

# 为煤巷掘进按下“加速键”

## ——世界首套钻锚一体化智能快速掘进成套装备诞生记

### 出奇“制”胜

◎本报记者 刘园园

截割滚筒旋转着破开围岩，机械手上下挥舞喷涂高强度材料，机械臂有条不紊地安装锚杆，监测系统自动分析巷道变形情况……

在陕煤集团曹家滩煤矿井下，一套长50多米的装备犹如“钢铁侠”，正在煤巷中大显身手。其掘进速度可达每天55—65米，是传统方式掘进速度的数倍。

这位“钢铁侠”是世界首套钻锚一体化智能快速掘进成套装备。它由中国煤炭科工集团有限公司(以下简称中国煤科)科研团队历时5年研发而成，曾被评为央企“十大国之重器”。

### 巷道掘进技术制约煤炭行业发展

掘进与采煤是煤炭生产的两个基本环节。掘进巷道是第一步，为煤矿运输、通风、行人提供必要通道，下一步才能进行煤炭开采。

“过去十几年，采煤工作面的作业逐步从机械化走向自动化、智能化，采煤的技术水平已经走在巷道掘进技术的前头。”该装备研发项目执行负责人、中国煤科首席科学家姜鹏飞告诉科技日报记者。

姜鹏飞解释，煤矿巷道的埋深往往达几百米乃至上千米，掘进工作面的煤层和岩层强度比较低，围岩支离破碎，容易出现塌方，给掘进和支护带来巨大挑战。而且，煤矿回采巷道一般使用一到两年，煤矿开采完即报废，这对装备技术的成本提出了苛刻的要求。

受多重因素影响，巷道掘进此前只实现了局部自动化，掘进工作面往往需要十几位煤矿工人高强度工作。据统计，我国现有巷道作业人员超70万人，是采煤工作面作业人员的3倍多。姜鹏飞介绍，其中，为了防止巷道冒顶，包括铺设金属网、钻孔、安装锚杆在内的支护环节用人最多、用时最长。这是当前影响煤巷快速成巷的最主要因素。

“拖后腿的巷道掘进技术，已成为制约整个煤炭行业安全、可持续发展的瓶颈。”姜鹏飞总结道。

作为我国煤炭科技研发的“国家队”，中国煤科研发团队决定放手一搏：开展煤巷快速掘进关键技术与装备研发，提升煤巷掘进自动化、智能化水平，减少该环节对人工的依赖，降低工人劳动强度。

为寻求可行方案，2018年，中国煤科康红普院士研究团队开启了持续一年的实地调研，数十次下井，到现场找灵感。

“站在巷道里，面对呼啸而来的粉尘，眼睛只能眯成一道缝观察掘进过程。看到如此情景，我们也越发明白开展技术攻关、不断提高掘进技术水平的意义。”研究团队成员罗超感慨。

### 研发方案直击快速成巷痛点

然而，调研结果不容乐观——国内外均无成熟的自动化、智能化技术和产品，一切只能靠自己摸索。

### 从手摇式向智能型迭代

## 浙江诸暨：提升袜机设备，擦亮袜业“名片”

### 一城一业

◎洪恒飞 方成 张莹  
本报记者 江耘

临近年关，浙江伟盈智能科技股份有限公司(以下简称伟盈智能)生产车间依然热闹。工人们忙着对企业的第五代织袜翻一体智能袜机进行调试。

“3年前，第三代织袜翻一体智能袜机全年仅售100台。去年8月我们研发的第六代智能袜机推向市场，到年底已销售600台。今年1月更是收到全国各地的订单500多台。”伟盈智能副总经理李松军说。

位于浙江省中北部的绍兴诸暨市，是全球最大的袜业生产基地，年产袜子超250亿双，占全国市场的70%、全球市场的三分之一，年产值超700亿元。经过40多年的沉淀，加之智能设备的不断发展迭代，当地袜企纷纷将传统生产设备升级为



在位于浙江省诸暨市的浙江凯诗利科技有限公司的数字化车间内，工作人员在查看智能袜机的运行情况。

新华社记者 徐昱摄



图为钻锚一体化智能快速掘进成套装备。

中国煤炭科工集团有限公司供图

调研结束后，大家陆续提出多种解决方案。研究团队成员王子越回忆，煤巷盾构式掘进方案、龙门架掘进支护方案等先后被提出，又因种种原因先后被推翻。

拿煤巷盾构式掘进方案来说，研究团队希望借鉴道路桥梁隧道的盾构方式来掘进煤矿巷道。围绕这个方案研讨了半年多，却发现这条路走不通：相较于其他隧道，煤矿巷道的地层起伏更剧烈、围岩更破碎，使用盾构机的支护难度更大；巷道底部的岩石强度低，容易导致盾构机陷入破碎的岩层中。

在兴奋与失落的循环往复中，前前后后共有8种方案被否决。苦闷与迷茫笼罩着整个团队。

就在此时，团队成员通过“头脑风暴”碰撞出新的思路：研发钻锚一体化智能快速掘进成套装备。该装备集钻锚一体化锚杆自动支护、巷道表面喷涂护表、随掘随变形动态监测等多项核心功能于一身。

研究团队最新提出的研发方案直击阻碍煤巷快速成巷的痛点。例如，在传统支护方式中，钻杆是用来钻孔的杆体，锚杆则是用来打入钻孔中，加固和支护围岩的杆体，二者需要反复轮番上场。传统的支护步骤繁杂，包括钻孔、卸钻杆、安装锚固剂、安装锚杆、搅拌及预紧等6道工序。新方案设想采用钻锚一体化自动支护方法，钻杆即锚杆，6道工序变1道，对传统工艺进行根本变革。

巷道表面喷涂护表的设想更是大胆。团队成员韦尧中说，希望利用机械手在巷道表面喷涂高强度材料，直接替代金属网铺设。这种做法，国内外均无先例。

### 提升掘进速度减少人工成本

把方案变成现实，并不容易。2019年，装备研制工作启动。由于研制的设备新，

加工规模小，小厂干不了、大厂不愿干，最终找到的加工试验场地极其简陋。天寒地冻时，研发人员只能跺脚取暖。

一路过关斩将，死磕几十个技术难题后，装备最为核心的部件之一——钻锚一体化锚杆及配套施工装置“呱呱坠地”。为检验施工效果，研发团队驻扎在试验煤矿7个月，与工人同吃同住，开展井下试验。

试验初期，前几根锚杆安装一切顺利。随后却突然出现令人傻眼的一幕：由两种组分构成的锚固剂沿着不同通路相遇、凝固，装置如哑炮一般，打不出锚杆了。

欲渡黄河冰塞川，将登太行雪满山。脸上蹭满煤灰的团队成员“压力山大”。怎么办？只能继续白天下井试验，晚上讨论改进措施。

2020年，断断续续在巷道中打了近2000根锚杆后，灵感再次乍现。团队成员在剖析、总结装置暴露的问题后，开发出一种完全异于市面上相近产品的系统，成功破解锚固剂堵塞施工装置这一难题。

经过不断努力，装置最终实现“一键打锚杆”：每次支护时，只需按下按键，安装锚杆的全套工序就会自动完成。

之后，团队又陆续攻克兼顾强度与安全性能指标的喷涂材料、监测系统图像识别干扰等9大项、400余小项技术难题。世界首套钻锚一体化智能快速掘进成套装备终于成功下线。

有了它，巷道掘进工作面智能化程度显著提升，掘进速度快了好几倍，工人数量从十几人减少至几人，劳动强度也大幅降低。

在煤矿领域崭露头角后，这位“钢铁侠”迎来更多订单。今年，有13套钻锚一体化智能快速掘进成套装备将推广应用，为提高煤炭开发生产能力、保障国家能源安全贡献力量。

### 知识产权成为发展“加速器”

虽然袜机产业在短期内能享受袜业数字化转型的红利，但长远来看，“如何在保证质量的前提下提升效率、提升品牌影响力”仍是绕不开的课题。

值得一提的是，在当地，由袜机企业、科研院所、金融机构等组成的袜业知识产权联盟，正在实施阶梯式培育、政策化引导、精准化服务。该联盟以服务科技创新、加强知识产权保护为主线，旨在提高联盟成员知识产权保护和运用能力，提升智能袜机制造产业自主创新能力和核心竞争力，促进智能袜机制造产业健康发展。

成立3年来，联盟构建集中许可专利池4个，包含产业核心专利500余件，推出联盟内许可专利12件，涌现出浙江省级知识产权示范企业4家、国家级知识产权示范企业1家。

浙江农林大学暨阳学院机械设计制造及其自动化专业负责人范兴铎表示，未来5到8年，袜机将变得更智能、更高效。先进的自动化控制系统、大数据、物联网技术、智能故障诊断系统等将广泛应用于袜机设备。智能袜机将实时监测生产过程中的各项数据，提前预测可能出现的设备故障，实现袜机设备的自动化运行。

“2023年3月，诸暨市出台了制造强市‘229’计划，目标是到2026年，打造时尚袜艺、美丽珍珠两张全球产业‘金名片’，培育金属材料加工、智能视觉两条具有国际竞争力的产业链，形成9个国内有竞争力和知名度的产业集群，基本实现传统产业产业升级与新兴动能培育‘双轮驱动’。”诸暨市政府相关负责人表示。

数字化一体机，掀起智能制造的新浪潮。

### 数字化转型化解“成长烦恼”

20世纪70年代末靠手摇袜机“摇”起来、80年代靠提篮“卖”起来的诸暨袜业，曾与贴牌、高仿、廉价等词汇绑定。很长一段时间内，诸暨袜业面临产能过剩、品牌缺失、恶性竞争加剧、附加值低等一系列“成长的烦恼”。

2019年，诸暨市提出数字经济五年倍增计划，通过数字化、智能化升级传统袜业。

传统的织袜流程包括原料进厂、织造、缝头、翻袜、定型、包装等，而织袜翻一体智能袜机整合了织造、缝头、翻袜这三道工序。这不仅大大缩短了工时，还能减少企业用工。李松军算了一笔账，在数字化车间改造前，一名挡车工最多只能管8台普通袜机，现在至少可以管20台织袜翻一体智能袜机。也就是说，100台织袜翻一体智能袜机组成的车间

只需要5名工人。单是这个变化，一年就可以省下150万元。

目前，诸暨市已孵化浙江海润精工机械有限公司、浙江叶晓机械科技有限公司等智能袜机生产企业20余家。袜企购置智能袜机、实施数字化改造的热情高涨，智能袜机生产企业订单供不应求。

诸暨市经信局局长袁新江说，这场围绕袜业展开的“数字革命”，最终使诸暨成为全球最大的智能袜机生产基地，年产织袜翻一体智能袜机规模1万台(套)，智能袜机单价由最初的30万元下降至8万元左右。这为诸暨袜业数字化升级夯实了基础。从设计、制造到销售，当地袜业的生产流程在向数字化、智能化发展。

### 多措并举开拓国内市场

此前，诸暨生产的智能袜机主要以出口韩国、越南、老挝为主，但在国内却少有人问津，“墙内开花墙外香”。虽然国外订单数量与日俱增，但问题随之而来。

对企业来说，除去人工培训、技术指导等开支，出口智能袜机利润只剩20%左右，仅依靠出口海外市场存在一定风险。

随着国内市场需求的不不断提升，袜机生产厂家逐渐将公司业务向国内转移，并在全国各地配备了100多支专业的工程师队伍，为购买袜机的企业提供售后服务。如今，诸暨袜机企业织袜翻一体智能袜机已占据国内约90%的市场份额。

此外，诸暨市还针对当地袜业企业出台了专项扶持政策，企业购买织袜翻一体智能袜机最高可以获得30%的政府补贴。近三年，诸暨市累计兑付奖励资金超2.46亿元。

## 全球首台雷霆100kW 超高功率切割设备问世

科技日报讯(记者陈曦)记者2月6日从天津港保税区获悉，该区企业凯普林携手嘉泰激光、柏楚电子发布了全球首台雷霆100kW超高功率切割设备。

据介绍，雷霆100kW超高功率切割设备不仅与上一代产品相比效率倍增，强化了超厚板领域的加工优势，而且还打通了超厚板加工壁垒。该产品有望在超厚板领域实现对等离子、火焰等产品的全面取代，大幅提升激光加工速度和作业效率，为工业制造提供更强切割能力。

北京工业大学教授王璞认为，激光加工功率提升到100kW量级，说明国产厚板切割市场前景广阔，尤其在超厚板领域，有很大的开拓空间。“雷霆100kW超高功率切割设备问世，彰显了国内龙头企业优秀的技术创新能力，从核心材料、核心技术到核心器件，均实现了创新突破。”王璞说。

作为国家级高新技术企业、首批工信部专精特新“小巨人”企业，凯普林一直坚持自主研发和创新，专注于解决行业厚板切割难题。2023年9月，公司正式推出雷霆系列产品。该系列产品功率覆盖12kW到100kW，具有高集成、高功率、高亮度和长电缆的“三高一长”特色，为工程机械、钢结构、船舶制造、能源电力、轨道交通等高端制造领域的超厚板切割，提供了更多优质解决方案。

“随着传统制造业转型升级以及激光技术和应用的不断拓展，激光加工行业迎来了新的变革、机遇与挑战。企业应进一步向‘专、精、特、新’转型，持续加强激光领域关键核心技术的攻坚突破，开拓更多的激光应用场景。”中国光学学会激光加工专业委员会秘书长陈超说。

天津港保税区坚持“党建引领 共同缔造”理念，贯彻落实“制造业立市、制造强区”战略，助力企业打造科技创新增长引擎，为区域技术创新和产业发展提供有力保障。

## 1月份PMI回升 释放开年经济运行积极信号

◎新华社记者 魏玉坤

国家统计局服务业调查中心、中国物流与采购联合会1月31日发布数据，1月份，中国制造业采购经理指数(PMI)、非制造业商务活动指数和综合PMI产出指数分别为49.2%、50.7%和50.9%，分别比上月上升0.2、0.3和0.6个百分点，我国经济景气水平有所回升，释放2024年开年经济运行积极信号。

“1月份，中国制造业PMI升至49.2%，结束了连续3个月下降势头。”中国物流信息中心专家文韬表示。

——市场需求趋稳回升，经济运行动力有所增强。

“1月份，在我国超大规模市场优势以及扩内需政策发力带动下，制造业市场需求趋稳回升，新订单指数为49%，较上月上升0.3个百分点。”文韬说。

从重点行业看，1月份，装备制造业、高技术制造业和消费品行业新订单指数分别为50.3%、50.2%和50.3%，均位于50%的临界点以上；高耗能行业新订单指数为47%，市场需求仍显不足。

值得注意的是，1月份，新出口订单指数为47.2%，比上月上升1.4个百分点。文韬分析，这主要是因为近期国外对我国船舶、汽车、基础原材料以及计算机通信电子设备需求较快增长，带动装备制造业、高技术制造业和基础原材料行业出口明显改善。

——企业生产活动加快，大型企业PMI升至扩张区间。

1月份，生产指数为51.3%，比上月上升1.1个百分点，升至近4个月以来的高点。

新动能延续稳中有增走势。1月份，装备制造业PMI为50.1%，虽较上月小幅下降0.1个百分点，但仍连续5个月保持在扩张区间。高技术制造业PMI为51.1%，较上月上升0.8个百分点。

从不同规模企业来看，1月份，大型企业PMI为50.4%，升至扩张区间，调查结果显示，超过七成的大型企业产能利用率达到或超过80%，企业产能释放较快；中型企业PMI为48.9%，比上月上升0.2个百分点；小型企业PMI为47.2%，比上月下降0.1个百分点。

——企业预期基本稳定，后市向好具备基础。

国家统计局服务业调查中心高级统计师赵庆河表示，受春节假期临近及部分行业进入传统生产淡季影响，生产经营活动预期指数为54%，继续位于扩张区间，企业对未来市场发展信心总体稳定。

“为适应国内消费者对空间计算产品的多元化需求，我们即将推出最新产品，兼具空间视频、轻办公、巨幕观影等相关功能，对未来发展前景很有信心。”玩出梦想(上海)科技有限公司首席营销官朱然表示，目前公司科技研发人员占比已超70%，随着空间计算市场继续扩大，制造业转型升级、创新发展有底气。

从非制造业情况看，1月份，非制造业商务活动指数为50.7%，比上月上升0.3个百分点，非制造业延续平稳扩张走势。

服务业生产活动指数升至扩张区间。1月份，服务业商务活动指数为50.1%，比上月上升0.8个百分点，景气水平有所回升。从市场预期看，业务活动预期指数为59.3%，与上月基本持平，继续位于较高景气区间。

建筑业商务活动指数有所回落。受冬季低温天气及春节假日临近等因素影响，建筑业进入施工淡季，商务活动指数为53.9%，比上月下降3个百分点。从市场预期看，业务活动预期指数为61.9%，持续位于高位景气区间。

“1月份，综合PMI产出指数为50.9%，比上月上升0.6个百分点，表明我国企业生产经营活动继续保持扩张。”赵庆河说。

业内人士分析指出，作为经济运行先行指标，1月份PMI均有回升，显示我国经济运行积极变化明显，内生动力持续增强，社会预期持续改善。

今年元旦假期全国国内旅游出游1.35亿人次，实现国内旅游收入797.3亿元，同比分别增长155.3%和200.7%；1月26日春运首日，全社会跨区域人员流动量近1.9亿人次，比去年同期增长19.7%；来自满帮货运的数据显示，1月1日至21日，建材、鲜花、鲜活水产品的公路货运量比去年同期分别上涨135.03%、72.61%和11.76%……人流、物流活跃度提升，折射中国经济回升向好的发展态势。

“展望2024年，我国发展仍是机遇和挑战并存。”国家发展改革委副主任刘苏社表示，总体上看，有利条件强于不利因素，支撑中国经济平稳健康发展的因素仍然较多，中国经济回升向好、长期向好的基本趋势没有改变。