

科技视点

# 煤炭采掘装备向“智造”升级

本报记者 喻思南

### 着力破解煤矿采掘失衡难题

在一个年产煤炭量超过1000万吨的工作面，掘进一条6000米的巷道需要多长时间？答案是4个月。

位于毛乌素沙漠腹地的陕煤集团曹家滩煤矿，借助先进的智能掘进装备，一天可掘进巷道55至65米，有力保障了采煤工作的开展。日前，记者来到曹家滩煤矿生产一线一探究竟。

上午10时许，换上橙黄色工作服，记者乘坐特制防爆车进入矿区井下，约半小时后，到达地下300米深的工作面。只见煤巷中，一台100多米长的掘进装备正旋转着滚筒破开煤层，一边向前掘进，一边支护巷道。

“这台大家伙是我国自主研发的全球首套钻锚一体化智能快速掘进成套装备，我们是第一家采用的煤矿。”曹家滩煤矿掘进三队队长张虎向记者介绍。

采煤，首先需要掘进巷道。煤矿运输、通风、行人等有了必要通道，接着才能开采煤炭。

这套装备有何不同？张虎大步登上台阶，领着记者走到了钻锚装置前。“只要按一下，锚杆就会自动打入煤层，不到3分钟就能打上一根。”他指着操作按钮说。

打入锚杆为的是支护煤层。煤层埋深常达几百米，掘进时想要确保两侧煤帮和上方岩层不塌方，有效的支护至关重要。

拿起一根锚杆，一旁的中国煤炭科工集团(以下简称“中国煤科”)工程师王越说起了“一键打锚杆”的高效：传统的支护作业，先要用锚杆打出锚孔，卸下锚杆后，再将锚杆打入锚孔中，然后加固和支护围岩。打锚杆、装锚杆轮番上阵，一次要6道工序。而采用钻锚一体化自动支护方法，锚杆即锚杆，6道工序变1道，革新了巷道支护工艺。

张虎接过话茬：“过去，支护作业需要两个人配合，一个班次10多个井下，一个人打锚杆，另一个打锚杆，耗时长不说，作业劳动强度也比较大，如今工作效率高了，作业强度大幅降低。”

顺着矿灯，记者看到，煤帮上整齐均匀排列着打人的锚杆，牢牢支撑住这个地下300米的开阔巷道。

钻锚一体化智能快速掘进技术装备，简化了支护流程，提升了巷道支护速度。该技术装备研发项目负责人、中国煤科首席科学家姜鹏飞介绍，传统综掘机掘进一个月只能掘进200米左右，如今每月能掘进1500米以上。

巷道掘进提速为何重要？

“因为它可以破解煤矿采掘失衡难题。”中国煤科科技委主任、中国工程院院士康红普解释，“我国90%以上的煤矿为井工矿，而井下开采必须先掘巷道。如今，采煤工作面自动化、智能化程度较高，相比之下，巷道掘进拖了后腿，成为煤炭行业安全、可持续发展的瓶颈。”

“曹家滩煤矿井下地质条件相对简单，我们希望用3到5年时间，改造完善技术装备，让它应用到复杂地质条件中去，在更多矿区、更大范围解决巷道掘进‘卡脖子’问题。”康红普说。

跟着中国煤科首席科学家张金虎，记者又来到曹家滩10米超大采高智能综采工作面。

抬头仰望，煤层比3层楼还高。机器轰鸣，采煤机举起两个直径4.8米的截割滚筒旋转，滚滚“乌金”从煤层倾泻而下，再通过刮板输送机、皮带机等源源不断地被送往地面煤仓。

采煤工作面为何要提高到10米？张金虎告诉记者，10米左右的特厚煤层是我国煤炭保供的重要资源。以往采煤一次开采，最大只能到达8米多。为了尽可能采完特厚煤层，煤炭人只能通过多次分层开采或放顶煤开采。但这种方式在一次开采后，余下的煤层开采难度大，开采成本高。用放顶煤工艺开采，又存在顶部石头混杂进来影响煤质的问题。

“提升煤炭开采效益，需要更大采高、更智能的煤炭开采技术与装备。”张金虎说。

2023年11月，在曹家滩煤矿，世界首创10米超大采高智能综采工作面及配套设备重载试运行成功，并采出第一刀煤，我国煤炭一次采全高跨入10米大关。

“有了这台‘采煤利器’，我们单个工作面煤炭年产量能从现在的1300万吨提高到2000万吨以上，产能提升50%以上，煤炭资源回收率提高10%以上。”曹家滩矿业有限公司副总经理韩存地说。

然而，在地下300米挖出10米高的超大空间，采煤工作面上覆岩层和煤层面临着巨大的压力。

“8米以上，采高提高哪怕10厘米，岩层和煤层控制难度都会急剧提升。”张金虎说，10米超大采高国内外都没人做过，科研人员闯入煤炭开采装备设计、研发的“无人区”，在煤矿支护、采煤、运输装备等方面，突破了一个个难题。

采煤工作面上，记者看到，100多吨液压支架牢牢撑起了工作面的顶板，伸展的护臂顶住了前方的煤层。这里每个液压支架重达120吨，具有约2900吨的支护能力。

从8米多到10米，提升的不仅是1米多的支护高度，更带动了煤炭开采装备基础材料、加工设备、技术工艺、认知理念等全方位跃升。

### 应用需求推动技术进步

煤炭采掘装备创新，是一次制造向“智造”升级的探索。

走进曹家滩煤矿安全生产指挥中心，大屏幕上，矿井采、掘、机、运等各个环节的运行情况清晰可见。

“即便没有下井，我也能对井下的动态了如指掌。”韩存地向记者介绍曹家滩煤矿的管控平台：点击“支



10米超大采高智能综采设备在井下作业。

曹家滩煤矿供图

护质量智能监测系统”，可见每一个支架的推进速度、压力等信息；再看“人员精确定位系统”，井下工作总人数，每位工人的位置、状态等信息一目了然。

韩存地告诉记者，工作面上装有装备传感器上万个、摄像头1000多个，10米超大采高智能综采成套装备能实时监测围岩变形情况，帮助后期掘进工作面动态调整支护参数。

得益于装备的自动化、智能化，以往皮带班一次下井要20多人，现在只需要5到6人就能完成作业。“出炭不出炭，就看电机转不转。我们越发认识到，智能综采技术与装备的性能和水平，是决定现代化煤矿生产效能的关键因素。”韩存地说。

“应用需求是技术进步的重要推动力。”康红普说，以10米超大采高智能综采成套装备研发为例，起初，考虑到研发难度，科研人员把目标定在9米。曹家滩煤矿从生产需求出发，联合论证了研发10米超大采高智能综采成套技术与装

备的必要性。煤矿技术人员根据现场经验，破解了10米超大采高工作面液压支架入井难问题。

从事煤炭开采技术装备研发30多年，康红普下过的矿井多得数不过来。他告诉记者，现代化的矿井告别低矮狭窄和脏、乱、危险等环境，智能综采技术与装备发挥了重要的作用。

### 为产业转型升级注入动能

近年来，随着设计、生产、工艺等水平不断提升，我国高端装备及技术取得一系列重大突破，为产业转型升级和战略性新兴产业发展注入了强劲动能。

只需2秒钟左右，脉冲激光束就能完成孔径不到0.5毫米的微孔加工。这是华工科技新研制的航空发动机热端关键部件激光加工装备所具备的能力。

微孔加工有何价值？华工激光三维五轴产品线总工程师胡军颖介绍，航空发动机的燃烧室工作时，温度最高可达2000摄氏度左右，为了提高发动机的推重比，防止零部件“熔化”，需要激光加工微小直径、特殊角度的气膜孔，做成冷却空气层进行冷却降温。由于没有完全掌握相关工艺，这一度是制约我国航空发动机、燃气轮机产业链发展的瓶颈之一。

根据热端部件的特点，华工科技联合华中科技大学、无锡乘风等多家单位，突破一系列关键技术，研制出这台激光加工装备，让发动机在快速降温的同时，又能给关键部位穿上“保护衣”，有效提升了我国航空发动机关键零部件加工水平。

作为新型储能技术，压缩空气储能具有规模大、寿命长、安全性高等优点，其中，压缩机和膨胀机又是压缩空气储能系统中的关键技术装备。历经多年研发，中国科学院工程热物理研究所团队攻克了一系列关键核心技术，研制出300兆瓦级压缩空气储能系统压缩机和多级宽负荷膨胀机，并实现落地应用。

中关储能产业技术联盟理事长陈海生说：“装备的突破，有助于引领先进压缩空气储能技术，赢得储能产业发展先机。”

高端装备研发，往往涉及机械、电子、材料等多学科，单靠一家单位不容易完成。近年来，我国高端装备创新成果不断涌现，驱动力来自哪里？康红普认为，当前，新一代信息技术、人工智能、新材料等与生产制造正加速融合，为高端装备的进一步升级打开发展空间。

挺起制造业“脊梁”，打开产业升级新空间。从改造提升传统产业到培育壮大新兴产业，再到推动现代化产业体系建设，高端装备的支撑作用正不断显现。

# 形成基础研究持续稳定投入机制

创新谈

### 优化投入结构，形成持续稳定投入机制，对于推动我国基础研究迈向更高水平具有重要意义

加强基础研究，是实现高水平科技自立自强的迫切要求，是建设世界科技强国的必由之路。近年来，我国基础研究投入力度不断加大，基础研究经费从2012年的498.8亿元增长到2022年的2023.5亿元。各地区各部门高度重视对基础研究的投入和支持，通过明确资助导向、长期稳定支持等方式，推动我国基础研究不断深入。

基础研究是整个科学体系的源头，是所有技术问题的总机关。基础研究搞好了，将对后续技术创新产生积极影响。反之，如果不能在基础研究特别是原创研究上取得突破，往往难以实现从“跟跑”到“领跑”的跨越。近年来，我国基础研究取得了长足进步，但对实现高水平科技自立自强的要求和建设世界科技强国的目标还存在一定差距。比如，基础研究取得了一批重大原创成果，但在整个创新体系中仍相对薄弱；支持基础研究和原始创新的体制机制已基本建立但尚不完善。

基础研究难度大、周期长，需要持续稳定的经费支持。要加大基础研究投入，首先国家财政要加大投入力度，同时引导企业和金融机构以适当形式加大支持，鼓励社会以捐赠和建立基金等方式多渠道投入。优化投入结构，形成持续稳定投入机制，对于推动我国基础研究迈向更高水平具有重要意义。

近年来，我国不断完善基础研究多元投入机制，取得了良好的成效。比如，国家自然科学基金委通过设立联合基金，引导各方面加大基础研究投入力度。一些企业也主动采取设立科学基金、科学捐赠等方式，直接或间接参与到基础研究中来。企业处于生产经营的第一线、市场竞争的主战场，了解产业发展的技术需求，善于找准与经济社会发展相对接的基础研究方向，对于基础研究投哪里、怎么投，有自己的心得。从实践看，未来科学大奖、青橙奖、新基石项目奖等支持基础研究的奖项都是较有成效的社会投入探索。这些奖项和资助项目在资助模式、评审评价方式上也有不少创新点，显示出社会力量多形式、多渠道支持基础研究的独特优势。

创新是一个复杂的社会系统工程，涉及经济社会各个领域，需要全社会的共同支持。面向未来，由国家集中力量进行规划部署、攻关重大课题，社会各方形成合力，坚持目标导向和自由探索“两条腿走路”，通过高水平的基础研究将创新活动引向深入，将助力推动取得更多重要的研究成果，从源头和底层解决关键技术问题。

新闻速递

### 中国计算机学会最高科学技术奖颁发

本报电 在近日举行的2023年度中国计算机学会颁奖大会上，北京航空航天大学教授李未、北京信息科技大学教授苏东庄获得2023年中国计算机学会最高科学技术奖。两位专家分别在建立互联网群体智能的理论框架、有效提升计算机学科建设和计算机教育质量，以及编写我国最早具有重要影响力的计算机系统结构教材、率先开展中文海量信息全文检索研究等方面作出了重要贡献。(喻思南)

### 我科学家破解铁元素进入玉米籽粒难题

本报电 日前，中国农业科学院作物科学研究所举办新闻发布会，宣布该所作物分子育种技术和应用创新团队联合河南农业大学，鉴定到调控铁元素进入玉米籽粒的关键基因，并首次解析了该基因和金属转运蛋白共同组成一个分子开关控制铁元素进入玉米籽粒的分子机制。据介绍，利用该基因可使玉米籽粒中的铁含量显著提高到每公斤70.5毫克，比现有生产用玉米籽粒铁含量超出2倍以上。相关研究成果在线发表于《科学》杂志。(蒋建科)

### 《空天之眼》科普书籍发布

本报电 近日，由中国科学院空天信息创新研究院科研与管理工作者共同编写的《空天之眼》科普书籍出版。该书以图文结合的形式，展现了空天信息技术在载荷、平台、数据获取、处理、应用等业务链条的相关内容，介绍了空天信息技术在多个行业领域的典型应用案例，并用遥感影像展现了自然景观和经济社会发展成就。(吴月辉)

### 实现人、车、货、路的精准匹配

# 智能系统助力物流效率提升

本报记者 韩鑫

“年货需求大，货运订单更多。”货车司机庞月全一大早就准备出发拉货。他打开货拉拉APP，货运订单热力图一目了然——当前，深圳龙岗区海吉星市场附近的订单较多。

庞月全驾驶着一辆4.2米厢式货车，在海吉星市场接了一个订单后，一键开启顺路接单模式，前往目的地。“以前人找单，现在单找人，一天最多能接六七个货运订单。”庞月全说。

线路更精准、物流更高效背后，是“智慧大脑”系统发挥作用。“基于人工智能、大数据等新技术，我们通过自主研发和优化算法，实现了人、车、货、路的精准匹配和优化配置。”货拉拉首席技术官张浩介绍，“智慧

大脑”不仅能为车主定向推送合适车型的订单，还能提供行驶导航、推荐优选装卸货地点等辅助功能，以货运数字化提升全流程物流效率。

中国物流与采购联合会发布的《中国数字物流发展报告》显示，通过高效匹配车货信息、缩短简化交易链条，网络货运平台能够提高车辆利用率约50%；司机平均等待时间由2至3天大幅缩短至8至10小时。

受益于数字货运的不只是货车司机，一批具有行业经验的传统大型物流企业正在通过平台化方式，向更多中小微企业赋能。联宇物流接入“智慧大脑”系统后，不仅能实时跟踪和反馈货物动态，还能在下

单、运输、对账过程中进行一对一服务，及时解决货运问题。

“数字货运平台的出现，能够帮助大量小微企业和个体司机缩小信息化鸿沟，提供数字化工具和解决方案，通过建立数字货运生态，推动整个行业加快转型升级。”中国物流与采购联合会研究室副主任杨达脚说。

交通运输部有关负责人表示，下一步将把握数字化、网络化、智能化方向，提高数字技术基础研发能力，推动交通运输产业数字化，大力发展智慧交通和智慧物流。

创新故事



### 探地测天

在我国最北端的野外观测台站——中国科学院地质与地球物理研究所黑龙江漠河地球物理国家野外科学观测研究站，参与国家重大科技基础项目“子午工程”的科研人员持续在极寒中探寻日地空间环境的奥秘。

图为科研人员刘纪康在检查测高仪接收天线阵。

新华社记者 张涛摄

本版责编：刘诗瑶