

AI帮助煤炭行业智能化升级

■本报记者 杨沫岩

从智能掘进、综采，到矿山无人驾驶，再到智能洗选，对煤炭行业来说，“智能化”早已不是新概念，但伴随近期DeepSeek的火爆，矿山企业又掀起一股新的人工智能（AI）潮。越来越多的煤炭企业宣布接入DeepSeek，从增强自有模型到强化智能开采，AI和矿山智能系统体现出较强互补性。AI的应用，可为决策者提供更科学、更直观的参考，也可以降低使用者面临的技术门槛。但另一方面，复杂条件下AI决策的透明性、可靠性仍有不足，制约着AI价值的进一步释放。

■ 智能系统和AI有何不同？

“你在煤炭行业能发挥哪些作用？”针对《中国能源报》记者的提问，DeepSeek列举了智能勘探与资源评估、自动化开采与设备管理、安全生产与风险预警等一系列应用场景，并表示：“通过这些功能，DeepSeek能够帮助煤炭行业实现智能化、自动化和可持续发展，提升生产效率，保障安全生产，降低环境影响。”

而对煤炭行业来说，DeepSeek所说的概念似乎并不新鲜，近年来智能掘进、智能综采、智能巡检等一系列关键设备和技术落地推广，行业智能化建设已然取得一批成果。但因DeepSeek模型的开源特性和良好性能，近期，一批煤炭企业或下属科技公司也掀起DeepSeek的“接入”潮。从智慧办公到设备监测，从安全生产到供应链优化，AI似乎正改变着矿山的每个环节。

那么，矿山智能系统和时下兴起的AI有何不同？中国矿业大学（北京）机械与电气工程学院教授郭一楠在接受《中国能源报》记者采访时表示：“智能系统通常基于自动化控制、数据采集和传感器技术，依赖事先设定的规则和算法，完成数据研判和控制下发。这种系统最典型的特征，就是通过确定性方式实现对数据信息的利用。无论是报警阈值设定，还是控制目标值设定，抑或是设备故障诊断时



图为位于陕西省榆林市的国家能源集团国神公司三道沟煤矿井下综采工作面生
产数字孪生场景。

故障树的排查逻辑，均是依赖于确定性的数据信息。”

人工智能的引入可以为智能系统带来一些新的特性和升级。郭一楠表示，AI能够从大规模数据中提取深层次的关系和规律，不局限于传统的规则和模型，还能根据实时数据的变化动态调整分类、预测或决策结果，突破预设规则的限制。“得益于学习到的多领域通用知识，包括DeepSeek在内的生成式AI能够以更拟人的思维和沟通方式提供人性化输出，被视作重塑行业AI应用模式的革命性技术。”

■ AI应用潜力如何？

从利用方式来看，多个煤炭企业都是以自有的智能化项目为“基座”，通过接入DeepSeek为项目升级。其中，山东能源集团旗下的云鼎科技股份有限公司利用DeepSeek增强了自有模型对矿山行业知识数据的推理能力，并进一步将其开发成

智能应用，可在安全生产、运营管理、财务审计和辅助决策等多个场景落地。

中煤信息公司称，通过接入DeepSeek大模型，提升了其自身的“智控”项目AI能力。通过发挥DeepSeek在推理、数据处理与智能化分析方面的优势，形成具备多项能力的大模型技术底座，可在煤炭、煤化工、电力、新能源等专业领域应用。

郭一楠表示：“AI系统善于识别传统系统难以察觉的微小变化和潜在问题，而精准分析又依赖于智能系统为矿山企业提供数据基座，二者缺一不可。当前煤炭领域的智能系统经过长期优化，为AI系统的建设提供了宝贵的业务基础。”

AI对智能系统升级可体现在多个方面。“生成式AI能够直接处理非结构化数据，如井下巡检视频、设备异响音频和地质报告文本等，还能从设备日志文本中提取关键语义，并与传感器数据形成互补，构建更全面的设备状态画像。”郭一楠指出，AI也可以结合实时数据和知识库，动态生成

决策建议，并用自然语言解释决策逻辑。通过强化学习与数字孪生技术，AI能够在虚拟环境中预演不同决策方案，从而为决策者提供更科学、更直观的参考。

此外，面对智能系统中可能存在的阈值设置不合理等情况，AI系统可以通过对多源乃至多模态数据的综合分析，辅助人员完成现有智能系统的优化。AI也可以降低使用人员的技术门槛，辅助理解和应用不熟悉的知识，并通过类人的语言交互模式完成对多系统复杂信息的融合分析，更精准、快速地解决现场问题。

■ 井下用AI是否可靠？

近年来，我国煤开采深度以每年8—12米的平均速度向深部延伸。面对这一新形势，AI既有独特优势，但同时也存在短板。

郭一楠指出，面对高度不确定的地质条件，AI可以融合多方面数据，构建动态

风险预测模型。而针对深部煤层赋存形态不确定性强的特点，AI可利用强化学习算法动态调整开采方案。深部开采常面临多灾种耦合风险，传统分析方法受限于单一学科模型，而AI可通过知识图谱技术整合多领域知识，建立跨学科的因果推理模型。

近期，已有部分企业通过接入AI加快推进煤矿开采装备的智能化升级。中国煤科天玛智控的技术涵盖液压控制、综采自动化控制、生产维护维修等多个领域，通过DeepSeek大模型、向量数据库和图数据库的综合运用，提高了智能系统推理的准确性和数据的安全性；郑煤集团利用DeepSeek完成了对“安全生产数字矿工”的关键技术升级，探索矿山安全管控“多模态感知+自主决策”。

在煤矿领域，AI做出的决策可能直接关系到人员安全，其可靠性与精准性仍需强化。首先，AI决策的运作机制复杂，尽管能够推导出结论，但其推导过程就像在一个黑箱中进行，对使用者不透明。AI决策的“黑箱”特性和矿山安全的强合规性要求数存在一定矛盾。同时，深部开采中新出现的致灾模式往往缺乏历史数据，导致AI预测可靠性下降。深部作业现场的高温、高湿环境易导致传感器数据漂移，训练不足的AI模型可能产生误判。

“当前智能化转型已从单一技术验证迈向全链条协同创新，但井下复杂场景适配性、算法可靠性和人才储备等问题仍制约着AI价值的释放。”郭一楠表示，随着AI决策链向采掘、安全等核心环节延伸，人工与智能设备的权责界定也需同步完善，避免“算法黑箱”引发的责任真空。



拥抱人工智能，能源行业不妨再积极些

能聊能说

■ 卢奇秀

DeepSeek带来人工智能的全民科普，从乡村到城市，从儿童到老人，大家都在谈论和使用。这些都传递出人们对“科技改变生活”的美好向往。

今年政府工作报告提出培育壮大新兴产业、未来产业，并首次提到“具身智能”“智能机器人”。这标志着智能机器人正从科幻想象走向落地，从实验室走向产业化。北京、上海、广东、浙江、重庆等地陆续发布支持具身智能、智能机器人产业发展政策文件，鼓励汽车生产、电子制造、煤炭矿业等领域的央企率先开放一批应用场景，加快危险、重复、繁重岗位作业的具身智能机器人替代。

能源行业一贯是科技创新的先行者、推动者。从最早的手工挖煤、背筐运送到现在的机械化作业、智能监控，坐在监控室轻点鼠标，就能控制井下采煤、掘进，全国煤矿智能化产能占比超过50%，有力夯实保供实力；从起步到进入世界领先行列，从后发追赶到创新领跑，高效晶硅、钙钛矿等光伏电池技术转换效率屡刷世界纪录，国产风电机组技术走入“无人区”，向更广地域、更深海域探索可能。可以说，能源行业的每一步前进、每一次跨越，都离不开数字化、智能化技术的助力。

近期，电力、油气、新能源各大集团企业都积极接入DeepSeek模型，踊跃布局人工智能。煤炭、油气领域传统作业环境复杂，存在塌方、有毒气体、瓦斯爆炸等诸多风险，机器人替代人工进行掘进、采煤、运输、安防、救援等工作，大幅提高生产效率的同时，有效降低人员伤亡；在新能源领域，人工智能技术分析历史天气情况和太阳能、风能发电数据，预测未来发电量，为电力系统提供科学合理的发电计划。在核电站，机器人进行反应堆内部检测、放射性废物处理等高危作业，提升核电安全运行水平。

以人工智能引领能源产业未来，是立足现实、着眼未来战略考量，是科技进步的大势所趋。与此同时，社会也有担忧——机器人是否会跟矿工、勘探、运维等人员“抢饭碗”？

科技不断进步的许多事实证明，每一次技术革新都曾引发过类似的担忧。当火车刚刚问世时，马车车夫也曾担心失去工作；蒸汽机出现时，愤怒的纺织工人还砸碎过蒸汽织布机，ATM机的普及也让银行柜员减少了30%。但科技发展的大势没有停滞，同时也以产业升级的方式创造出更多新职业、新岗位。

对于当前能源行业而言，制约因素不是替代恐慌，而是人才困境。偏远地区的煤矿建设、勘探、运维人员面临着老龄化、设备技术更新不足，“招人难和留人难”问题，而“双碳”人才、高端技术人才、氢储能等新兴行业人才严重不足，困扰行业长远发展。人工智能恰恰有望成为人才短缺的有益补充。

不患无位，患所以立。在人工智能政策、法规、技术持续完善的同时，能源企业要加强员工就业培训和技能支持，“终身学习”在这个快速发展的年代并不是一句“鸡汤”，能源人要在人工智能时代重塑自身价值。相关机构预测，我国人工智能人才缺口高达500万人，更何况能源是工程性、复杂性、动态性强的综合产业。积极尝试培育“人工智能+能源行业”复合型人才，必将成为大受欢迎。

那么，拥抱人工智能，不妨再积极点！加速开放一批应用场景，让人工智能技术真正走进工厂、油田、煤井生产一线，在实践中发现问题，利用人工智能解决问题，为能源行业转型升级提供智力支持。

我国能源矿产保障能力持续提升 推动锂资源从“探得到”到“采得出”

■本报记者 杨梓

我国锂资源储备近期喜讯频传。日前，四川省阿坝州马尔康市党坝锂矿通过自然资源部矿产资源储量评审备案，新增氧化锂资源量44万吨，累计查明氧化锂资源量112.07万吨，成为四川省首个氧化锂资源超百万吨的花岗伟晶岩型锂矿床，也是迄今为止亚洲探明资源量最大的花岗伟晶岩型锂矿床。不久前，自然资源部宣布，我国锂矿储量从全球占比6%升至16.5%，从世界第六跃至第二。

锂作为关键原材料，在新能源产业快速发展中战略地位愈发凸显。在业内人士看来，近期我国在锂资源储备的一系列新突破，意味着我国能源矿产保障能力持续提升。未来随着合理开发利用，降低我国锂资源对外依存度，让我国新能源产业有望在全球竞争中更具优势。

■ 资源储备不断取得新进展

据了解，党坝矿区位于阿坝州可尔因地区。2007年，党坝矿区查明的氧化锂资源量不到1万吨。2014年，党坝矿区实现第一阶段找矿突破，提交氧化锂资源量超66万吨。3年后，实现第二阶段找矿突破，新增氧化锂资源储量达近25万吨。而后，通过持续攻深找盲，探明氧化锂资源储量超112万吨，实现第三阶段找矿突破。据悉，四川探明锂资源储量占全国已探明锂辉石型资源储量的80%以上。

今年1月，自然资源部宣布，新一轮找矿突破战略行动实施以来，新发现西昆仑—松潘—甘孜世界级锂辉石型锂矿带，预测资源潜力达3000万吨。在内蒙古、江西、湖南、四川、新疆、西藏等地取得一系列重大突破，四川雅江木绒探获亚洲规模最大的伟晶岩型单体锂矿，青藏地区成为全球第三大盐湖型锂资源基地，锂云母型锂矿新增资源量超千万吨。

我国锂资源类型多样，总量巨大，盐湖型、锂辉石型、锂云母型都有广泛分布。在业内人士看来，新发现的锂资源有利于未来我国进一步降低对进口锂矿依赖，保障产业链稳定，加速产业规模化发展，同时显著提升我国在国际锂矿交易中的话语权。此外，还能带动国内锂矿开采、加工等产业升级，促进上下游产业协同发展。

上海钢联新能源事业部锂矿分析师郑晓强对《中国能源报》记者表示，新发现的锂资源可以有效提升资源自给率，远期可缓解对外依赖情况。

2024年，我国自产锂资源增幅超30%，



我国锂矿储量从全球占比6%升至16.5%，从世界第六跃至第二

2024年，我国进口锂精矿约525万吨，同比增长约31%

2024年，我国自产锂资源增幅超30%

预计到2027年我国自产锂资源全口径供应量至少将达到77万吨，较2024年增长83.3%

成为平抑国际锂矿市场价格的“稳定器”。中国有色金属工业协会副会长葛红林公开表示，预计到2027年我国自产锂资源(LCE)全口径供应量至少将达77万吨，较2024年增长83.3%，从而有效支撑我国产业自身发展需要。

■ 勘探与开发程度分化

虽然目前我国在锂资源储备、供应能力等方面取得了重大突破，但从开采及产能建设角度看，新发现的锂矿资源从勘探迈向规模化开采，不仅需要大量资金投入，还需经历较长建设周期。

事实上，我国部分地区锂资源储量与开采程度呈现分化态势。“我国锂资源储量目前已经处于前列，但由于部分矿区所处位置地理位置相对较差、基础设施建设相对投资较大，导致目前整体开发进度偏慢。”郑晓强指出。

以四川为例，其锂辉石矿勘探程度高，但开发程度较低。国信证券发布研报称，四川甘孜州和阿坝州锂辉石资源储量丰富，但开采难度相对较高，主要受自然条件恶劣与矿山基建薄弱影响。

某行业观察人士也向记者表示，我国四川、新疆等地都有丰富的锂矿资源，但部分地区基础设施条件较差，前期开采成本偏高。而目前处于低位的碳酸锂价格低位徘徊，也不足以支撑前期开采的资金投入。

锂资源对外依存度的降低，也一定程度上取决于国内矿区开采能力的提升。据海关统计数据，2024年，我国进口锂精矿约525万吨，同比增长约31%，主要来源于澳大利亚、巴西、津巴布韦等国；净进口碳酸锂23.1万吨，同比增长约55%。“目前我国

目前，我国已在锂云母提锂等技术上取得突破。据自然资源部指出，找矿集中攻坚行动中，科学家们攻克了江西等地区锂云母提锂技术难题，提高了锂云母型锂矿的利用效率和经济性，新增资源量超1000万吨。这一突破将促进湖南、内蒙古等省区形成找矿新局面，成为锂资源重要增长点。

但值得注意的是，在业内人士看来，我国整体锂资源提取技术仍有待进一步优化，以降低生产成本，提高资源回收率。锂矿企业在开采技术提升、产业布局优化等多方面发力，增强锂资源自主可控能力。“重点在项目开采及相关技术效率有待提高。目前冶炼技术是我国的竞争强项，海外矿山企业虽然品位较为成熟丰富，但整体冶炼技术水平并不高，所以强化锂资源冶炼技术、提升效率水平对我国的整体锂资源利用情况会有极大助力。”郑晓强提到。

此外，在全球锂资源竞争日益激烈的背景下，我国企业获取海外锂资源面临政治、经济等多方面不确定性。“目前我国锂矿企业处于相对积极竞争状态，对于优质锂资源的需求依旧迫切。但海外大型矿山贸易企业也有意识加强资源整合能力，在海外资源整合方面还需要国家层面从各方面进行资源整合，才能形成竞争优势。”郑晓强认为。