

附件 1

《矿山安全先进适用技术装备推广目录（2023 年）（征求意见稿）》

序号	名称	技术要点	推广理由	适用范围	应用单位	备注
1	煤矿深埋复合高承压极强含水层帷幕截流技术	<p>1) 煤矿深埋巨厚复杂介质高承压极强含水层条件下帷幕截流建造方法,在浅埋松散含水层建造有限宽度的隔水帷幕;</p> <p>2) 帷幕“内疏外回”零排放开采;</p> <p>3) 截流效果评定和稳定性动态监测预警评价。</p>	<p>该技术实现了断层防绕流注浆、动水合龙注浆、“五位一体”综合快速疏降水和帷幕外同层同质回灌,建立了疏干开采条件下深埋高承压帷幕截流效果评定和稳定性动态监测预警评价体系,可在井工煤矿帷幕建造和稳定性监测、断层预注浆和松散含水层下突水溃砂防治方面发挥重要作用。</p>	<p>存在侧向强补给水源的煤矿复合极强含水层水害</p>	<p>淮北矿业朱仙庄煤矿、淮北矿业杨柳煤矿、安徽恒源煤电五沟煤矿等</p>	煤矿
2	矿井火灾精准监测智能预警控制系统	<p>1) 激光多光谱气体检测和分布式光纤测温;</p> <p>2) 快速抽气自动切换与管路诊断监测;</p> <p>3) 煤自然发火预警模型。</p>	<p>该系统能实现对井下采空区、密闭区等易发火区域的甲烷等多种气体和温度的实时监测,以及输煤皮带、机电设备等区域温度的连续监测,具有异常智能诊断和自动处置功能,能准确捕捉束管堵塞、漏气等异常现象,并触发自动处置功能实现束管的疏通,解决了传统束管监测系统束管堵漏、维护工作难度大的问题,精准感知矿井内外因火灾监测参数,实现自然发火状态智能分析、火灾异常智能预警、火灾发展态势智能预测,可大大提高煤矿火灾防治水平,有效减少或避免火灾事故及其带来的损失。</p>	<p>开采容易自燃、自燃煤层的井工煤矿以及储煤场、洗选煤场等的自然发火监测;分布式光纤测温装置同时适用于输煤皮带、井下输电线路的外因火灾监测</p>	<p>铁法煤业小青煤矿、晋能控股晋华宫煤矿、国能亿利能源黄玉川煤矿等</p>	煤矿

3	智能化定向钻场	<p>1) 井下无线通讯、三位建模和全数据分析处理;</p> <p>2) 由自动化定向钻机、自动排渣清运系统、孔口管安设系统、钻场集控系统等组成,实现钻场的自动监测与控制。</p>	<p>钻场配备先进的传感单元和防爆控制系统,在钻进过程中对各种参数进行实时监测和调整,实现装备的智能化控制,提高施工精度和安全性;配备机械手式自动换杆系统,可实现钻具的自动加卸;具备多种钻进方式切换功能,可适应不同地质条件和施工需求,提高了装备的灵活性和适用性;能准确控制钻孔方向和倾角,实现按设计轨迹精准定向钻进;集成孔内钻渣自动收集处理和孔口套管机械化安装系统,实现定向钻进施工过程从钻孔、排渣到封孔过程的一体化全流程作业控制。</p>	煤矿井下瓦斯抽采钻孔、探放水钻孔等施工领域	淮北矿业袁店一井煤矿、晋能控股寺河煤矿、国能亿利能源黄玉川煤矿等	煤矿
4	超高压水力割缝卸压增透技术及装备	<p>1) 高压水传输及动密封;</p> <p>2) 高压水射流割缝卸压增透成套工艺;</p> <p>3) 通过超高压水射流切割煤层形成缝槽,改善煤层中瓦斯流动模式。</p>	<p>该技术及装备攻克了高压水传输及动密封等技术难题,具备动力源头、传输通道、传输连接、远程操作等四重安全防护功能,提高了原有割缝装备的工作压力,工作压力可达 100MPa,中硬煤层割缝半径 1.5~2.5m,实现了钻-冲-割一体化功能,解决了水力割缝作业操作工艺复杂、效率低等技术难题;构建了适用于不同煤层条件的超高压水射流割缝深度预测模型,形成的高压水射流割缝卸压增透成套工艺技术体系,解决了煤矿钻孔瓦斯抽采达标时间长、抽采效率低、钻孔工程量大的技术难题,提高了技术的可靠性及稳定性。</p>	高地应力、高瓦斯、低透气性煤层(煤层硬度 $f > 0.4$ )工作面顺层钻孔、穿层钻孔及石门揭煤卸压增透、冲击地压防治等领域	河南神火煤电股份薛湖煤矿、安徽恒源煤电祁东煤矿、山西潞安余吾煤业等	煤矿

5	顶板岩巷下向孔钻扩一体化卸压防突成套装备	<p>1) 高抽巷大扭矩可变径扩孔；</p> <p>2) 机械式造穴卸压一体化技术。</p>	<p>该装备通过实现顶板岩巷下向钻扩、钻孔一体化作业进行掘进条带瓦斯抽采治理来掩护掘进，实现顶板岩巷一巷多用的功能，利用顶板岩巷实现回风巷掘进条带治理；同时通过钻扩一体化作业，实现下向孔造穴，施工下向大直径穿层钻孔至煤层顶板，显著提高煤层透气性，提高瓦斯治理效率。同时利用高抽巷达到治理回风巷条带瓦斯和治理工作面上隅角瓦斯的双重功效。该装备为煤矿井下瓦斯治理、卸压增透提供新思路、新设备，可降低瓦斯治理成本，给同类条件煤矿的安全生产提供可借鉴的技术。</p>	高瓦斯突出矿井，硬度系数 $f \leq 2$ 的各种煤层和岩层	阳泉煤业寺家庄煤矿、平顶山天安煤业八矿、韩城煤业下峪口煤矿	煤矿
6	坚硬顶板矿压动力灾害超前区域卸压防治技术	<p>1) 煤矿井下水平定向长钻孔的多点拖动式裸眼分段压裂方式；</p> <p>2) 对坚硬顶板进行区域卸压的成套技术及装备。</p>	<p>该技术可实现 1000m 以上裸眼定向长钻孔 15 段以上的压裂，最高输出压力达 65MPa，最大输出排量 87.5m<sup>3</sup>/h，具备钻孔自清洗功能，裸眼耐压能力达 70MPa 以上，在满足煤矿井下水力压裂施工要求的同时，提升了施工安全性，增大了施工场地的可选范围，提升孔内压裂工具和设备的适应性。建立了井下超长综采工作面强矿压超前治理新模式，实现了煤矿井下坚硬顶板强矿压灾害的超前、区域、精准防治。实现了多方位监测压裂裂缝在目标层中的展布方位和形态等特征，为煤矿井下水力压裂效果评价、钻孔在平面或空间布置和压裂参数优化提供了监测评价新方法。</p>	坚硬顶板强矿压灾害超前防治、厚硬煤层超前区域弱化改造、煤层瓦斯增透抽采等多个领域	中煤西北能源纳林河二号煤矿、国能神东煤炭保德煤矿、国能神东煤炭布尔台煤矿等	煤矿

7	磨砂射流轴向切顶精准防冲技术	<p>1) 磨砂射流轴向精准切顶;</p> <p>2) “钻-切-压”一体化切顶,同时处理走向和侧向目标岩层。</p>	<p>针对中低位厚硬顶板悬而不垮形成的静载荷和瞬间垮断形成的动载荷导致的致灾风险,该技术可同时处理走向和侧向岩层,具有定向、精准、可控优势,实现了切缝、封孔、压裂的并联作业和远距离操控,提高切缝能力 20 倍以上,节省作业时间 50%以上,克服了传统水力压裂时的裂缝扩展方向可控性低、压裂裂缝不能沿着最佳切顶方向扩展的问题。</p>	<p>具有多层厚硬致密顶板的冲击地压和强矿压矿井</p>	<p>国能神东煤炭布尔台煤矿、中天合创能源葫芦素煤矿、甘肃华亭煤电砚北煤矿等</p>	<p>煤矿</p>
8	地面水平井分段压裂区域卸压防治冲击地压技术	<p>1) “螺杆钻具+LWD 随钻测量系统+综合录井”等组合配套技术;</p> <p>2) 利用射孔器在井身指定位置射穿套管和水泥环,沟通压裂岩层与井筒。</p>	<p>该技术通过地面压裂提前破坏危险区域上覆厚硬顶板的完整性,施工过程便利,不受井下施工空间限制,可有效降低新建矿井建设阶段、开拓巷道掘进阶段、采煤工作面回采阶段的冲击危险程度,实现建设矿井先压后建、生产矿井先压后掘、先压后采的全生命周期冲击地压治理,对全国厚硬顶板矿井冲击地压灾害防治具有借鉴作用。</p>	<p>对开采煤层上方赋存厚硬顶板的弱化处理</p>	<p>陕西彬长孟村矿业、中煤陕西榆林能化大海则煤矿</p>	<p>煤矿</p>
9	全断面硬岩掘进机	<p>1) 集机、电、液、光、气、传感、信息等技术于一体;</p> <p>2) 能够同时完成破岩、支护、出渣、导向等作业。</p>	<p>该装备掘进速度快、成巷质量高、施工安全性好,相较以往技术主要有如下改进: 1) 巷道支护方式。由原来的仰拱块改为锚杆索喷支护,增加了液压锚杆钻机和护盾装置,减少了仰拱块安装成套设备; 2) 后配套设备。后配套滑车改进为后配套拖车,使用包胶式行走轮代替步进轨道;使用单轨吊运输代替轨道运输,提高了运输效率; 3) 设备布局。设备长度由 167m 缩短至 75m,设备更加灵活。</p>	<p>在围岩稳定性好、中-高强度的岩层中掘进</p>	<p>安徽亳州煤业袁店二井煤矿、西山煤电马兰煤矿、陕西正通煤业高家堡煤矿等</p>	<p>煤矿和非煤矿山</p>

10	智能化大断面巷道快速掘锚成套装备	<p>1) 探-掘-支-运全工序高效协同作业;</p> <p>2) 巷道精确成型智能掘进;</p> <p>3) 全工序全流程一体化自动支护;</p> <p>4) “井-地-云”架构智能掘进管控平台。</p>	<p>该装备由掘锚一体机、液压锚杆钻车、连续带式输送机组成,攻克了掘支平行与协同作业难、巷道断面成型精准控制难、全流程自动化支护难、运行状态实时感知与远程集中管控难等难题,实现了掘进工作面探-掘-支-运全工序智能化施工,打造了少人或无人掘进工作面。</p>	大断面快速掘进和支护	山西汾西矿业贺西煤矿、陕西煤业曹家滩矿业、国能神东煤炭布尔台煤矿等	煤矿和非煤矿山
11	异构驱动刮板输送机	<p>1) 不等功率传动装置、转速功率扭矩协同控制、大功率机械限矩保护;</p> <p>2) 非对称机头端侧卸;</p> <p>3) 无级可控软启动、微冲击运行,实现了输送机及电网的平稳和可靠运行。</p>	<p>该装备实现 3000kW+2000kW 异构驱动与控制,浅部输送能力<math>\geq 5000\text{t/h}</math>,寿命过煤量<math>\geq 60\text{Mt}</math>,能够满足煤层厚度 8m 以上、整机、年产煤 20Mt 安全高效放顶煤工作面的要求,使异构配置的机头尾驱动均处于电机高效能工作区间,解决输送机功率不能有效平衡而带来的压溜停机问题,同时使设备更好适应智能化控制要求,实现了不等功率的传动装置的转速功率扭矩协同控制,保证异构输送机的安全可靠平稳运行,大幅提高了晋陕蒙地区高产高效煤矿的开采效率和煤炭资源回采率。</p>	缓倾斜厚煤层开采运输	陕西未来能源化工金鸡滩煤矿	煤矿
12	快速拆装自固定模块化带式输送机	<p>1) 通过液压系统和压力检测系统固定的顺槽用带式输送机;</p> <p>2) 智能压力检测监控与补压系统、机械锁块等技术。</p>	<p>该装备实现了顺槽带式输送机的免浇灌快速安装,在顺槽带式输送机主要受力点布置 5 组液压支撑单元与顶底板接触产生作用力,实现对带式输送机卸载部、机头部、驱动部、储带部、卷带装置部分的固定;采用智能压力检测监控与补压系统、机械锁块等技术实现了安全保障,设备安装时不用起底、支模、浇注基础、二次浇注安装设备,将 10 天安装时间缩短为 3 天。取代传统依</p>	回采工作面开采速度快、搬家倒面频繁的高产高效煤矿	国能神东煤炭大柳塔煤矿、国能神东煤炭乌兰木伦煤矿	煤矿

			靠混凝土基础与地脚螺栓固定设备的安装方式,大幅节约了设备安装成本,减少了巷道的岩石开挖量和混凝土的使用。			
13	煤矿智能供电防越级跳闸及精确选漏技术	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 分布式网络保护防越级跳闸;</li> <li>2) 附加信号网络保护精确选线;</li> <li>3) 精确选漏;</li> <li>4) 远程漏电“一键试验”;</li> <li>5) 电磁起动器漏电故障精确选漏。</li> </ul>	该技术实现供电故障自动保护、在线监测以及远程控制;防止供电故障越级跳闸,避免大范围停电,保障煤矿通风、排水等各生产环节的平稳和安全;高压接地故障自动选线,准确率98%以上,缩短接地故障持续时间,防止因接地故障引起机电设备绝缘击穿、大范围停电等事故;低压漏电故障自动选漏,准确率98%以上,及时切除漏电回路,防止漏电引起人身触电伤亡事故。	井工煤矿	山东能源新巨龙煤矿、国能神东煤炭大柳塔煤矿、国能榆林能源青龙寺煤矿等	煤矿
14	工业级矿鸿操作系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 重设“鸿蒙”操作系统架构;</li> <li>2) 统一数据语言标准;</li> <li>3) 推进全设备适配,匹配工业自动化向工业互联网架构变革。</li> </ul>	该系统重点解决控制设备种类多达上万款导致设备管理和应用难、设备在线率低导致数据采集困难、数据协议不统一导致设备联动困难等问题。具有如下特点:1) 统一系统:一套系统覆盖各种设备;2) 统一标准:打破信息孤岛,实现数据共享,实现不同厂商、不同设备之间数据相互联通;3) 万物互联:实现人机互联、机机互联,支撑设备之间整体协同工作;4) 安全可信:国产化操作系统,安全可信。	对从传感器到采煤机、液压支架、机器人等各类设备的监测、控制和智能化管理	国能神东煤炭乌兰木伦煤矿、晋能控股三元煤业	煤矿
15	国产化安全可信大型PLC控制系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 可信计算3.0技术;</li> <li>2) 全生命周期双体系可信度量、访问控制、通信加解密等关键技术;</li> <li>3) 系统主动防御安全技术体系。</li> </ul>	该系统实现了复杂自动化控制与内生安全可信的一体化,在运算速度、带载点数、通讯能力等方面均达到国际先进水平,并基于可信计算3.0双体系架构与内置密码芯片进行全生命周期可信度量、访问控制与通信加解密,保障核心数据、代码与通讯的主动	矿山自动化生产的各个场景,如运输、通风、排水、变电所等	国能神东煤炭布尔台煤矿	煤矿和非煤矿山

			免疫与安全可信。在满足现场控制要求的同时,还可对设备进行全面有效的防护,防止系统受到病毒、木马等形式的恶意攻击,从而避免带来的事故停运与经济损失,有效提升煤矿核心装备与生产过程的安全保障能力。			
16	煤矿煤流运输AI视频识别与智能控制系统	<p>1) 采用 AI 图像分析技术,对煤矿主煤流运输系统的皮带煤量、异物、堆煤及跑偏进行识别和分析;</p> <p>2) 实时识别煤量,实现智能调速和运量统计。</p>	<p>该系统具有皮带危险区域禁入、皮带煤量识别调速、煤量统计、皮带大块异物识别、堆煤、跑偏、皮带纵撕、皮带表面损伤检测、工作面顺槽皮带AI均衡等功能,具备可视化显示功能,通过客户端的可视化界面实现皮带速度、温度、全煤流状态、煤量和报警信息的实时显示。可实现全煤流管控区域的视频检测、隐患智能报警闭锁,配合煤流运输控制系统实现集中控制、煤量实时识别、智能调速和闭锁联动功能。可提高系统响应速度,提升煤矿的安全智能化管理水平,减少安全事故,节能降本。</p>	煤矿胶带运输系统	兖煤菏泽能化赵楼煤矿、中煤华晋王家岭煤矿	煤矿
17	矿山智能换绳辅助机器人	<p>1) 无损伤夹持;</p> <p>2) 直线连续收放钢丝绳;</p> <p>3) 智能电液控制与远程集控为一体,实现智能化换绳辅助。</p>	<p>通过开发和利用液压系统的平衡特性和功能,使智能换绳机器人收放绳速度既可以独立线性调整,又可以与提升机同步随动。换绳时,随提升机同步连续运行,可实现机械化自动收放绳,大大提高换绳效率。</p>	矿山立井摩擦提升系统的钢丝绳更换、平衡尾绳更换、挂罐安装、罐道绳更换等作业	平顶山天安煤业十三矿、淮北矿业许疃煤矿、国能宁煤石槽村煤矿等	煤矿和非煤矿山

18	矿用智能化学氧自救器	<p>1) 生氧罐滤粉夹层结构, 生氧剂不泄漏;</p> <p>2) 内置无源芯片, 通过专用充电架或信息采集终端, 可后台查询自救器制造、使用和校验信息。</p>	<p>佩戴时无须取出自救器本体, 无须整理气囊, 无须单独启动初期生氧装置, 缩短佩戴步骤, 节省佩戴时间。同时, 采用高效新型过滤材料, 杜绝粉尘外漏, 解决了佩戴化学氧自救器呛嗓子的的问题。在自救器外壳上置入无源芯片, 将自救器制造、使用、存放和失效等信息导入芯片进行自动检测报警。自救器信息化系统通过植入自救器内部的监测无线通讯板可及时向管理者反映产品当前状态, 可实现失效报警。</p>	井下人员的应急逃生	黑龙江龙煤矿业、铁法煤业、沈阳焦煤股份	煤矿和非煤矿山
19	下向分段充填采矿方法	<p>1) 分段采场内大跨度充填体顶板构筑、水平或竖向采场交错布置, 保障破碎矿岩条件下回采单元的稳定性;</p> <p>2) 用充填体顶板替换破碎原岩顶板, 下分段采场在上分段大跨度充填体顶板下回采;</p> <p>3) 微扰动精细爆破, 降低中深孔爆破对充填体顶板的损伤。</p>	<p>该技术针对该类矿体开采采用的上向进路胶结充填采矿法、下向进路胶结充填采矿法及上向水平分层充填采矿法等传统采矿方法存在的采场结构参数小、生产能力低、人员劳动强度大、人员在顶板下作业安全风险大、机械化程度低等问题, 形成了下向分段充填采矿成套技术, 回采采场跨度由3~5m提高至8m, 采场高度由3~5m提高至12.5m以上, 落矿方式由浅孔爆破转变为中深孔爆破, 实现了不留顶底柱下向连续开采, 采场平均综合生产能力提高150%以上, 作业安全性及机械化水平显著提高。</p>	金属矿山破碎矿体开采领域	江西铜业武山铜矿、新疆喀拉通克矿业、山东黄金三山岛金矿	非煤矿山
20	多中段盘区化组合连续开采方法	<p>1) 阶段空场嗣后充填法的房/柱采场竖向交错布置组合连续开采模式;</p> <p>2) 大面积充填体顶板下的二步骤采场阶段空场采矿技术;</p> <p>3) 充填体-矿岩异质界面的控制爆破技术及充填体内巷道的安全高</p>	<p>下行开采是地下厚大金属矿体开采的传统模式, 阶段空场嗣后充填法是广泛用于厚大金属矿体的高效采矿方法, 但该模式必须在阶段间预留原岩水平矿柱, 用于隔离上下阶段、控制地压活动等, 存在残矿回采难度大、效率低、资源损失大、安全性差等问题; 水平矿柱回收滞后, 影响开采效益; 预</p>	地下厚大金属矿体开采	铜陵有色安庆铜矿、铜冠(庐江)矿业、山东黄金三山岛金矿	非煤矿山

		效掘进与支护技术。	留水平矿柱导致上下阶段可同时作业的采场数量少,导致其生产衔接问题,限制了矿山生产能力。多中段盘区化组合连续开采方法及成套技术,系统解决了基于阶段空场嗣后充填采矿法的厚大金属矿体全矿段无矿柱连续开采难题,为地下厚大金属矿体开采提供更高效、更安全的解决方案。			
21	薄矿脉安全高效充填开采技术及装备	<p>1) 适用最小巷道尺寸 0.6m×0.7m (宽×高);</p> <p>2) 充填量 12m<sup>3</sup>/h;</p> <p>3) 水平输送距离 300m,垂直距离 100m;</p> <p>4) 充填体不泌水、不沉降,养护期 8-24h, 3 天强度可达 1MPa。</p>	<p>小型金属矿山薄矿脉开采一般点多面广、作业空间狭窄、采场稳定性差,常用的胶结充填采矿法面临铺设管网线路长、单次充填量少、建设维护成本高等痛点,废石充填采矿法存在人工劳动强度大等弊端。该技术通过应用可移动、泵送扬程高、一次性投资小的高效充填装备,结合轻质吸能类膏体胶结充填材料,突破了传统下盘削壁爆破人工取料充填方式,使电耙出矿的应用范围和效率显著提高。该技术及装备大幅提高了生产效率,增加了资源回收率,实现了薄矿脉采场中简易、高效、稳定、低成本的胶结充填,增强了采场本质化安全程度。</p>	金属矿山极薄至薄矿脉开采领域	内蒙古金陶股份、辽宁二道沟黄金矿业、中国黄金夹皮沟矿业	非煤矿山
22	矿渣基充填胶凝材料	<p>1) 充填体中长期强度控制;</p> <p>2) 适用于细粒级尾砂、高硫尾砂的矿渣基充填胶凝材料配方及优化;</p> <p>3) 矿渣基充填胶凝材料质量控制。</p>	<p>将水泥作为胶凝材料用于细尾砂及高硫尾砂等充填时,存在充填料浆凝固速度慢、充填体强度发展慢、采场暴露时间长、充填体强度低等问题,易导致采场充填体垮塌,严重影响采场回采安全。该胶凝材料可显著缩短细粒级及高硫尾矿充填时的料浆凝固时间,提高充填体强度,提升采场充填体整体质量,保障采场回采过程安全,更有效控制岩层移动。</p>	细粒级尾矿充填、高硫尾矿充填	保山金厂河矿业	非煤矿山

23	膏体稳态充填技术及配套深锥浓密机	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 超高位循环二次进料技术;</li> <li>2) 锥角广区域强力流态化稳态排料技术;</li> <li>3) 矿山充填专用深锥浓密机。</li> </ol>	<p>该技术将充填浓度波动范围控制在<math>\pm 2\%</math>，将充填流量控制在大于<math>120\text{m}^3/\text{h}</math>，提高了充填浓度的稳定性，实现了膏体大流量稳态充填。通过配套专用深锥浓密机，有效解决了传统深锥浓密机用于充填时存在的物料存储能力不足、易压耙等问题，将物料存储能力提升<math>200\%</math>以上，更好满足矿山充填采空平衡调节需求，将压耙风险极大降低，并且压耙后也能快速处理。</p>	金属矿充填领域	江西铜业武山铜矿、新疆喀拉通克矿业	非煤矿山
24	机械连续采矿工艺技术及装备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 悬臂式掘进机等装备;</li> <li>2) 硬岩可掘性评价方法、试验平台及测试仪器;</li> <li>3) 机械连续采矿方法与成套工艺;</li> <li>4) 机械连续采矿的安全保障。</li> </ol>	<p>采用传统钻爆法开采时，不仅钻孔、装药、联网、起爆等爆破作业的环节是不连续的，而且通风、支护、出矿等爆破后的采矿作业也无法连续。非爆破机械连续采矿技术是基于非爆破机械采矿装备的连续采矿，能在同一作业空间内实现落矿、装运、通风等工艺平行、连续进行。由于不使用炸药爆破且工序大幅简化，该技术及装备可大幅提高采矿的本质安全性，而且其变革性的生产方式可大幅促进采矿智能化的落地，是实现平行、连续、高效采矿的新一代技术及装备。</p>	地下软弱破碎矿体开采	新疆天华矿业松湖铁矿、贵州瓮福磷矿	非煤矿山
25	巷道/斜坡道/竖井机械掘进技术与装备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 悬臂式掘进机、全断面硬岩掘进机;</li> <li>2) 基于矿用TBM的快速掘进;</li> <li>3) 基于移动式硬岩采矿机的采掘工艺。</li> </ol>	<p>地下矿山的开拓与采准均为独头掘进作业，掘进速度慢，导致大部分矿山的基建周期至少<math>3-5</math>年，制约了快速达产。近年来，随着采掘装备机械化、自动化和信息化水平的提高，多种冲击式、旋转截齿切削式、滚刀压裂式机械刀具破岩掘进装备相继推出，矿用TBM、矿用移动式矩形全断面掘进机、反井钻机、全断面正掘下（或上）排渣竖井钻机等投入应用。通过发挥该技术与装备中</p>	矿山井巷工程	山东黄金三山岛金矿、湖北宜安联合实业麻坪磷矿	非煤矿山

			非爆破岩、快速开挖、连续掘进的优势，能解决矿山开拓与采准施工中存在的技术难题，同时凭借其高效、安全、低成本的优势，促进矿山实现智能开采及跨越式发展。			
26	深井采矿全生命周期开采技术及优化设计方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 深部高应力条件下采矿的卸荷与预处理；</li> <li>2) 矿山深部开采全生命周期整体规划设计；</li> <li>3) 矿山深部开采大尺度地质-工程-力学一体化建模。</li> </ul>	<p>该技术针对深井采矿地质环境复杂、灾害防控难度大等难题及控制采矿直接成本、提高最大净现值等目标,设计并规划科学合理、可行性强、安全高效的矿山深部开采整体解决方案,可实现深部开采的战略对策与战术对策、中长期整体规划与短期生产计划、采矿环境再造和应力环境再造的融合统一,从深井采矿优化设计的源头层面为岩爆等矿山深部高应力灾害主动防控提供解决方案,大幅减少深井采矿动力灾害发生的频次和量级,形成深井采矿优化设计的新方法,对深井矿山安全高效开采具有重大意义。</p>	深部开采	彝良驰宏矿业毛坪铅锌矿、山东黄金三山岛金矿	非煤矿山
27	采掘运装备的远程控制/无人驾驶技术	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 装备高精度定位与智能导航技术；</li> <li>2) 全自动钻孔技术；</li> <li>3) 电机车无人驾驶、全自动装矿与智能调度。</li> </ul>	<p>针对井下采掘运等环节现场工况复杂、作业环境恶劣的情况,该技术可实现凿岩台车、铲运机等无轨装备在地表调度中心的远程操控作业、电机车无人驾驶和智能调度,攻克了全自动钻孔技术、高精度定位与智能导航技术,支持铲运机自主行驶并支持无人驾驶功能扩展,能有效减少采区作业人数,保障矿山安全生产。该技术可提高矿山智能化和无人化水平进而促进地下矿山安全、经济和高效开采。该技术被评为“北京市新技术新产品”,研发形成的技术成果入选自然资源部《矿产资源节约和综合利用先进适用</p>	地下矿山	中金岭南凡口铅锌矿、首钢矿业杏山铁矿、湖南柿竹园矿业、山东黄金三山岛金矿等	非煤矿山

			技术目录（2022版）》。			
28	皮带输送系统智能巡检机器人	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 移动行走及巡检;</li> <li>2) 视频采集;</li> <li>3) 热成像图像显示;</li> <li>4) 声音采集与异常报警;</li> <li>5) 声光报警;</li> <li>6) 自主充电。</li> </ol>	<p>皮带输送系统具有设备多、运行方式复杂、运行环境恶劣、故障因素多等特点，加之传输物料的不同物理特性，易造成跑偏、托辊磨损、温度异常等情况，严重影响生产效率及安全。在运行前、运行中，以往要依靠人工对其定时、定点巡检。当皮带机尤其带有漏矿车的皮带机较多时，人工巡检劳动强度高、安全性低，且受个人经验和主观意识影响导致巡检结果参考意义不大。智能巡检机器人解决了人员只能定时检查或驻点值守的情况，避免了复杂环境、狭小空间、大噪音等不安全因素的影响，且结果不受个人经验和主观意识的影响，大幅提高了设备保护能力和作业安全性。</p>	皮带输送机、泵站、大型设备、厂房、配电室、井下的巡检	辽宁首钢硼铁、马钢罗河铁矿、内蒙古矿业、新疆八一钢敦德矿业、新疆八一钢蒙库矿业、伊春鹿鸣矿业等	煤矿和非煤矿山
29	基于AI视频监控的非煤矿山作业现场安全行为监测系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 安全防护用品佩戴监测;</li> <li>2) 设备、运输状况、作业行为等实时监测与报警;</li> <li>3) 分析设备使用情况并预测故障，分析人员工作时间和出勤;</li> <li>4) 车辆和钻机等行驶和作业实时监控，分析速度、转向角度和工作时长等数据并及时报警;</li> <li>5) 温度、湿度、风速等矿山环境参数的实时监测。</li> </ol>	<p>根据近年非煤矿山相关事故经验，最大限度控制好一线关键风险点即时隐患是做到事前预防并遏制非煤矿山事故的重要环节。矿山作业现场是高危环境，一线作业面临冒顶、水害、机械伤害等多种安全风险。该系统可监测人的安全行为和设备的状态，预警潜在危险并识别危险源和风险因素，实现矿山关键地点、重点部位安全风险的实时识别和精准研判。该系统对提高矿山安全生产水平具有基础性作用。</p>	作业工作面	四川省米易县冰花兰矿业、前程矿业、兴达矿业	非煤矿山

30	充填管道安全监测及预警系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 适用于高黏性介质、复杂流态输送条件的压力监测传感器;</li> <li>2) 充填管道堵管与泄露预警。</li> </ol>	<p>堵管、泄漏甚至爆管是矿山充填管道输送面临的主要安全问题,在高浓度及深井矿山充填中尤为突出,如不能及时发现并处置,将严重影响矿山安全生产。该系统可实现充填管道堵管、泄漏的实时监测和预警,实现井下巡管无人化,提升矿山充填安全和生产效率。</p>	金属矿充填领域	铜陵有色 安庆铜矿、 江西铜业 武山铜矿	非煤矿山
31	钢丝绳实时在线监测系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 定量探伤,自动定量判别和分类统计内外部损伤;</li> <li>2) 准确评估钢丝绳安全状态;</li> <li>3) 运用数据互联分析技术,使监测信息融入整体信息数据库,实现安全管理互联互通。</li> </ol>	<p>巡检提升机钢丝绳时常用的慢速定期目测方式面临人员视觉疲劳而误判、检查范围限于表面而无法观测内部等难点。该系统采用磁感应技术,通过两种监测原理对应监测输出两路(LMA和LF)监测信号,在使用中对钢丝绳进行无损测定,可定量分析金属横截面积减少量,并对钢丝绳剩余寿命做出评估,对钢丝绳断丝、磨损、锈蚀等进行监测。该系统具有无损在线监测和报警能力,能有效监测钢丝绳表面以及内部损伤。</p>	使用钢丝绳的竖井、斜井、架空乘人提升	河南金源 黄金矿业、 嵩县前河 矿业、嵩县 金牛公司	煤矿和非煤矿山
32	基于无人机的地下空间三维扫描测量技术	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 无人机实时高精度定位与建图;</li> <li>2) 无人机高可靠远距离通讯;</li> <li>3) 无人机精确控制与全向动态避障;</li> <li>4) 无人机自主路径规划与决策。</li> </ol>	<p>针对矿山三维空间数据获取的急迫需求,尤其是采空区空间数据获取的难题,该系统可在缺少GPS信号情况下自主避障和探测,动态获取地下矿山被测区域的精细三维点云数据,可有效用于采矿作业的超爆欠爆定量评价、井巷工程及采场验收、矿石资源损失贫化分析、保有资源计算、采矿溜井与井巷工程治理和数字矿山建设等方面。</p>	老旧采空区、爆破采场等空间的三维扫描	湖南柿竹园矿业	非煤矿山
33	湿输干堆智能筑坝机	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 应用移动式自动脱水干堆技术的无人筑坝机;</li> <li>2) 具有现场旋流振动脱水功能;</li> </ol>	<p>尾矿细、上升速度快的湿法尾矿库普遍存在筑坝效率低、成本高、作业人员多等难题。旋流器法、渣土碾压法、模袋法等传统</p>	尾矿库筑坝、堆存	西藏华泰 龙矿业、伊 春鹿鸣矿	非煤矿山

		3) 可按设定路线行走, 并兼具尾矿摊铺和碾压功能。	筑坝方式存在筑坝成本高、机械化程度低、安全风险多等问题。智能筑坝机可自动行走、脱水、摊铺、碾压、筑坝, 将尾矿直接通过管道输送到坝上作业设备, 减少筑坝周期, 降低筑坝成本。经检测, 所筑坝体强度高于人工堆筑的尾矿子坝, 也高于模袋法堆筑的尾矿坝, 大幅提高了坝体安全性与筑坝效率。		业、山西华恒矿业、湖北宜化	
34	尾矿库调洪演算与水情预警平台	1) 基于时变非线性汇流模型建立的全自动、高精度、自适应动态调洪演算方法; 2) 由气象预报降雨驱动, 融合实时监测数据, 构建水情风险实时诊断、未来 10 天任意时刻的超前预警和主动预警; 3) 水情预测预报云服务平台。	传统的调洪演算技术通常采用固定降雨历时、假定经验雨型、基于特定工况与边界条件, 存在效率低、精度差、脱离生产实际、对短历时强降雨或长历时连续降雨无法提前预判和预警水位上升风险等弊端。针对上述难题, 该平台采用气象预报降雨驱动, 与实时在线监测数据融合, 形成了任意历时、任意实际雨型的全自动、高精度、自适应动态调洪演算方法, 实现了水情风险实时诊断和未来 10 天内任意时刻的超前预警和主动预警, 构建了水情预测预报云服务平台。该平台可全面提升尾矿库对因水情导致的漫顶和溃坝风险的防控能力。	尾矿库领域	江西铜业德兴铜矿 4 号库、中国黄金下属 37 家企业的 43 座尾矿库	非煤矿山
35	废石尾矿联合处置技术	1) 确定废石、尾矿联合堆存工艺, 确定废石堆筑区域、形态及控制指标; 2) 确定尾矿浓密、输送及排放方式; 3) 确定排渗及防渗工艺; 4) 通过废石尾矿变形协调控制、尾矿废石流固耦合计算、渗流和稳	该技术利用废石安全堆筑尾矿坝, 能实现矿山废物一体化处置, 突破了矿山尾矿和废石单独处置的传统模式, 减少了贮存场数量, 降低了尾矿库安全风险, 并在一定程度上解决了废石、尾矿贮存场选址困难的难题。与单独建设尾矿库和排土场的传统方式相比, 能有效降低矿山安全风险, 同时带来显著的经济效益(尾矿和废石联合堆存可减	新建矿山	厄瓜多尔米拉多铜矿铜达伊米尾矿库、云南华联锌铟铜街大沟尾矿库和南加	非煤矿山

		定性计算，保障贮存场安全； 5) 确定贮存场关闭、复垦及生态恢复要求。	少尾矿坝筑坝工程量，节省投资)、环境效益(可减少固体废物堆存场地的数量，减少危险源和污染源)和资源效益(节约土地，减少征地搬迁)。		尾矿库	
36	矿山水仓自动化清仓机	1) 根据需要自动清理； 2) 机械化清理； 3) 淤泥脱水处理。	矿山长期采用人工方式对水仓和沉淀池进行清理，不仅清理效率低，而且工人劳动强度大、安全性差。清仓机可根据需要进行自动化清理和机械化清理，并脱水处理淤泥，解决了淤泥运输对巷道的污染，有利于改善井下作业环境。将淤泥经脱水处理成块后，可输送到料仓回收，实现废物再利用，经济和社会效益显著。	矿山水仓清理	马钢罗河铁矿、马钢张庄铁矿	煤矿和非煤矿山
37	煤层瓦斯含量井下一站式自动测定仪	1) 采用瓦斯解析分数阶扩散动力学模型、井下煤样保压密封破碎系统，在钻杆内孔形成煤渣反循环快速取样通道； 2) 实现自然解吸瓦斯量、粉粹解吸瓦斯量、损失瓦斯量、残余瓦斯量等一站式测定，现场直接生成瓦斯含量测定报表； 3) 测定时间由十余小时缩短至50min以内，满足对瓦斯含量快速、精准的测量需求。	研发了井下煤样保压密闭破碎系统，无需打开罐体，实现井下一体化煤样快速粉碎，突破现有煤层瓦斯含量测定技术需要井下、地面分阶段测量的瓶颈，研发了基于高灵敏度气体检测传感器的瓦斯解吸自动化计量系统，无需使用排水法测量解吸气量，实现瓦斯参数测定全过程在井下自动完成，实现了自动化、高精度、快速测量煤层瓦斯含量，该技术装备符合国家标准 GB/T 23250-2009《煤层瓦斯含量井下直接测定方法》以及国家能源行业标准 NB/T11329-2023《煤层瓦斯含量井下一站式自动化测定方法》。	高瓦斯矿井、煤与瓦斯突出矿井的突出危险性预测、瓦斯抽采效果评价、瓦斯涌出量预测等方面的煤层瓦斯含量参数测定	潞安矿业李村煤矿、华晋焦煤吉宁煤矿、西山煤电马兰煤矿、贵州织金大雁煤业、淮南矿业潘三煤矿、淮南矿业朱集东煤矿等	煤矿
38	基于机器视觉的矿石分选机	1) 根据矿石不同组分的物理差异，经传感器检测获取相应参数； 2) 通过机器视觉和人工智能实现	该装备可取代传统矿石粗选流程对原矿进行预处理抛尾，可大幅减少作业人数，降低人员成本，提高废石丢弃率，减少后续	矿石粗选	中金岭南凡口铅锌矿、江钨集	煤矿和非煤矿山

		每颗矿石参数高速和实时识别分析； 3) 驱动高密度喷阀喷射高压气体，快速将矿石和废石分离。	作业处理压力，有效提高选矿效率。		团下垒钨业、山西煤炭运销集团帽帽山煤业	
39	煤矿覆岩离层充填绿色保水开采技术	1) 依据关键层破断所允许的极限跨距确定采煤工作面合理宽度，使上方的关键层保持稳定并使关键层下形成封闭的离层空间； 2) 通过合理配比的粉煤灰浆液充填保证离层充填密实，对关键层起有效支撑作用； 3) 保障地面建（构）筑物和耕地安全、地下水资源不流失，达到不搬迁成片村庄的目的。	该技术充填成本低，减沉效果显著，解决了燃煤发电的固废排放问题，是一种集地面压覆煤炭资源利用、建（构）筑物和耕地保护、燃煤发电固废无害化处置为一体的绿色采矿技术，可实现减少地表沉降、不破坏耕地、不流失地下水资源、不搬迁成片村庄、不采动破坏压覆建（构）筑物的目的。	表土层薄、基岩厚度大于 200m 的井工煤矿	河南神火煤电梁北煤矿、河南神火煤电大磨岭煤矿、河南神火煤电新庄煤矿等	煤矿
40	掘进机(掘锚机)机载临时支护装置	1) 根据岩层压力显现规律、来压大小和巷道几何形状，设计掘进机机载临时支护装置； 2) 可进行折叠和翻转，能够对掘进完裸露的空顶形成有效临时支撑，撑住顶板及碎石； 3) 形成安全的操作空间，锚护时空间大，工作人员安全。	该装置安装在掘进机或掘锚机截割部，实现了对顶板的高强度支撑，提高了支护效率，建立了安全的人员操作空间，可有效减少冒顶事故的频次，改善操作人员的工作环境，显著解决巷道掘进过程中长期存在的空顶时间长、操作流程繁琐、工人劳动强度大、支护时间长和作业不安全等难题。	国内煤矿的巷道条件均适用	中煤鄂尔多斯能源、鄂尔多斯市金通矿业、冀中能源峰峰集团等	煤矿
41	煤矿瓦斯抽采监测监控技术	1) 安装在线监测设备，连续监测管道内气体的流量、温度、压力、甲烷浓度、一氧化碳浓度（开采自燃、容易自燃煤层的矿井采空区抽采）等参数，并监测抽放泵、循环	该技术可对井下任一瓦斯抽采点进行监控，一旦瓦斯浓度、一氧化碳浓度（开采自燃、容易自燃煤层的矿井采空区抽采）、抽采负压及抽采量发生变化，能及时发现并确定位置，可采取针对性措施进行处理；具	瓦斯抽采矿井均适用	中煤华晋王家岭煤矿、中煤新集能源新集二矿、中	煤矿

		<p>水、瓦斯浓度以及阀门开闭状态；</p> <p>2) 换算成标准状态下的混合瓦斯流量和纯流量，并计算出累计抽放量；</p> <p>3) 将监测系统与矿井安全监控系统并网运行，可随时随地查看瓦斯抽采数据。</p>	<p>有报表、曲线、柱状图、状态图、模拟图、初始化参数等打印功能,可对抽采系统运行情况进行分析；瓦斯利用时,当瓦斯浓度低于30%时可实现声光报警；对瓦斯突出矿井,实现了对瓦斯抽采各项数据的实时、全面和有效监测。</p>		<p>煤山西公司大宁煤矿</p>	
42	<p><b>数字化高性能绿色芳纶带</b></p>	<p>1) 开发了直径直纬新型芳纶帆布结构,研制出低强力损失、高耐疲劳寿命的单层强度最高达到4500N/mm的高强力芳纶帆布；</p> <p>2) 开发了高性能低滚动阻力的节能橡胶,其滚动阻力因子RRF远低于其它橡胶材料。报告显示该橡胶正常运行时可大幅降低输送机需求功率,带来显著的节能效益；</p> <p>3) 开发了强度保持率达到80%及以上的芳纶输送带接头,解决了高强力芳纶输送带接头强度低的瓶颈问题。</p>	<p>该材料重量较同级别钢丝绳带轻30%,运行节能10%以上；防撕裂,抗冲击；耐腐蚀防锈蚀,无意外断带风险；芳纶带中预埋射频芯片,配合芯片读取系统,实现输送带全寿命周期的信息跟踪管理功能,并能与其它智能监测系统联动,保障输送带安全有效运行。具体功能为：1) 输送带身份信息查询和记录；2) 输送系统维护信息记录和管理；3) 输送带特征位置定位、定点停机。其中节能橡胶通过了美国CDI公司的节能认证。</p>	<p>矿山固定式胶带运输系统</p>	<p>国家能源神东煤炭各矿井,国家能源宁煤羊场湾矿,平煤集团一矿、二矿、八矿、十矿等</p>	<p>煤矿</p>
43	<p><b>数字化矿用新型支护材料远程气动输送系统</b></p>	<p>1) 新型材料；</p> <p>2) 气力输送；</p> <p>3) 长距离恒压控制；</p> <p>4) 远程数据同步；</p> <p>5) 智能化电控；</p> <p>6) 弯头磨漏监控预警。</p>	<p>该系统在密闭管道内沿气流方向输送粉状物料,在末端前置料仓接收物料供喷浆使用,简化原传统喷浆、注浆所需打料搬运、拆袋、混合和搅拌的流程,大幅减少作业人数,摒弃扬尘,大幅提高物料打运速度,提高生产效率,改善井下作业环境,降低人员操作强度,减少轨道运输安全隐患,具备绿色环保、输送速度快、输送量大、自动化程度高、系统布置灵活、安全可靠等特点。</p>	<p>井工煤矿巷道喷、注浆支护材料高质量运输</p>	<p>淮南矿业顾桥煤矿</p>	<p>煤矿</p>