

# 矿山安全先进适用技术及装备推广目录（2024年）

序号	名称	技术要点	推广理由	适用范围	应用案例	推广领域
1	煤层瓦斯含量井下一站式自动化测定仪	<p>1) 采用瓦斯解吸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；</p> <p>2) 一站式测定自然解吸瓦斯量、粉碎解吸瓦斯量、损失瓦斯量、残余瓦斯量等，现场直接生成瓦斯含量测定报表；</p> <p>3) 测定时间由 10 余小时缩短至 30 分钟以内，满足对瓦斯含量快速、精准的测量需求。</p>	<p>该仪器采用井下煤样保压密闭破碎系统，无需打开罐体，实现井下煤样一体化快速粉碎，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，具有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，在井下自动完成瓦斯参数测定全过程，实现了自动化、高精度、快速测量煤层瓦斯含量，符合《煤层瓦斯含量井下直接测定方法》（GB/T 23250）和《煤层瓦斯含量井下一站式自动化测定方法》（NB/T 11329）。</p>	<p>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测定。</p>	<p>山西潞安矿业李村煤矿，山西华晋焦煤吉宁煤矿，山西西山煤电马兰煤矿，安徽淮河能源潘三煤矿、朱集东煤矿等。</p>	煤矿
2	超高压水力割缝卸压增透技术	<p>1) 高压水传输和动密封；</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，改善煤层中的瓦斯流动模式。</p>	<p>该技术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，建立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，形成高压水射流割缝卸压增透成套技术体系，基本解决了水力割缝作业操作复杂、煤矿钻孔瓦斯抽采达标时间长、抽采效率低、钻孔工程量大的难题。</p>	<p>高地应力、高瓦斯、低透气性煤层（煤层硬度 <math>f &gt; 0.4</math>）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。</p>	<p>河南神火煤电薛湖煤矿，安徽恒源煤电祁东煤矿，安徽皖北煤电任楼煤矿，山西潞安余吾煤业，贵州桐梓万顺煤矿，贵州六盘水发耳煤矿。</p>	煤矿

3	煤矿瓦斯安全高效抽采智能化监测监控技术	<p>1) 基于三维瓦斯地质模型的抽采钻孔智能设计, 具有动态安全管理与调节系统, 实现对钻孔状态的精准辨识、智能调节和异常处理;</p> <p>2) 实现管路瓦斯浓度、流量、温度、压力、一氧化碳浓度、火焰等监测预警, 并监测抽放泵、循环水以及阀门开闭状态, 无人值守;</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, 换算标准状态下的混合瓦斯流量和纯流量, 并计算累计抽放量;</p> <p>4) 利用分布式控制系统进行智能调控与效率监测, 实现智能转换和管路动态平衡, 在抽采纯量最大化的同时显著降低抽采能耗。</p>	<p>该技术可监控井下任一瓦斯抽采点, 一旦瓦斯浓度、一氧化碳浓度、抽采负压及抽采量发生变化, 可及时发现和确定位置, 并采取针对性处理措施; 可分析抽采系统运行情况, 实现声光报警; 实现了对瓦斯抽采各项数据的实时、全面和有效监测; 同时解决了目前瓦斯抽采存在的钻孔设计耗费大量人力、抽采泵全功率运行能耗高、抽采负压与流量难以调节、抽采系统智能化水平低、人工劳动强度大、参数调整周期长等难题, 智能设计钻孔, 智能调节抽采进度, 使抽出的瓦斯浓度最高、抽采量最大, 保障瓦斯高效抽采与智能监控。</p>	<p>需进行瓦斯抽采的煤矿。</p>	<p>中煤华晋山西王家岭煤矿, 中煤新集能源安徽新集二矿、刘庄煤矿, 中煤山西公司大宁煤矿, 山西汾西矿业水峪煤业。</p>	<p>煤矿</p>
4	EGF 煤层增渗剂	<p>1) 井下增渗;</p> <p>2) 减少钻孔工程资金投入;</p> <p>3) 缩短瓦斯预抽采时间, 降低瓦斯灾害风险;</p> <p>4) 井下使用简易, 可直接使用已有相关设备;</p> <p>5) 绿色环保型溶液, 对作业环境和设备无污染。</p>	<p>该材料是一种以有机酸为主要成分、辅以多种催化剂及稳定剂改性后的新型、高效、绿色、环保增渗剂, 能广泛应用在井下以水为载体的技术领域, 如水力压裂、水力割缝、水力造穴、工作面浅孔注水等, 融合了水力化增渗煤体的物理增透技术与增渗剂溶蚀煤体中矿物质的化学增透技术, 通过增渗剂与不同水力化增透装备的融合, 形成针对不同煤层条件的物化复合增透技术, 提高增透效果, 增加钻孔抽采半径, 降低钻孔施工量, 有效解决低渗透煤层抽采效率低的难题, 且不含氨、氮等元素, 不易燃烧, 产品安全、环保, 能减少瓦斯治理资金投入, 促进安全高效生产。</p>	<p>煤矿井下以水为载体的水力压裂、水力割缝、水力造穴、工作面浅孔注水等。</p>	<p>山西马堡煤业, 山西三元煤业, 山西长治三元中能煤业, 陕西旬邑青岗坪矿业。</p>	<p>煤矿</p>

5	顶板岩巷下向孔钻扩一体化卸压防突技术	<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>该技术通过顶板岩巷下向钻扩和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，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，为煤矿井下瓦斯治理、卸压增透提供新思路和新设备，降低瓦斯治理成本。</p>	<p>高瓦斯突出矿井，硬度系数 <math>f \leq 2</math> 的各种煤层和岩层。</p>	<p>安徽皖北煤电朱集西煤矿，山西阳泉煤业寺家庄煤矿，河南平顶山天安煤业八矿，陕西韩城煤业下峪口煤矿。</p>	<p>煤矿</p>
6	煤矿地面井瓦斯抽采技术	<p>1) 抽采高透气性煤层。第一，井工厂开发模式：通过“一台多井”方式降低工程成本，缩短施工周期，同时实现井间干扰整体降压，提升产量；第二，体积改造模式：通过优化改进压裂工艺，提高储层改造范围和程度，维持导流能力；第三，稳定高效排采模式：通过研究气液固三相运移规律，制定相应排采制度，实现流体高效稳定运移和储层基质动态渗透率自改善；</p> <p>2) 抽采松软低透气性煤层。沿采煤工作面轨顺、运顺分别施工水平井，全覆盖工作面；水平段分段射孔压裂；实时监测裂缝扩展方向和长度，确保上、下顺槽压裂扩散半径相互交圈，全覆盖工作面宽度；排水降压排采，在地面提前3~5年预抽工作面瓦斯，抽采瓦斯全利</p>	<p><b>在高透气性煤层抽采时</b>，根据煤层气及煤炭资源禀赋特点，结合煤层气抽采技术与煤炭开采工艺，对全矿区所有可采煤层气进行采前抽、采中抽、采后抽等精准科学抽采，形成全矿区、全层位、全时段整体抽采模式，实现煤层气与煤炭两种资源的安全高效协调开发。<b>在松软低透气性煤层抽采时</b>，三维精细刻画水平井钻井轨迹，在煤层0~2m钻遇率85%以上；采用旋转下套管工艺和石油固井（管）技术，确保各开次工作套管和技术套管全部下置到位，固井质量合格；以井底流压为核心，实施阶梯化提产、阶段性稳产，大幅提升单井稳产期，对降低煤层瓦斯压力和含量效果显著。<b>在采动区抽采时</b>，通过增强套管钢级、提高固井质量、增设止水工艺，形成上“让”、中“抗”、下“避”的总体结构，让上部松散层让出变形量、中部基岩段提高抗剪切和抗拉伸强度、下部目标煤层掏穴段留出避让空间，实现全周期高效抽采，提升地面井抽采效果。</p>	<p>煤矿地面区域瓦斯治理。</p>	<p>山西晋能控股寺河煤矿、成庄煤矿、郑庄煤矿、胡底煤矿，安徽淮河能源顾桥煤矿、潘三煤矿、朱集东煤矿，安徽淮北矿业集团，安徽宿州煤电界沟煤矿，河南平煤集团等。</p>	<p>煤矿</p>

		用； 3) 抽采采动区。坚持上“让”、中“抗”、下“避”技术思路；实施集“固井、防护、完井”于一体的地面井施工工艺；确立不同煤层瓦斯赋存及地质条件下的五种井型结构；优化井位布置，强化井壁结构，加强质量管控。				
7	井下钻孔地面压裂区域瓦斯治理技术	1) 将油气(含煤层气)地面压裂增透与煤矿井下瓦斯治理有机融合的新型大区域超前瓦斯治理技术； 2) 井下钻孔—地面压裂快速抽采成套技术及装备。压裂流量可达6~9m <sup>3</sup> /min，井下单孔瓦斯抽采纯流量可达1~6m <sup>3</sup> /min，携砂能力强，增透范围大(单孔增透范围可达100×200m，抽采范围可达150×250m)，可实现快速抽采达标； 3) 自动监控压裂全过程，实时监测控制压裂范围，保障施工安全； 4) 在地面压裂井下钻孔钻遇的煤层，实现大区域、多煤层、多用途、立体化、大规模增透，大幅提高瓦斯抽采效率，将瓦斯抽采浓度提高到90%以上。	该技术具有增透范围大、应用范围广、产出瓦斯快、达标时间短(若实施协同瓦斯抽采孔，抽采达标时间缩短一半以上)、抽采效率高、超前治理优、综合成本低(可大幅减少瓦斯抽采钻孔数量，全部或部分取代底/顶抽巷)、增加可利用瓦斯量、经济效益高、安全有保障(压裂施工安全可控)、减排效果好等优点，可实现煤矿采掘抽平衡和区域瓦斯快速消突，为缓解煤矿采掘抽接紧张和瓦斯高效抽采与利用提供了新技术路径。	高瓦斯及突出矿井生产区、准备区、本煤层及邻近层立体化增透预抽瓦斯。	贵州安晟能源龙凤煤矿，贵州林华矿业，山西金地煤焦赤峪煤矿。	煤矿
8	煤矿复合高承压极强含水层帷幕截	1) 利用煤矿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，在松散含水层建造有限宽度	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高承压帷幕截流效	存在侧向强补给水源的煤矿复合极强含水	安徽淮北矿业朱仙庄煤矿、杨柳煤	煤矿

	流技术	的隔水帷幕； 2) 帷幕“内降外灌”保水开采； 3) 截流效果评定和稳定性动态监测预警评价。	果评价和稳定性动态监测预警体系，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溃水溃砂防治方面发挥重要作用。	层水害治理、顶板松散层溃水溃砂防治、开采上限提高。	矿，安徽恒源煤电五沟煤矿等。	
9	煤矿底板水害地面超前区域探查治理技术	1) 地面定向钻孔多参数融合判层及构造识别； 2) 高速涡流精细制注浆系统及集中控制； 3) 地面定向钻孔多层立体探查治理及效果评价。	该技术集地面定向钻孔多参数融合判层、高速涡流精细制注浆系统及集中控制技术为一体，通过对生产地区隐伏导水构造及目标含水层的超前探查治理，实现了“先治后掘、先治后采、一采区一治理”，为受水害威胁的深部煤炭资源开采提供了技术支撑。	受底板岩溶水害威胁的煤矿。	河北冀中能源集团，河南平煤神马梁北二井煤业，河南平禹煤电一矿。	煤矿
10	基于微震的矿井水害风险监测预警技术	1) 微震监测网络搭建及数据分析； 2) 矿井水害感知多源数据接入及信息融合； 3) 矿井水害微震多参数综合预警。	该技术集水害感知数据采集、智能分析、预警等功能为一体，构建矿井水害多参数综合预警指标体系和动态风险预警平台。通过对微震、降水量、涌水量、排水量、含水层水位/水温等数据的实时采集处理，判别矿井突水水源和突水通道发育，实现矿井水害感知多元数据融合及全时空预警，为矿井水害防控及应急救援提供技术支撑。	受水害威胁的煤矿和非煤矿山。	河北冀中能源集团，河北煤科院，安徽中煤新集能源，河南能源焦煤赵固一矿，河南新郑煤电赵家寨煤矿，山西晋能龙泉煤矿等。	煤矿和非煤矿山
11	煤矿漏风测定仪	1) 采用非色散红外传感技术，性能更稳定，寿命更长； 2) 响应时间快，分辨率达 $10^{-9}$ 级别，抗干扰能力强，不受井下环境影响，准确率高； 3) 为手持式仪器，实现井下原位测试。	该仪器基于非色散红外光谱技术， $\text{SF}_6$ 分析精度高，可实现对井下漏风的定性和定量测定，准确辨识矿井漏风轨迹，有效解决井下原位漏风测试的技术难题，在煤矿井下火灾防治、瓦斯抽采半径测定、覆岩裂隙发育高度测试等方面发挥重要作用。	煤矿井上下漏风通道查找、漏风量测定、瓦斯抽采半径测定等。	河北开滦唐山矿业，黑龙江龙煤杏花煤矿，黑龙江龙煤双鸭山矿业，山西阳泉煤业等。	煤矿

12	矿井火灾精准监测智能预警系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 激光多光谱气体检测和本安型分布式光纤测温;</li> <li>2) 便携式激光多参数巡检;</li> <li>3) 煤自然发火预警模型。</li> </ol>	<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和巡检,以及对输煤皮带、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疏通束管,解决了传统束管监测系统束管堵漏和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,实现自然发火状态分析、火灾异常预警、火灾发展态势预测。</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>河北冀中能源集团,辽宁铁法煤业小青煤矿,山西晋能控股晋华宫煤矿,国能亿利能源内蒙古黄玉川煤矿等。</p>	煤矿
13	煤矿采空区/密闭区多参数气体监测装置	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 对采空区/密闭区的甲烷、氧气、一氧化碳、二氧化碳、乙烯、乙炔等气体进行不间断连续监测;</li> <li>2) 有远程或本地控制功能,实现24小时无人值守;</li> <li>3) 多路束管监测通道定时切换,多路束管气体浓度分析;</li> <li>4) 结合分布式光纤技术监测采空区/密闭区内温度,上传至地面中心站,分析和判断气体浓度和温度变化,进行火情预警;</li> <li>5) AI摄像头实时监测现场视频,实现人员非法入侵报警。</li> </ol>	<p>该装置安装在采空区/密闭区内,采用激光和红外气体检测技术,监测数据准确可靠,有效解决了煤矿自然发火束管监测系统因束管管路长而容易漏气的问题,实现了对采空区/密闭区气体的自动化、信息化和智能化实时监测,可快速掌握采空区/密闭区瓦斯爆炸风险和煤层自然发火预兆。</p>	<p>煤矿存在火灾或瓦斯爆炸隐患的密闭空间。</p>	<p>山西保利裕丰煤业,中煤华昱能源,中煤昔阳能源山西白羊岭煤矿,华润煤业山西原相煤矿,山东济宁矿业朱家峁煤矿,陕西榆林千树塔矿业等。</p>	煤矿
14	矿井灾害应急区域隔离减灾密闭系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 具有在复杂巷道内跨轨道、带式输送机等设施的快速隔离密闭功能;</li> <li>2) 具有隔离灾变区域与受威胁区域火焰、有毒有害气体或水害的功</li> </ol>	<p>该系统用于防止矿井灾害隐患较大区域的突发事件,尤其防止火与瓦斯耦合灾害矿井在封闭火区时易发生的二次爆炸伤人事故、矿井涌水量激增发生的淹井事故、瓦斯突出事故等,可减少灾区封闭作业风险、降低灾害损失、防止二次事故,</p>	<p>高瓦斯、煤与瓦斯突出、含易自燃发火煤层或有水害威胁的矿井,用于采区</p>	<p>中煤新集能源安徽刘庄煤矿,陕西陕煤彬长矿业孟村煤矿、蒲</p>	煤矿和非煤矿山

		能； 3) 具有矿井区域隔离密闭综合管理、远程联动控制、AI 视觉识别、环境参数监测及应急信息发布功能； 4) 具有地面远控、井下电控、气控、手动控制等多种控制方式； 5) 具备甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氧气、温度、压力等环境参数监测功能，并将数据与地面指挥中心联网； 6) 联动关闭时间不大于 3min，具有一定耐高温、抗冲击性能，抗冲击性能不小于 0.6MPa。	可将灾害隔绝在有限范围内，有效遏制火灾及瓦斯重大事故的发生，可实现在复杂巷道内跨轨道、带式输送机等设施的快速隔离密闭，具备可视化环境监测、智能远程联动控制功能，可替代井下防火密闭、采区密闭等，解决了灾害预防、抢险救援与灾害治理中存在的多装备复杂巷道内抗冲击快速密闭困难、密闭时间长、施工人员安全受威胁、易发生二次事故等问题，提高矿井应急管理能力。	之间隔离、工作面防火隔离、灾区应急隔离等。	白矿业建新煤矿，甘肃华能庆阳煤电核桃峪煤矿，安徽淮北矿业祁南煤矿、涡北煤矿。	
15	厚硬顶板矿压动力灾害超前区域卸压防治技术	<b>地面水平井分段压裂区域卸压：</b> 1) 可对距煤层上方任意层位的厚硬顶板实施水平压裂半径大于 100m、垂向压裂半径大于 30m、走向长度大于 1000m 的大范围水力预裂； 2) 钻孔：采用“螺杆钻具+随钻测量系统+综合录井”等组合配套技术，形成坚固的压裂生产井筒； 3) 压裂：用射孔器在井身射穿套管和水泥环，沟通压裂岩层与井筒，通过 10m <sup>3</sup> /min 以上的大规模压裂最大限度切割目标岩层，产生复杂的压裂缝网。 <b>坚硬顶板井下超前区域卸压：</b>	<b>在地面水平井分段压裂时</b> ，将工作面上覆高位的厚硬顶板切割成块状，形成大区域超前卸压，处理范围可达数百米，均匀处理致灾岩层，改变区域岩层结构和强度，施工过程便利，不受井下施工空间限制，具有压裂规模大、施工压力高、缝网形态复杂、对井下生产作业影响小等特点，可实现建设矿井先压后建、生产矿井先压后掘和先压后采的全生命周期冲击地压与强矿压治理。 <b>在厚硬顶板井下超前区域卸压时</b> ，建立井下超长工作面冲击地压与强矿压超前治理新模式，实现对煤矿井下厚硬顶板冲击地压与强矿压灾害的超前、区域和精准防治，多方位监测压裂裂缝在目标层中的展布特征，为煤矿井下水力压裂效果评价、钻孔平面或空间布置和压裂参数优化提供监测评价新方法。	厚硬顶板冲击地压与强矿压灾害超前防治。	陕西陕煤孟村煤矿、胡家河煤矿、小庄煤矿、文家坡煤矿，陕西华彬雅店煤矿，中煤西北能源内蒙古纳林河二号煤矿、母杜柴登煤矿，国能神东煤炭内蒙古布尔台煤矿，山东兖矿能源东滩煤	煤矿

		<p>1) 煤矿井下水平定向长钻孔多点拖动式裸眼分段压裂, 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80MPa, 最大输出排量达90~300m<sup>3</sup>/h;</p> <p>2) 具备钻孔自清洗功能, 裸眼耐压能力达70MPa以上, 施工安全性高。</p>			矿等。	
16	磨砂射流轴向切顶精准防冲技术	<p>1) 可对煤层上方100m以内的多层坚硬岩层实现定向精准切顶, 切缝半径不低于300mm, 压裂半径不低于10m;</p> <p>2) 水射流式割缝压裂装置, 压裂压力不低于40MPa;</p> <p>3) “钻-切-压”一体化切顶, 同时处理走向和侧向目标岩层。</p>	该技术采用“钻-切-压”一体化压裂工艺, 可同时处理走向和侧向顶板坚硬岩层, 有效疏解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, 实现了切缝、封孔和压裂的并联作业和远距离操控, 具有定向、精准和可控优势, 提高切缝能力20倍以上, 节省作业时间50%以上, 解决了传统水力压裂存在的裂缝扩展方向可控性低、压裂裂缝不能沿最佳切顶方向扩展等问题。	具有多层厚硬致密顶板的冲击地压和强矿压灾害治理、沿空留巷切顶、顶煤冒放性提高等。	内蒙古中天合创能源葫芦素煤矿, 国能新疆能源宽沟煤矿, 国能神东煤炭内蒙古布尔台煤矿。	煤矿
17	煤矿用沿空留(掘)巷围岩动态监测系统	<p>1) 无线实时监测综采支架工作阻力、综采支架活柱缩量等参数, 实时综合分析采煤工作面 and 巷道围岩应力及变形规律;</p> <p>2) 对现场信息进行集成存储、数据挖掘和模型搭建等处理分析;</p> <p>3) 通过三维动态仿真技术进行煤矿沿空留(掘)巷围岩运动规律及开采方案真实模拟, 对现场控制与实施管理进行决策支持和效果评估。</p>	该系统主要用于实时监测煤矿沿空留(掘)巷工作面综采支架工作阻力、综采支架活柱缩量及沿空巷道围岩应力、变形等参数, 对综采工作面采场围岩破断及应力分布规律进行预警, 动态实时掌握煤矿沿空留(掘)巷工作面和巷道围岩应力分布及变形规律, 为检验支护结构、施工工艺的合理性和优化支护参数提供科学依据, 为采场围岩监测信息可视化分析和动态控制提供科学依据和决策支持。	顶板活动规律监测与研究、回采工作面支架及巷道支护参数合理性评估。	黑龙江龙煤双鸭山矿业, 辽宁铁法煤业晓南煤矿, 山西阳泉煤业二矿等。	煤矿

18	矿用加固、充填和堵漏风高分子材料	<p>1) 低温高强加固煤岩体用高分子材料：反应温度<math>\leq 85^{\circ}\text{C}</math>，抗压强度45MPa，抗拉强度12MPa，高效精准注浆；</p> <p>2) 矿用无机材料：反应温度<math>30^{\circ}\text{C}</math>左右，反应速度快，初凝时间10分钟左右，1小时后强度不低于10MPa，终凝后强度不低于45MPa；</p> <p>3) 煤岩体表面柔性薄层喷涂堵漏风材料：在煤岩体表面快速形成柔性密闭膜或高强度防护膜，煤岩体粘附力强，拉伸变形大，堵漏效果好。</p>	<p><b>低温高强加固煤岩体用高分子材料：</b>通过高分子预聚方法、引入相变材料等专有技术降低反应温度以提高安全性，综合性价比高，应用后可提高破碎围岩强度、整体性和稳定性。<b>矿用无机材料：</b>与有机材料相比，反应温度仅<math>30^{\circ}\text{C}</math>左右，具有更好的安全性；渗透性好，扩散半径大；反应时间可通过水灰比控制；终凝后强度不低于45MPa，具有一定韧性；不燃，无静电、无毒、无气味、无污染。<b>煤岩体表面柔性薄层喷涂堵漏风材料：</b>已形成煤矿喷涂堵漏风柔性薄喷材料、煤矿喷涂堵漏风聚氨酯材料、煤矿用高强度喷涂表面支护材料等系列产品以及配套施工工艺与装备，柔韧性好，粘结力强，抗拉伸强度高，具有施工便捷和快速的特点，而且环保无污染。</p>	煤岩体加固、充填、堵漏风。	陕西陕煤孟村煤矿、西卓煤矿、小保当矿业、桑树坪煤矿，河北冀中能源羊东煤矿、东庞煤矿、云驾岭煤矿、郭二庄煤矿，安徽淮北矿业芦岭煤矿，安徽宿州煤电界沟煤矿等。	煤矿
19	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；</p> <p>3) 充填体—矿岩异质界面的控制爆破及充填体内巷道的安全高效掘进与支护。</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，但传统模式必须在阶段间预留原岩水平矿柱，用于隔离上下阶段并控制地压活动，存在残矿回采难度大、效率低、资源损失大、安全性差、水平矿柱回收滞后、上下阶段可同时作业的采场数量少等问题，影响开采效益，导致生产衔接问题，限制了矿山生产能力。该方法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和更安全的解决方案。	地下厚大金属矿体开采。	安徽铜陵有色安庆铜矿，安徽铜冠（庐江）矿业，安徽金安矿业等。	非煤矿山
20	深井全生命周期卸荷开采技术及优化设计方法	<p>1) 深部高应力条件下采矿的卸荷与预处理；</p> <p>2) 矿山深部开采全生命周期整体规划设计；</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，规划并设计科学合理、可行性高、安全高效的矿山深部开采整体解决方案，可实现深	深部开采。	云南彝良驰宏矿业毛坪铅锌矿，山东黄金三山岛	非煤矿山

		3) 矿山深部开采大尺度地质—工程—力学一体化建模。	部开采的战略对策和战术对策、中长期整体规划和短期生产计划、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，形成了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较大意义。		金矿，山东中矿金业姜家密金矿等。	
21	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) 区别于“典型离层空腔体注浆”，对煤层顶板中间离层带（多层裂隙）进行注浆，增加地层立体支撑效果。	该技术充填成本低，减沉效果显著，解决了固废排放问题，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，可达到减少地表沉降、不破坏耕地、不流失井下水资源、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。	河北冀中能源大社煤矿、东庞煤矿、邢东煤矿、梧桐庄煤矿、大淑村煤矿，河南神火煤电梁北煤矿、大磨岭煤矿、新庄煤矿等。	煤矿
22	下向分段充填采矿方法	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； 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； 3) 微扰动精细爆破，降低中深孔爆破对充填体顶板的损伤。	该方法针对破碎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。	金属矿山破碎矿体开采。	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等。	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) 矿山充填专用新型深锥浓密机。</li> </ol>	<p>该技术将充填浓度波动范围控制在±2%，将充填流量控制在大于 120m<sup>3</sup>/h，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 200%以上，更好满足矿山充填采空平衡调节需求，极大降低压耙风险，即使压耙也能快速处理。</p>	金属矿充填。	江西铜业武山铜矿，新疆喀拉通克矿业，云南富宁博奥矿业等。	非煤矿山
24	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) 充填管道堵管与泄漏预警。</li> </ol>	<p>堵管、泄漏甚至爆管是矿山充填管道输送尤其是高浓度及深井矿山充填中面临的主要安全问题，如不能及时发现并处置，将严重影响矿山安全生产。该系统可实现对充填管道堵管和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。	安徽铜陵有色安庆铜矿，江西铜业武山铜矿，云南彝良驰宏矿业毛坪铅锌矿等。	非煤矿山
25	智能化定向钻场	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 井下实时无线通讯、地面集控数字化管理平台、三维建模和数据挖掘分析;</li> <li>2) 由大功率自动化定向钻机、大流量泥浆泵车、自动排渣车、补杆车、地面集控系统、智能钻探仪器等组成，实现自动监测与控制下的定向钻进;</li> <li>3) Φ200mm 定向钻孔工厂化作业，大直径一次定向成孔。</li> </ol>	<p>该装备配备先进的传感单元和防爆控制系统，在钻进过程中实时监测和调整各种参数，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，可实现大直径定向钻杆自动加卸；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；能够随钻测量钻孔轨迹参数和地层参数，准确控制钻孔沿目标地层定向钻进；集成定向钻杆连续加卸、孔内钻渣自动收集处理等功能；实现定向钻进过程全流程协同控制；整体提升了煤矿井下定向钻进装备的智能化水平，为煤矿地质勘探和灾害防治提供了装备保障。</p>	煤矿井下瓦斯抽采、防冲卸压、探放水、地质勘探等定向钻孔的自动化施工。	内蒙古华兴能源唐家会煤矿，安徽淮河能源张集煤矿，山西锦兴能源肖家洼煤矿，中国神华山西保德煤矿。	煤矿

26	井下钻孔自动化施工技术装备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 钻孔全流程自动化施工;</li> <li>2) 钻机故障自诊断;</li> <li>3) 瓦斯自动分级防控;</li> <li>4) 钻孔施工自动化辅助系统;</li> <li>5) 基于 5G 网络的远程集控。</li> </ol>	<p>该技术装备以自动化钻机为核心设备, 实现钻进控制、钻姿调节以及钻杆装卸等钻孔全流程自动化; 钻机故障自诊断系统实时监测钻机状态, 实现电液控制系统故障自诊断, 提高现场维保效率; 瓦斯自动分级防控系统实时监控孔口瓦斯浓度, 根据瓦斯浓度进行自动化防控, 有效遏制钻场瓦斯超限; 配套风水联动控制、钻渣自动处理等辅助系统, 实现钻孔介质控制、钻渣固液分离、钻渣转运等辅助工序的自动化, 全面提升钻孔自动化程度; 远程集控中心具备一对多远程操控、数据可视化及视频监控功能, 可实现单人控制多台钻机及辅助设备。与传统钻机相比, 该装备可提高钻孔台效 30% 以上, 减少用工 80% 以上, 大幅降低劳动强度, 减人、增效和强安效果显著。</p>	煤矿井下瓦斯抽采、防冲卸压、探放水、地质勘探等钻孔的施工。	山东兖煤菏泽能化赵楼煤矿, 安徽淮北矿业芦岭煤矿、临涣煤矿, 安徽淮河能源顾北煤矿、张集煤矿。	煤矿
27	巷道/斜坡道/竖井快速机械掘进技术与装备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 使用全断面硬岩掘进机、悬臂式掘进机、矿用 TBM、掘锚一体机、连续带式输送机等装备, 实现探一掘一支一运全工序高效协同作业;</li> <li>2) 巷道精确成型掘进, 一体化自动支护;</li> <li>3) “井一地一云” 架构智能掘进管控平台。</li> </ol>	<p>地下矿山的开拓与采准为独头掘进作业, 掘进速度慢, 基建周期长 (至少 3~5 年), 制约了快速达产。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, 全断面硬岩掘进机、悬臂式掘进机、矿用 TBM、掘锚一体机、反井钻机、全断面正掘下 (或上) 排渣竖井钻机等投入应用。该技术与装备具有非爆破岩、快速开挖、连续掘进、自动化支护等优势, 能解决矿山开拓与采准施工中存在的技术难题。</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, 山西汾西矿业贺西煤矿, 安徽亳州煤业袁店二井煤矿, 山西西山煤电马兰煤矿。	煤矿和非煤矿山
28	煤矿供电防越级跳闸及精确选漏技术	<ol 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> </ol>	<p>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,</p>	井工煤矿。	国能神东煤炭陕西大柳塔煤矿, 中煤陕西能化禾	煤矿

		5) 电磁起动器漏电故障精确选漏。	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和大范围停电等事故；低压漏电故障自动选漏，准确率 98%以上，及时切除漏电回路，防止漏电引起人身伤亡事故。		草沟煤矿，山东能源新巨龙煤矿，陕西陕煤黄陵矿业一号煤矿。	
29	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。	该装备安装在掘进机或掘锚机截割部，实现对顶板的高强度支撑，提高支护效率，建立安全的人员操作空间，可有效减少冒顶事故频次，改善操作人员工作环境，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，内蒙古鄂尔多斯金通矿业，河北冀中能源峰峰集团等。	煤矿
30	快速拆装自固定模块化带式输送机	1) 通过液压系统和压力监测系统固定的顺槽用带式输送机； 2) 智能压力监测与补压系统； 3) 机械锁块。	该装备实现了顺槽带式输送机的免浇筑快速安装，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、储带部和卷带装置部分的固定；采用智能压力监测与补压系统、机械锁块等技术保障安全，设备安装时不用起底、支模、浇筑基础和二次浇筑安装设备，将安装时间从 10 天缩短为 3 天；取代传统依靠混凝土基础与地脚螺栓固定设备的安装方式，大幅节约设备安装成本，减少混凝土的使用和巷道的岩石开挖量。	回采工作面开采速度快、搬家倒面频繁的高产高效煤矿。	国能神东煤炭陕西大柳塔煤矿，国能陕西榆林能源青龙寺煤矿，国能神东煤炭内蒙古乌兰木伦煤矿。	煤矿
31	皮带输送系统智能巡检机器人	1) 通过视频、声音、热成像等方式实现皮带巷沿线火焰、人员非法闯入、托辊异常温升、电机及托辊声音异常、皮带异常（异物、撕裂、跑偏）、巷道变形、皮带机堵料等	该装备针对皮带输送系统设备多、运行方式复杂、运行环境恶劣、故障因素多，尤其人工巡检劳动强度大、安全性低且受个人经验和主观意识影响巡检结果参考意义不大等问题，对皮带机跑偏、托辊磨损、温度和环境参数等进行自主巡检，解	皮带输送系统、泵站、大型设备、厂房、配电室、回风巷等的巡检。	国能神东煤炭陕西锦界煤矿，中国神华山西保德煤矿，内蒙古	煤矿和非煤矿山

		<p>检测；</p> <p>2) 对甲烷、二氧化碳、一氧化碳、氧气、硫化氢、温湿度、烟雾、粉尘等进行检测；</p> <p>3) 自主巡检；</p> <p>4) 皮带机联动控制；</p> <p>5) 主动避障；</p> <p>6) 声光报警；</p> <p>7) 自主充电；</p> <p>8) 语音交互与控制。</p>	<p>决了仅靠人员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影响，大幅提高了设备保护能力和作业安全性。</p>		<p>伊泰塔拉壕煤矿，中国神华内蒙古北电胜利能源，辽宁首钢硼铁，安徽马钢罗河铁矿，内蒙古矿业，新疆巴州敦德矿业，黑龙江伊春鹿鸣矿业。</p>	
32	数字化高性能芳纶输送带	<p>1) 高强度芳纶帆布，采用直径直纬新型芳纶帆布结构，低强力损失，高耐疲劳寿命，单层强度最高达 4500N/mm；</p> <p>2) 高性能低滚动阻力节能橡胶，滚动阻力因子远低于其他橡胶材料，正常运行时可大幅降低输送机需求功率，节能效益显著；</p> <p>3) 强度保持率达到 80%及以上的芳纶输送带接头，解决了高强度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信息跟踪管理、输送带身份信息查询和记录、输送系统维护信息记录和管理；实现输送带在特征位置的定位/定点停机，并能与其他智能监测系统联动，保障输送带安全有效运行；其中节能橡胶有节能认证。</p>	<p>矿山固定式胶带运输系统。</p>	<p>国家能源神东煤炭集团，国家能源宁夏煤业羊场湾煤矿，河南平煤神马一矿、二矿、八矿、十矿等。</p>	<p>煤矿和非煤矿山</p>
33	煤矿煤流运输 AI 视频识别系统	<p>1) 采用 AI 图像分析技术，识别和分析主煤流运输系统的皮带煤量、异物、堆煤、跑偏、皮带纵撕、皮带表面损伤等；</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、皮带煤量识别与调速、煤量统计、皮带大块异物识别、工作面顺槽皮带AI均衡及对堆煤、跑偏、皮带纵撕、皮带表面损伤的检测等功能，通过客户端实现皮带速度、温度、全煤流状态、煤量和报警信息的可视化实时显示，可实现全煤流管控区域的视频检测、</p>	<p>煤矿胶带运输系统。</p>	<p>山东兖煤菏泽能化赵楼煤矿，山东能源新矿集团孙村煤矿，中煤华晋山西</p>	<p>煤矿</p>

			隐患智能报警闭锁，配合煤流运输控制系统可实现集中控制、煤量实时识别、智能调速和闭锁联动，系统响应速度快，可提升煤矿的智能化水平，减少安全事故，节能降本。		王家岭煤矿，中煤新集能源安徽刘庄煤矿等。	
34	国产化安全可信大型PLC控制系统	<ol 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) 系统主动防御安全体系。</li> </ol>	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。	矿山自动化生产的各个场景，如运输、通风、排水、变电所等。	国能神东煤炭内蒙古柳塔煤矿、乌兰木伦煤矿、布尔台煤矿。	煤矿和非煤矿山
35	采掘运装备的远程控制/无人驾驶技术	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 基于 AI 视频、激光雷达、精确定位等技术的装备高精度定位与智能导航；</li> <li>2) 全自动钻孔；</li> <li>3) 全自动装矿、单轨吊换装；</li> <li>4) 智能调度；</li> <li>5) 电机车、单轨吊的无人驾驶和智能调度。</li> </ol>	该技术针对井下采掘运等环节现场工况复杂、作业环境恶劣等情况，可实现凿岩台车和铲运机等无轨装备在地表调度中心的远程控制、电机车和单轨吊等有轨装备的无人驾驶和智能调度，支持铲运机自主行驶并支持无人驾驶功能扩展，攻克了全自动钻孔、全自动装矿、高精度定位、智能导航、智能调度等技术难题，实现了机车控制系统、芯片模组的国产化替代，能有效减少采区作业人数，提高矿山智能化水平，促进地下矿山安全、经济和高效生产。	地下矿山。	广东中金岭南凡口铅锌矿，河北首钢矿业杏山铁矿，中国五矿湖南柿竹园矿业、安徽开发矿业李楼铁矿，安徽马钢张庄铁矿，山东黄金三山岛金矿，山东能源新矿集团翟镇煤矿等。	非煤矿山

36	矿山换绳辅助技术装备	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用双排链式持绳机构，无损伤夹持钢丝绳；</li> <li>2) 直线连续恒力矩收放钢丝绳；</li> <li>3) 采用双功能液压系统，可自动调整运行速度，使其同步于绞车，保证新绳张力不变，保障换绳安全；</li> <li>4) 集智能电液控制与远程集控为一体，实现智能化换绳辅助；</li> <li>5) 实时监测设备运行状态，保障作业安全。</li> </ol>	<p>该技术装备用于摩擦式立井提升钢丝绳更换，可实现机械化自动收放绳，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；已形成标准化的施工工艺，可更好保障换绳安全；可将传统人工 48 小时以上的换绳时间缩短至 12 小时以内，提高换绳效率，减少作业人员数量，经济效益较为显著。</p>	<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。</p>	<p>河南平煤神马梁北二井煤业，安徽马钢罗河铁矿，山东能源新巨龙煤矿，山东黄金焦家金矿，山东金莱矿业等。</p>	<p>煤矿和非煤矿山</p>
37	钢丝绳实时在线监测系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 定量探伤，定量判别和分类统计内外部损伤；</li> <li>2) 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>该系统针对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，采用磁感应技术，通过两种监测原理对应监测输出两路监测信号，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，并评估钢丝绳剩余寿命，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及内部损伤。</p>	<p>使用钢丝绳的竖井、斜井、架空乘人提升。</p>	<p>河南金源黄金矿业，河南嵩县前河矿业，河南嵩县金牛公司。</p>	<p>煤矿和非煤矿山</p>
38	矿山水仓自动化清仓机	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 根据需要自动清理；</li> <li>2) 机械化清理；</li> <li>3) 淤泥脱水处理。</li> </ol>	<p>该装备针对矿山水仓和沉淀池长期采用人工方式清理，存在效率低、工人劳动强度大、安全性差等问题，可根据需要进行机械化清理和自动化清理，并脱水处理淤泥，将淤泥脱水处理后回收再利用，解决了淤泥运输对巷道的污染，有利于改善井下作业环境，经济和社会效益较为显著。</p>	<p>矿山水仓、沉淀池清理。</p>	<p>国能神东煤炭陕西榆家梁煤矿，山东枣庄矿业滨湖煤矿，安徽马钢罗河铁矿、张庄铁矿。</p>	<p>煤矿和非煤矿山</p>

39	采煤沉陷区工程建设利用关键技术	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采动地层长期稳定与活化失稳理论;</li> <li>2) 老采空区精准勘察与地基稳定性定量评价;</li> <li>3) 建设场地采动地层高效加固治理成套技术与装备;</li> <li>4) 采空区上新建建(构)筑物安全监测预警。</li> </ol>	该技术攻克了采煤沉陷区工程建设利用理论与技术难题,形成了集“勘察、评价、治理、监测”于一体的采煤沉陷区工程建设利用关键技术体系,可实现老采空区形态精准勘察、地基稳定性定量评价、采动地层科学治理、建筑安全实时监测预警,可为采煤沉陷区各类工程建设提供安全的建设场地,全生命周期服务采煤沉陷区新建建(构)筑物,保障煤炭城市转型发展所需建设用地供应和建筑安全。	采煤沉陷区工程建设。	山东济南市章丘区自然资源局,山东省地矿工程集团,安徽淮北矿业集团。	煤矿
40	矿用智能化学氧自救器	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 采用生氧罐滤粉夹层结构,生氧剂不泄漏;</li> <li>2) 内置无源芯片,通过专用充电架或信息采集终端,可后台查询制造、使用和校验信息。</li> </ol>	该装备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。	井下人员的应急逃生。	黑龙江龙煤鸡西矿业新发煤矿,辽宁抚顺矿业老虎台煤矿,辽宁铁法煤业小青煤矿,湖南煤业红卫矿业等。	煤矿和非煤矿山
41	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) 无人机高可靠性远距离通讯;</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>	该技术针对矿山三维空间数据获取的迫切需求,尤其是采空区三维空间数据获取的难题,可在缺少卫星导航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、溜井与井巷工程治理和数字矿山建设等方面。	老旧采空区、爆破采场、溜井与井巷工程等空间的三维扫描。	中国五矿湖南柿竹园矿业,江西铜业永平铜矿,山东黄金三山岛金矿等。	非煤矿山
42	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>	湿排尾矿库尾矿细、上升速度快,旋流器法、渣土碾压法、模袋法等筑坝方式普遍存在筑坝效率低、筑坝成本高、机械化程度低、作业人员多、	尾矿堆存、尾矿库筑坝。	西藏华泰龙矿业,黑龙江伊春鹿鸣矿	非煤矿山

		3) 可按设定路线行走, 兼具尾矿摊铺和碾压功能。	安全风险点多等问题, 该装备应用移动式自动脱水干堆技术, 实现了自动行走、脱水、摊铺、碾压、筑坝, 将尾矿直接通过管道输送到坝上作业, 缩短筑坝周期, 降低筑坝成本, 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子坝, 大幅提升筑坝效率和坝体安全性。		业, 山西华恒矿业, 湖北宜化集团。	
43	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, 进行水情风险实时诊断、未来 10 天内任意时刻超前预警和主动预警; 3) 水情预测预报云服务平台。	传统调洪演算技术通常基于特定工况与边界条件, 采用固定降雨历时, 假定经验雨型, 存在效率低、精度差、脱离生产实际、无法提前预判和预警短历时强降雨或长历时连续降雨后水位等弊端。该平台采用气象预报降雨驱动, 与实时监测数据融合, 形成了任意历时、任意实际雨型的全自动、高精度和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 天内任意时刻超前预警和主动预警, 可全面提升对尾矿库漫顶和溃坝风险的防控能力。	尾矿库。	江西铜业德兴铜矿 4 号尾矿库, 中国黄金下属 37 家企业的 43 座尾矿库, 西藏巨龙铜业甲玛沟尾矿库。	非煤矿山
44	废石和尾矿联合处置与安全堆存技术	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、流固耦合计算、渗流和稳定性计算, 保障贮存场安全; 5) 确定贮存场关闭、复垦及生态恢复要求。	该技术利用废石安全堆筑尾矿坝, 将尾矿和废石联合堆存, 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(减少尾矿坝筑坝工程量, 节省投资)、环境效益(减少固体废物堆存场地数量, 减少危险源和污染源)和资源效益(节约土地, 减少征地搬迁)。	金属非金属矿山。	云南华联锌铟铜街大沟尾矿库、南加尾矿库。	非煤矿山