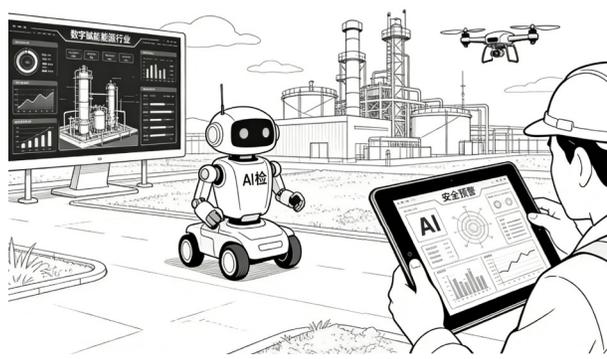


数智技术赋能能源行业安全生产的实践路径

文 | 臧红敏

随着新一轮科技革命和产业变革的深入发展，数智技术正以前所未有的力量重塑全球能源格局。安全生产是能源行业，特别是煤炭等传统能源领域永恒的主题和生命线。本文通过提炼数智技术赋能能源行业安全生产的核心价值与内在逻辑，剖析当前面临的主要难题，系统性地构建数智技术赋能能源行业安全生产的实施路径，为我国能源行业的安全发展与可持续转型贡献智慧。



(配图由 AI 生成)

能源是国民经济和社会发展的基础，能源安全生产事关国家能源战略安全、人民生命财产安全和社会稳定大局。长期以来，我国能源行业，尤其是煤炭产业，受制于复杂的地质条件、落后的生产方式及管理模式，安全生产形势严峻，重大灾害治理难度大，从业人员劳动强度高、风险大。人工智能、大数据、物联网及云计算等数智技术的蓬勃发展，为能源行业破解安全生产难题提供了历史性机遇。数智技术通过对能源生产系统、装备、流程和管理的深度渗透与重构，能够实现风险感知超前化、隐患排查自动化、决策指挥科学化、设备操作远程化、生产现场少人化，从根本上提升能源安全发展水平。

数智技术赋能能源安全生产的核心价值

践行“以人民为中心”发展的重要抓手

能源安全是六大安全之首，推动能源安全发展，直接关系到国家能源安全、经济安全和政治安全。通过大数据、云计算、物联网、人工智能等数智技术赋能能源安全生产，能够大幅降低安全事故发生率，保障员工生命安全，提升员工幸福感和获得感，更是以人民为中心的发展思想的深刻体现。

推动行业转型升级与区域振兴的强大引擎

对于东北等老工业基地而言，能源产业转型升级是实现老工业基地全面振兴的关键环节。东北地区能源行业面临设备老化、技术落后、结构单一等困境，数智技术赋能不仅是能源安全生产的需要，更是淘汰落后产能、释放先进产能、优化产业结构、转换增长动能的必然要求。传统煤炭企业通过数智技术开采，不仅实现了安全增效，还成功回收了以往

难以开采的薄煤层资源，延长了矿井服务年限，并通过域外开发实现了反哺域内，为区域经济注入了新活力。

实现能源行业可持续发展的核心路径

本质安全是指通过技术手段使生产系统本身具有高度的安全可靠，即使发生误操作或设备故障，也能自动保障人身安全。数智技术是构建本质安全型企业的核心手段。数智技术通过智能传感、精准控制、实时监测和智能决策，实现对水、火、瓦斯、顶板、冲击地压等重大灾害的超前精准治理，将事故防范由被动应对转向主动预警、源头控制。这不仅杜绝了能源行业重特大事故，也大幅减少了细微事故，为能源企业的长期、稳定、可持续发展奠定了最坚实的安全基石。

数智技术赋能能源安全生产的内在逻辑

数智技术实现安全管理闭环

数智技术通过“机防”替代“人防”，将本质安全理念推向新高度，从根源上消除或控制危险源。例如，通过装备的智能联动控制（如支架自动跟机）、故障自诊断、自动停机保护等功能，消除了因人为误判、操作失误引发的风险；通过构建智能风险预控体系，实现了对安全隐患的自动识别、预警和闭环管理，形成内在的安全屏障，降低了事故发生的可能性。

数智技术校正不安全轨迹

数智技术赋能能源行业安全生产，能够减少人的不安全行为和物的不安全状态等两种轨迹。一方面，通过自动化、远程化减少现场作业人员，直接减少人的不安全行为；另一

方面，通过设备状态智能监测、预测性维护，确保设备始终处于安全状态，并通过智能巡检机器人等替代人工进入危险区域检查，消除物的不安全状态。同时，智能监控系统（如视频AI识别）能够实时捕捉并纠正人的不安全行为，防止两者轨迹交叉。

数智技术提升风险管理效率

数智技术能够提升能源领域安全生产风险管理的效率和精度。在风险识别层面，利用物联网传感器网络、微震监测系统、探水雷达等，可实现全时空、多参数的风险信息采集。在风险评估层面，依托大数据分析和人工智能算法，可以对海量安全数据进行深度挖掘，建立风险预测模型，实现从静态评估向动态、精准预警转变。在风险控制层面，智能控制系统能够根据风险评估结果，自动执行调整生产参数、启动降灾设施（如自动注浆、注氮）等控制措施。在评审层面，系统可自动记录全流程数据，为优化风险管理策略提供数据支撑。

数字技术构建安全智能系统

能源安全生产是一个复杂的系统，涉及人、机、环、管等诸多要素。数智技术建设不是单一技术或设备的应用，而是对整个生产系统进行系统性重塑和优化集成。数智技术通过统一的数据平台、控制平台和管理平台，打通了采、掘、机、运、通、洗、选等各个子系统之间的信息壁垒，实现了采掘、运输、通风、排水、供电等各子系统的数据互通与协同联动，形成了“感知-分析-决策-执行”的智能系统，从而提升了整个生产系统的安全性和可靠性。

数智技术赋能能源行业安全生产面临的挑战

尽管数智技术赋能能源安全生产前景广阔，但在推进过程中，仍面临来自技术、成本、人才、管理和外部环境等多方面的挑战。

技术集成与行业适配性挑战

一是数智技术融合度不够。当前许多数智技术应用仍处于“单点智能”或“系统集成”的初级阶段，人工智能算法与生产工艺、灾害治理模型的结合不够深入，智能决策的准确性和实用性有待提高。例如，瓦斯涌出、冲击地压等灾害的智能预测模型仍需大量数据和实践来优化。二是智能装备可靠性与适应性要求高。能源行业特别是井下煤矿，环境恶劣，容易受到潮湿、粉尘、电磁干扰以及井下空间受限，对智能装备的防爆、防水、防尘、抗冲击能力及通信稳定性提出了极高要求。现有部分智能装备在复杂地质条件下的适应性、稳定性和耐久性仍需经受长期考验。三是数据标准与互联互通之间存在壁垒。生产系统、安全监控系统、设备管理系统等来自不同厂商，数据格式、通信协议不一，形成“数

据孤岛”，难以实现数据的无缝对接和深度融合分析，制约了能源行业整体智能水平的提升。

初始投入与经济效益平衡挑战

一是智能化改造初始投资较大。数智技术改造涉及智能装备采购、系统平台开发、网络基础设施建设等，需要巨额的资金投入。对于能源企业，尤其是众多中小型能源企业而言，资金压力更为突出，成为能源企业推进数智技术的首要障碍。二是投资回报周期不确定性。虽然数智技术能带来安全效益和长期的经济效益，例如减人提效、资源回收率提升等，但数智技术改造回报周期较长，使得能源企业在决策时面临短期财务压力与长期战略收益之间的权衡难题。

人才队伍与组织结构挑战

一是复合型人才严重短缺。数智技术运营维护需要既懂生产工艺、安全管理，又精通信息技术、数据分析的复合型人才。当前，能源行业传统人才知识结构老化，新引进的IT人才对现场工艺不熟悉，人才“断层”问题显著。二是员工转型与安置压力。数智技术导致岗位结构发生变化，大量一线操作岗位被削减，对现有员工进行转岗培训和技能提升的需求迫切。如何妥善安置富余人员，处理好改革、发展与稳定的关系，是能源企业面临的重要社会课题。三是组织架构与管理流程变革滞后。数智技术要求企业管理模式从科层化、经验化向扁平化、数据驱动决策模式转型。如果组织架构仍保持传统金字塔模式，管理流程未能与数智技术系统相匹配，将导致“新系统、老办法”的现象，难以充分发挥数智技术的效能。

管理体系与制度建设挑战

一是标准规范体系不健全。能源行业数智技术的技术标准、验收规范、安全管理规程等尚不完善，导致部分能源项目建设水平参差不齐，缺乏统一的衡量标尺和监管依据。二是网络安全风险凸显。生产系统的网络化、智能化，使其接入更开放的环境，面临更大网络安全风险。一旦遭受网络攻击，可能导致生产瘫痪、数据泄露，甚至安全事故。三是传统安全观念惯性。部分管理人员习惯于传统的工作方式和经验管理，对新技术存在怀疑、畏难情绪。

数智技术赋能能源行业安全生产的实施路径

强化顶层设计，系统规划数智技术蓝图

一是加强组织领导，明确战略目标。成立数智技术建设领导小组，明确以提升本质安全水平为核心，制定符合企业实际的中长期数智技术发展规划，确立分阶段实施目标、重点任务和保障措施。二是坚持标准先行，统筹技术路线。积极参与国家和行业数智技术标准体系的建设，并在企业内部建立统一的数据标准和接口规范。在技术选型上，坚持“先

进适用、稳定可靠”原则，确保技术方案与自身地质条件、灾害类型和管理基础相匹配。

聚焦关键场景，分类推进数智技术应用

一是建立生产环节智能操控，实现“少人则安”。在智能采掘方面，大力推广数智技术综采工作面，实现采煤机记忆截割、支架自动跟机、工作面可视化远程监控和“一键启停”。加快岩巷、煤巷快速智能掘进技术与装备的应用。在智能运输与辅助生产方面，推进主运皮带、压风机、中央水泵等系统的集中监控和无人值守改造，推广应用智能巡检机器人，替代人工进行设备巡检和环境监测，减少人员进入危险区域。二是构建安全监控与灾害防治智能预警，实现“源头治理”。构建集成安全监测、人员定位、工业视频等系统智能综合管控平台，利用大数据和AI技术，实现风险综合研判、隐患自动推送与闭环管理、应急智能指挥。深化重大灾害智能防治，推广应用千米定向钻机、微震监测系统、探水雷达、光纤测温等先进装备技术，实现对瓦斯、水、火、冲击地压等灾害的精准探测、超前治理和智能预警。三是采用设备健康管理与运维数智技术，保障系统可靠。建立设备智能诊断与预测性维护系统，通过对设备运行数据的实时监测与分析，预测故障发生概率，变被动维修为主动预防，大幅提高设备可靠性和安全性。

创新投融资模式，加大数智技术投入力度

一是拓宽资金渠道，优化投入方式。积极争取国家智能制造、安全改造、产业升级等专项奖补资金。探索采用“设备融资租赁”“合同能源管理”、产业基金等市场化模式引入社会资本，缓解资金压力。二是注重投入产出，挖掘增值效益。在规划和评估数智技术项目时，重点关注通过数智技术实现的减人提效、资源回收率提升、能耗降低、设备使用寿命延长等带来的综合经济效益，为数智技术投入提供持续动力。

实施人才强企战略，提升数智技术适配的组织能力

一是大力培育复合型人才。实施“内培外引”双轮驱动。建立常态化培训体系，与高校、科研院所、设备商合作，开展定制化培训，选派骨干外出学习。设立大师工作室、创新工作室，发挥传帮带作用。精准引进急需的IT、数据算法等高端人才，并给予有竞争力的薪酬和职业发展通道。二是优化组织结构与流程。适应数智技术生产模式，推动组织架构扁平化改革，设立数据管理部门或岗位。梳理并再造安全管理、生产调度、设备运维等核心业务流程，使能源企业与数智技术系统高效协同。三是完善激励与考核机制。建立与数智技术成果、安全绩效、创新贡献紧密挂钩的薪酬体系和晋升机制。重奖在技术革新、解决安全生产难题中做出突出贡献的团队和个人，营造尊重知识、崇尚创新的浓厚氛围，

充分激发各类人才的积极性和创造性。

完善制度保障与生态构建，优化数智技术发展环境

一是健全安全管理制度与标准。及时修订企业内部的安全操作规程、责任制和应急预案，使其覆盖数智技术生产的新场景、新风险。特别要加强网络安全管理制度建设，构建覆盖感知层、网络层、平台层、应用层的工业互联网安全防护体系。建立健全数据管理制度，确保数据采集、传输、存储、使用过程中的安全与合规，为智能化系统稳定运行保驾护航。二是深化跨界合作与协同创新。鼓励能源企业、装备制造、软件开发商、高校及科研院所建立产业技术创新联盟，围绕共性技术难题开展联合攻关，打造协同共赢的产业生态，加速科技成果转化与应用。三是争取政策支持与营造良好氛围。积极向政府相关部门反映行业发展诉求，争取在财税、金融、土地、人才等方面获得更多政策支持。加强企业内部宣传和引导，通过成果展示、体验活动等方式，提升全体员工对数智技术的认知度和接受度，形成推进数智技术的强大合力。

数智技术赋能是能源行业应对安全生产挑战、实现高质量发展的必由之路和战略抉择。文章在阐释数智技术赋能能源行业安全生产核心价值与理论逻辑之上，客观分析了在技术、成本、人才、管理等方面存在的现实挑战，并提出了以战略为引领、以场景为核心、以加大投入为前提、以人才为根本、以生态为保障的系统化实施路径与对策。展望未来，随着新一代人工智能技术的不断成熟和应用的持续深化，数智技术必将在更广范围、更深层次上赋能能源行业安全生产，最终实现“无人则安、本质安全”的崇高目标，为我国能源事业的持续健康发展和现代化建设提供坚实可靠的安全保障。

本文选自2025年度全国党校（行政学院）系统社科规划一般项目“推动科技创新和产业创新深度融合研究”（2025DXXTYB0037）的阶段性成果。

作者简介：臧红敏 中共辽宁省委党校

责任编辑：王子祺 投稿邮箱：zhouhl@staff.ccidnet.com