地层它先懂，4000米钻得准

本报记者 王正喜

4000米，是什么概念？相当于28座云龙山“摞”起来，再从山顶往下钻。

今年春天，一台名为XSM2250的全液压模块化钻机，在晋北的煤层气井场上钻到了这个深度。它的研发者是徐州徐工基础工程机械有限公司，这台钻机已经入选江苏省2026年新技术新产品名单。

井场上，他们“看不下去”了

2023年，徐工研发团队在山西调研，看到的场景至今难忘。

几十米高的钻塔下，工人扛着钻杆在泥浆里穿梭。一根9.6米的钻杆，从地面到井口，要经过推送、猫道转运、对扣、拧卸，至少五六道工序。

井口拧卸扣时，卸扣钳的位置和扭矩全凭老师傅的手感，稍有偏差，轻则伤杆，重则伤人。“安全风险高、作业效率低、人工依赖度大——这就是我们要攻的三个关。”研发团队负责人郭铁坤说。

当时，国内同类产品最大提升力是180吨。地热井、浅层油气井越打越深，对提升力需求越来越大。徐工决定，不做则已，要做就做225吨级的，做国内第一台。

让机械手“看得见、摸得准”

最难啃的骨头，是换杆。

传统钻杆接续是“分段接力”：地面送一段、猫道转一段、井口接一段。徐工的工程师们偏要颠覆传统——让机械手一把抓住钻杆，举起来、翻过去，直接送到井口。

钻杆重达数吨，举升中姿态稍有偏差，对扣就会失败。团队把动作拆成几十个时序节点，用多传感器融合定位给机械手装上“眼睛”，用电液控制获得“手感”，再用多重传感安全互锁和实时反馈矫正提供“条件反射”。

一体式“抓—举—翻—送”机械手就此诞生。钻具从地面一次性送至井口，与动力吊卡直接交接，起下钻效率提升30%。

井口上卸扣，钻杆扣型五花八门，扭矩要求不等，过去全靠人工。团队构建基于卷积神经网络的钻杆接扣识别模型，把视觉传感数据“喂”进去，让上扣装置自己“看”清井口钻具的高度和扭矩值。接扣准确率不低于98%，一键上卸扣，彻底替代高危人工操作。

“以前井队内外钳工是标配，现在人撤下来了，井口更安全。”郭铁坤说。

既要“打得动”，也要“钻得准”

换杆是效率之战，钻进是精度之战。

深部地层软硬交错、破碎带密布。传统钻机靠人工司钻，钻压调快了卡钻，调慢了打不动。团队盯上一个更根本的问题：能不能让钻机自己“感知”地层？

他们的发明让钻杆边旋转、边下放，实时修正动态标定，并设计多模型控制器，根据地层硬度自动切换控制模型，钻进效率提升21%。

液压系统的响应速度也曾是短板。团队发明电控正流量泵阀协同控制方法，把响应速度压到87毫秒以内，加压钻进、减压钻进集成于单一阀体，全流程流量压力无级调节。

由于采用模块化设计，这个庞然大物用7台板车就能拉走，拆装也方便，24小时即可完成。井场占地面积也很小，一亩半就能安营扎寨。

从徐州出发，钻向更深处

2024年11月，山西兴县煤层气钻探项目，XSM2250首次实战。12米超长钻杆配合机械手一键作业，起下钻效率让现场人员直呼“没见过”。

2025年6月，XSM2250通过中机科（北京）车辆检测工程研究院型式试验；2026年3月，经中国工程机械工业协会鉴定，整体技术水平国际领先。

如今，它已在煤层气、油气、页岩气开发和地热开采等多场景中投入使用。

这台钻机的分量，不只是提供4000米的最大钻深。它背后是一群深耕钻机的研发队伍，是14件专利撑起的技术优势，更是打破进口液压钻机垄断、实现重大装备国产化的产业账。 受访单位供图



徐工XSM2250的全液压模块化钻机在施工。



使用公勺公筷
文明健康用餐

公勺公筷是文明的象征，更是健康的守护。它让每一餐都安心，让每一次相聚都温暖。使用公勺公筷是对他人的尊重，是对健康的负责。

徐州报业传媒集团 宣 广告