边。



人形机器人在智能制造场景下,自主协同完成工具收纳任务。 ■ 中国科学院自动化研究所供图