

矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录（2022年版）

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
勘查类						
1	大比例尺构造岩相学填图与找矿预测技术	矿产勘查各个阶段的找矿预测。	以构造岩相学为理论基础，采用综合集成性手段进行找矿预测。主要包括：构造岩相学填图原理与相体解析；多维场空间拓扑学结构原理；时间-空间-物质拓扑学结构（几何学、运动学、动力学、物质学和年代学）。	<p>1. 关键技术：矿区深边部构造岩相学专项填图与找矿预测技术。矿区外围构造岩相学专题填图与找矿预测。</p> <p>2. 关键设备：动力滑翔机航磁测量系统、无人机近地航磁测量设备及技术系统、一种轻型垂起固定翼无人机航磁总场及水平梯度测量系统、地球化学元素序结构分析系统、不同自然景观区遥感蚀变信息提取系统、高光谱岩相矿物全岩填图系统、地学空间大数据智能挖掘系统等。</p>	该技术将理论研究、找矿预测技术研发和矿产勘查实践紧密结合起来，运用于矿产勘查各个阶段的找矿预测中，从战略选区及目标靶区，到普查-详查-勘探-矿山生产勘探等，提高了找矿预测效果，通过多年来在不同地区、多个项目的示范应用实践，具有良好的稳定性和普遍适用性，推广潜力较好。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
2	煤系矿产评价技术与方法	煤系矿产资源勘查与评价。	以煤系矿产资源为研究对象，首次提出了煤系矿产地质系统概念，从赋存空间与生态共生角度，整体论述了煤系矿产地质系统的3个圈层结构：外层煤盆地综合矿产、中层煤系综合矿产及内层煤层综合矿产。依据整体性、查以致用、因地制宜等原则，提出了煤系矿产勘查要求，建立了以煤为主矿种、多种矿产资源综合勘查的煤系矿产资源综合性勘查评价体系。针对4种主要煤系矿产资源组合模式的不同特点，提供了合理、适用的勘查方法和技术手段，为我国煤系矿产资源综合勘查评价提供了技术指导。	1. 成矿机制：提出了煤系矿产地质系统概念，系统分析煤系矿产的赋存空间及生态系统耦合关系，揭示了煤系矿产地质系统成矿机制及成矿过程。 2. 勘查评价体系：针对梳理的不同煤系矿产组合模式提供了合理适用的综合勘查方法，构建了以煤为主矿种、多种矿产资源综合勘查的煤系矿产资源综合性勘查评价体系，为我国煤系矿产资源综合勘查评价提供了技术指导。提出了新时期煤系矿产精准勘探实现的路径。	该技术为煤系锗、镓、锂、稀土等伴生金属资源地质评价提供了技术指导，可在煤炭及其伴生资源勘查工作中得到应用。	中国煤炭地质总局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
3	煤炭勘查煤层气DST试井装备	煤层气原位储层参数测试。	<p>钻杆地层测试（DST试井）是获得地层流体样品、估算地层参数和确定地层有无工业生产能力的一次临时性完井。用钻杆或油管将地层测试器（压力温度记录仪、封隔器、测试阀等）下入测试层段，使封隔器胶筒膨胀坐封于测试层上部，将其它层段和钻井液与测试层隔离，然后由地面控制，将井底测试阀打开，测试层的流体经筛管的孔道和测试阀流入管柱内，直至地面。井底测试阀是由地面控制，可以进行多次的开井和关井，开井流动求得产量，关井测压求得压力数据。测试的全过程记录在机械压力计上，根据压力温度记录仪或电子压力计记录的的压力、温度数据，进行评价、解释测试层的特性和产能性质。</p>	<p>1. 关键技术：试井设备；原位储层参数采取技术；地层测试资料评价技术。 2. 关键设备：自主研发了完整的适合煤炭勘查阶段钻孔DST试井设备，测试器主要分为封隔器、过滤器、旁通器、多流器（包括控制器、开关阀等）等部分组成，每个部分又是一个相对独立的单元，每个单元单独组装。</p>	<p>该技术具有简单、便捷、安全、可靠等技术优势，适用范围广，应用前景广阔。</p>	<p>河南省自然资源厅</p>

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
4	天然碱矿深部综合找矿技术	中新生代沉积盆地沉积矿产找矿勘查。	天然碱矿层赋存在中新生代盆地或凹陷中，埋藏深，矿层较薄，单层厚度在0.1~3.15m之间。这一特征使勘查工作中钻孔取芯难度大，成本高。天然碱矿赋存于泥质白云岩和白云质泥岩层中，由于岩性差别，在测井曲线上反映出明显的电性差别，这种差别可作为区分矿层与非矿层的一个重要标志。根据这一思路，利用碱矿层在测井资料反映敏感的特点，以岩芯资料为依据，以测井资料为手段，建立碱—电关系，判断碱层和划分碱层厚度的电性界限及夹层剔除的电性界限，进而应用测井曲线来确定碱矿层数量、位置和厚度，达到了准确、快捷确定天然碱矿层的数量、位置和厚度。	构建了层序地层分析确定天然碱矿含矿区域和埋深的方法。利用地层切片确定深部碱矿层范围。通过关键井岩芯序列特征和岩性标定，确定地震剖面反射同相轴代表的岩性，进行沉积微相的解释，并圈定不同沉积地层中含碱岩系和碱矿的分布范围。利用地球物理测井曲线识别天然碱矿技术，准确判定天然碱矿层数量、位置和厚度。	在中新生代沉积盆地沉积矿产找矿中具有一定的借鉴意义。	河南省自然资源厅
5	高寒深切割山区大型矿床找矿靶区圈定与评价技术	高寒深切割山区矿产调查评价。	通过遥感、物探、化探和地质测量等不同手段，从不同尺度、精度和属性综合提取与成矿相关的地质异常信息，在基于多元地信信息合成技术支撑条件下，开展定量化成矿预测，结合地表查证成果，更新定量化预测模型，圈定找矿靶区，经系统地质勘探，发现并探求资源量。	1. 现场快速分析+激电中梯测量+音频大地电磁测深技术方法组合； 2. 基于岩屑微点信息追踪和定位原生矿化露头的找矿方法； 3. 改进的 Crosta、面积分形和空间滤波遥感蚀变信息与异常提取方法； 4. 地球化学数据与遥感信息融合技术。	该技术为高寒地区矿产资源勘查遥感信息提取与地面快速查证提供了技术方法。可推广应用于新疆南疆三地州高寒地区及同类地区快速、高效开展矿产勘查与评价，在地勘单位、矿业企业及海外找矿勘查工作中均可应用。	中国有色矿业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
6	西藏斑岩-矽卡岩铜金矿勘查评价技术方法	西藏冈底斯成矿带斑岩-矽卡岩铜金矿勘查评价。	在甲玛矿区以斑岩-矽卡岩铜金矿为主攻矿床类型，通过对矿区及外围开展大比例尺构造-蚀变填图、大比例尺土壤/岩石地球化学测量与异常解译，圈定勘探靶区。同时，通过对已有岩心及最新部署的钻孔岩心进行高精度地球化学测量以及综合研究，结合多方法深部探测技术手段，验证传统勘查模型，揭示深部矿体结构及空间分布规律。在此基础上，部署钻探工程，在深部及外围探获高品位厚大矿体，实现增储目标。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大比例尺低检出限高精度地球化学测量、多维高光谱分析与异常综合解译； 2. 大比例尺构造-蚀变-矿化综合信息地质填图技术； 3. “多中心复合成矿作用”勘探模型； 4. 多尺度综合勘查评价技术体系。 	该技术可应用推广于青藏高原冈底斯成矿带其他斑岩型成矿区找矿勘查及研究。已推广到冈底斯成矿带雄村、斯弄多、拉抗俄等，班公湖-怒江成矿带尕尔穷、多龙矿集区以及三江成矿带马牧普等矿床的勘查评价中。在全国同类型矿床的勘查评价中具有指导意义。	中国黄金集团有限公司
7	松散地层覆盖区煤炭开发地质灾害预警勘查技术	煤矿开发中地质灾害预警及安全生产地质保障。	基于煤、岩、水动态耦合，互相影响、相互作用的原理，采用地质钻探、物探等多种技术手段，建立煤层开采条件下地层及含水性关系模型，以计算机科学为基础，建立矿井地质灾害预测模型，开发灾害预测可视化地质保障技术系统。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多元信息融合潜水含水层富水性评价层次结构模型； 2. 三维高密度地震数据反演和煤层开采覆岩导水裂隙带预测技术； 3. 煤炭开采方式与地层扰动判定模型； 4. 智能预警地质灾害保障软件。 	该技术方法适用于国内主要煤碳生产区的地质灾害预测与预警，可推广到煤炭资源开发过程中矿井防治水工程布置。技术成熟，具有可推广性。	中关村绿色矿山产业联盟

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
8	基于大数据思想的综合信息找矿靶区定量预测技术	定量成矿预测及生态环境、农业地质、城市地质等。	借助计算机和相应算法（统计学和机器学习软件），定量研究结果与变量（信息、条件）的相关关系，构建找矿靶区定量优选系列模型，判定出“预测单元”和“有矿单元”的相似程度，并对优选模型有效性和优选效果进行评价，在此基础上圈定综合信息找矿靶区。通过靶区查证结果修正优选靶区系列模型，建成综合信息找矿靶区定量优选动态模型，查明已知矿床（点）和其它区域在相应信息维度上的相似程度，从而定量优选找矿靶区。	1.“分类建模，成果融合”工作流程； 2.“找矿靶区定量优选系列模型”建模方法； 3.“信息扩维”和“原始数据处理软件”。	该技术适用于区域找矿靶区定量优选，具有“简捷、快速、经济”等特点，能够消除物、化探原始数据的系统误差，大幅提高计算精度，有效提升找矿异常靶区发现矿化概率，可推广到生态环境、农业地质、城市地质等行业。	甘肃省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
9	矿山井下钻孔测井与数据分析技术	煤矿及其他各类矿山井下含有瓦斯或煤尘爆炸危险环境中使用，矿山井下防探水钻孔、锚索钻孔、构造（断层、陷落柱等）探测孔及其它工程钻孔的测井探测与数据分析，适合孔径 28~108mm。	采用高分辨率视频、自然伽玛测井、孔斜测量相结合的硬件设计，配套数据处理软件进行信息分析。一是通过算法设计，绘制出GR曲线，结合实时高清视频进行同步分析、判断煤系地层岩性。二是通过软件绘制出视频岩芯图。利用计算机图像识别功能快速自动判别层位岩性、裂隙发育特征、出水情况等。三是通过软件自动绘制钻孔轨迹平面图、剖面图，结合岩性判断自动生成钻孔地质剖面图，及时有效获取钻孔孔斜偏差等重要信息。	YCJ90/360（A）矿用钻孔测井分析仪。	该技术可在井下一次性完成视频、自然伽玛（GR）、孔斜、孔深等多组原始数据的采集与分析，适用于地质、防治水、顶板支护、矿压、瓦斯抽放等领域井下钻孔的测井与数据分析。可在采空区探测、构造与陷落柱探测、煤层变薄区、顶板岩层结构、顶板“三带”、瓦斯孔抽放效果分析等领域推广应用。	陕西省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
10	煤田全数字高精度三维地震勘探技术	煤矿精细勘探。	在煤矿三维地震勘探中使用高精度数字检波器、更多接收道、更多激发点、更小面元、全方位、高覆盖次观测，记录全波场海量数据采集技术，及其与之相配套的高精度地震成像处理和精细构造解释技术，实现精细勘查。它由以下几部分组成：全数字高密度三维地震采集技术、以叠前深度偏移为核心的高精度处理技术、以“蚂蚁+”多属性融合为核心的精细解释技术、以谱距法反演、神经网络反演、波阻抗反演等为核心的岩性反演技术和以叠前四参量弹性反演为核心的瓦斯富集区预测技术，以及针对复杂煤层中的断裂构造和富水性的勘探数据处理解释技术。	1. 关键技术：数据采集、处理、针对小/隐伏构造和煤层中火山岩侵入范围的精细解释方法技术； 2. 主要装备：震源、检波器、数据采集和处理设备，相关的软件。	该技术可实现断裂构造等地下结构的精细探测，在工作面选取、巷道位置、瓦斯预抽排、水害防治中能够发挥重要作用。	中国煤炭地质总局
11	煤矿采区工作面震电融合探查技术	煤矿采区三维地震、电法、井下物探等数据融合处理、解释。特别在煤矿采区工作面水害的预测。	在煤矿采区同时开展三维地震、电法、井下物探等勘查工作，收集各物探方法的中间和成果数据，提取各方法反映目标地层或地质体的数据属性，分析研究属性间的特征并去除非本征干扰，将所有数据融合为一个统一的新属性数据并进行勘查解释。	1. 震、电数据融合处理解释技术； 2. 三维地震、电法和井下物探数据处理设备和软件。	该技术能够克服多解性，提高对煤矿采区含水异常和构造富水的解释精度，为煤矿采区的安全高效回采提供地质保障。可用于煤矿工作面建设，地热、煤层气开发等工作中。	中国煤炭地质总局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
12	煤矿井下钻孔瞬变电磁探测技术	探放水孔或定向钻孔径向隐伏地质异常体探查。	利用孔外发射或孔中发射、三分量接收瞬变电磁场信号，有效屏蔽巷道内金属、电磁干扰，极大提高异常信号的分辨能力，通过三分量综合解释，形成以钻孔为中心，径向30米左右的探测距离。	1. 钻孔瞬变电磁仪数据采集； 2. 钻杆推送和测量设备、数据处理设备和软件。	该技术在掘进工作面前方及回采工作面内部存在的隐蔽致灾水体探测，以及在矿井水力压裂和底板注浆的效果检测。	中国煤炭科工集团有限公司
13	固定翼时间域航空电磁探测技术	地形相对平缓地区多金属矿产、水资源调查。	改装固定翼飞机，加载发射和接收装置，通过向地下发射脉冲或阶跃电磁波，测量在发射关断（或发射期间）的电磁响应，探测地下地质体的分布。时间域航空电磁方法具有分辨率高，探测深度较大，数据信息丰富的特点。	1. 固定翼飞机加装发射电缆、GPS等辅助测量设备和接收装置； 2. 发射机、接收机、数据收录系统； 3. 测量数据处理和质量控制； 4. 数据解释。	该技术在矿产勘查、水资源调查、环境调查等领域具有很好的应用前景。	中国地质调查局
14	高温超导瞬变电磁探测技术	煤炭、黑色金属、有色金属矿产等的探测。	传统的瞬变电磁采用感应线圈传感器，接收的是二次场的变化率，该技术采用高温超导磁强计作为传感器，接收二次场磁感应强度。高温超导磁强计具有噪声低、灵敏度高、频带宽且低频响应好的特点，能够提高瞬变电磁晚期道数据的信噪比，从而提高勘探深度。	1. 高温超导磁强计； 2. 传统瞬变电磁发射机、接收机和高温超导磁强计传感器。	该技术可在矿产勘查、水资源调查、环境调查等领域推广。	中国地质调查局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
15	煤矿采空区精准勘查技术	煤矿采空区/溶洞（含水与否均可）的精准勘查、地下空洞治理及采空区复采探查等高标准探查领域。	在现场调研基础上，进行地面瞬变电磁法精细勘探，通过精细勘查技术圈定疑似煤矿采空区范围，在适当位置布置垂直钻孔。当钻孔揭露采空区时，根据采空区积水情况采用相应精准测量装备（孔中三维激光扫描仪、孔中声呐扫描仪）对采空区形态展布、顶底板稳定状况等进行精准探测。当钻孔揭露煤柱时，采用地-孔瞬变电磁法（发射源在地表，接收设备置于孔中，采集三分量信号、近距离探测采空异常体）探测采空区空间展布形态，指导下一孔快速揭露采空区。当采空区揭露后，再实施孔中高精度三维立体扫描成像，实现复杂采空区精准勘查。	1. 结构复杂采空区瞬变电磁法精细探测技术； 2. 激光和声呐三维高精度扫描技术； 3. 地-孔瞬变电磁法探测技术。	该技术可以弥补常规勘查方法的不足，解决矿井开采中面临的安全隐患问题，大幅度释放采空隐患区煤炭资源量，提高煤炭矿产资源节约和综合利用效率，对土地复垦或再利用均有较大贡献，具有广阔的应用前景和预期效益。	中国煤炭科工集团有限公司
16	隐蔽水害瞬变电磁动态成像技术	煤矿、隧道等地下工程及浅层地表下的隐蔽水害体、低电阻率地质体的探测。	采用电流高速关断技术、天线姿态角实时测量、视电阻率快速计算及成图等技术，将采集的二次场信号经预处理后，快速计算视电阻率及视深度，根据测点变化，动态绘制视电阻率剖面图，实时对水害异常进行直观显示和解释。	1. 基于电感反向钳位的大电流恒流高速关断技术； 2. 基于双AD同步采样的微弱电磁信号采集技术； 3. 基于双对数坐标最小二乘拟合的视电阻率快速计算和动态成像方法； 4. 基于三分量电子罗盘的天线姿态角实时测量技术。	该技术既能节约费用，同时大幅提升工作面回采时间，可为巷道安全掘进和工作面安全回采提供可靠技术保障，对类似条件矿井具有普适性，推广潜力较好。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
17	煤矿井下“微震+视电阻率”联合监测技术	<p>矿山开采活动监测、边坡稳定性监测、帷幕稳定性监测，以及石油勘探、越界开采、工作面顶底板“两带”导高监测、水力压裂效果评价、冲击地压监测等领域。</p>	<p>一是微震监测系统。通过布设合理的观测系统，监测资源开采过程中因岩体内应力场改变而导致岩体破坏产生的微震事件，反演震源发生的空间位置，计算震源破坏能量大小，分析弹性波频谱特征等来评价其影响范围、影响效果等情况。二是电阻率监测系统。基于岩石裂隙和含水性电阻率的变化关系对采动破坏进行动态监测，监测设备布置于工作面两侧巷道中，利用局部光纤和井下工业环网，通过地面服务器远程监测回采工作面顶底板破坏情况以及水害发育过程，采用大数据分析对工作面水害进行智能化预警。</p>	<p>1. KJ959煤矿微震监测系统。分布式、在线微地震监测系统，通过网络级联起来的若干台采集分站，将来自震动传感器的信号进行实时放大、滤波、模数转换，然后将数据通过工业以太网传送至中心站。采用软件对来自监测分站的实时震动波形进行滤波、识别、截取等处理，形成微震事件列表片段，由统一的数据库加以管理和向客户端推送。前台的客户端软件通过从数据库中获取的微震事件列表，自动进行事件的能量计算、坐标定位，并实时更新“微震事件定位云图”和“微震事件报表”。</p> <p>2. ZDJ11矿用视电阻率在线监测系统。基于岩石裂隙和含水性电阻率的变化关系对采动破坏进行动态监测。</p>	<p>该技术提供了多属性监测方法的创新，能够同时监测采动前后裂隙集中发育强度、空间的相对位置、破裂集合尺寸、视电阻率分层变化规律，节省生产成本，可以为煤矿防治水提供技术参考和有力支撑。</p>	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
18	分布式多参数电磁探测技术	区域地质调查、能源金属矿产勘查、水工环地质调查等。	利用岩（矿）石的电学特征和电磁波趋肤效应原理，研发了多频率大功率发射机，通过接地电极或不接地回线发射不同频率的电流信号，形成了包括时间域激发极化法（TDIP）、频率域激发极化法（FDIP），人工源可控源音频大地电测深法（CSAMT）、全区多源电磁测深法（MSEM）、天然源音频大地电磁测深法（AMT）和大地电磁测深法（MT）等多参数电磁法信号发射技术。采用高精度GPS与恒稳晶体混合时间同步技术，实现了多测站多参数三维分布式电磁数据接收。通过对获得电磁数据的反演和地质解释，可获得地下电性结构，解决地质与找矿问题。	1. 高精度GPS与恒稳晶体混合同步技术； 2. 无线数据中继和双24位AD大动态转换技术； 3. 发电机励磁调压技术； 4. 感应式磁场传感器； 5. DEM系统电磁多参量数据信息获取与处理技术； 6. TDIP、FDIP、CSAMT、MSEM、AMT/MT等电磁法正反演软件系统； 7. 分布式多参数电磁探测系统。	该技术利用地下资源能源与围岩间的电性差异，采用大功率的发射技术、分布式的抗干扰接收技术，从不同侧面来获取高分辨的信息，实现对地下资源能源的直接或间接勘查，可用于矿产资源探测，为地质工作提供技术支撑。	中国地质调查局
19	岩溶喀斯特地貌薄互煤层群三维地震精细探测技术	复杂地质地貌条件下煤田地质异常体、煤层赋存条件、矿井地质灾害源的三维地震精细化勘探。	在地表附近激发地震波，采集岩性界面反射波数据，进行高分辨率、高保真度、高信噪比的地震资料处理，利用地震属性等技术预测地质异常，采用精细采集处理解释认识地下结构。	1. 高精度三维地震勘探技术； 2. 高精度三维地震处理技术； 3. 高精度三维地震智能解释技术。	该三维地震勘探技术，尤其是智能构造解释、水文地质、瓦斯地质、煤层赋存条件、煤层气资源量解释技术，可在我国类似煤矿区推广应用，有利于精准查明煤层赋存与安全地质条件，破解煤炭安全高效开发的地质难题。	中国华能集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
20	随钻钻孔电磁波层析成像超前探水设备及方法	矿山钻孔周围的地质三维精细探测。	将探测探头置于探测钻杆中，并随钻机一起钻井，探测探头根据钻杆的工作状态自动探测，通过发射接收不同频率电磁波来完成钻孔周围半径0~30m范围内的地质信息探测，当钻探完成并退出钻孔后，探头数据自动传输到现场主机并自动（半自动）计算分析钻孔周围不同半径的地层视电阻率，最终生成整个钻孔深度的周围0~30m范围内的地层视电阻率图，根据视电阻率图分析判定钻孔周围0~30m范围内的地层是否存在含水体或含水地质构造等地质薄弱区域。	1. 随钻钻孔电磁波层析成像探测物探技术； 2. 矿随钻电磁层析成像探测数据自动处理分析预报技术。	该技术可实现钻孔周围半径0~30m范围内精细扫描近距离探测，既可提高探测精度，又可减少钻探的数量，做到掘进巷道超前精准探测，节约时间和费用，提高生产效率。	中国煤炭工业协会
21	矿井水害微震监测技术	煤矿工作面底板受承压含水层水监测。	采、掘活动破坏了原岩应力平衡，地下水运动产生裂隙冲扩，造成岩石破裂，发出微弱地震波，形成微震事件，通过高灵敏度的检波器采集微震数据，对其进行时空定位，可以确定破裂发育的时空轨迹，反推导水通道形成过程，实现矿井水害的监测预警。	1. KJ1073型煤矿微震监测系统； 2. GZC10型矿用本安型拾震传感器； 3. KJ1073-Z型矿用隔爆兼本安型微震监测主机； 4. 矿井水害微震监测数据处理软件； 5. 矿井深部导水通道微震探查及注浆治理评价三维可视化软件。	该技术通过井下检波器收集微弱震动信号，再通过物联网以数字信号形式传输至数据平台，经过处理解释及水文地质分析，形成微震报告。为矿井水害防治提供可靠的基础资料，同时可提高煤矿安全生产的理论和技术水平。有利于转变矿井防治水思路，改变和充实矿井防治水指导技术原则，值得推广应用。	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
22	城市高干扰背景下地热资源地球物理勘查技术	城市高干扰背景下地热资源勘查作业。	该技术以微动探测技术为核心，辅以常规物探手段联合勘探，对水文地质和物化探资料进行综合分析，综合建模、联合反演，构建查区地下视S波速度结构模型，推断查区地质构造模型和热储模型，从而实现城市高干扰背景下地热资源的详细勘查和精准定位。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 微动探测技术； 2. 面积性综合物探异常分析方法； 3. CSAMT精确反演技术； 4. 综合建模、联合反演技术。 	该技术针对高电磁噪声干扰、不可破坏城镇环境设计，具有分辨率高、抗干扰能力强、经济高效等显著优势，已在多个地热资源勘探上取得了良好的勘查效果，具有很好的推广应用潜力。	安徽省自然资源厅
23	厚覆盖层下有色金属多种物探方法耦合定位技术	覆盖层下金属矿产勘查。	在地质成矿理论指导下，依靠勘查理论创新和探测技术改进，构建了“循环渐近式”覆盖区综合找矿模式，提供了“一选三定四阶段反复循环”流程，进行多方法多学科综合找矿，规范勘查流程，建立综合找矿模式指导覆盖区找矿工作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. TXU30-V8多功能电法仪系统。通过技术改造降低设备投资和勘查成运行成本，加快了CSAMT法和CR法在矿产勘查中的推广应用。 2. “重、磁、CSAMT、CR、测井”法耦合定位技术。综合运用多种物探方法依次勘查，不断缩小靶区，为有色金属矿产资源找矿靶区圈定及工程布置提供依据。 3. “模型对比循环评价定位”技术。逐步筛选矿致异常，循环评价靶区，确定钻探验证孔位，解决了覆盖区钻孔见矿率低难题。 	该技术能有效提高找矿成功率，为实现深部找矿提供技术路径，为全国重要成矿带矿产资源调查评价提供了物探技术支撑，具有较大的推广前景和潜力。	安徽省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
24	地球化学数据元素序结构分析技术	<p>勘查地球化学应用；地球化学地质填图；区域地球化学应用；构造环境地球化学应用；岩石地球化学应用；矿床地球化学研究。</p>	<p>不同岩组、矿体和构造等地质体都有一定的元素组合规律和空间分布特征，具有特定的地球化学元素序列和序结构特征。该技术应用地球化学系统和复杂系统有序性原理，进行不同类型地质单元的地球化学元素序结构分析，从而提取出地球化学异常，进行矿产预测。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地球化学元素最佳排序与基因谱曲线生成技术； 2. 元素基因谱曲线最优集群动态分类技术； 3. 元素序结构分析技术； 4. 综合式地球化学数据预处理方法； 5. 地球化学序结构填图与成图技术； 6. 多元地学信息综合处理与分析系统。 	<p>该技术可深度挖掘地球化学数据中的各类地学信息，促进精细地球化学填图、揭示地球系统中元素之间的关联关系；该技术的推广将进一步完善地球化学元素序结构研究，推动地球化学勘查技术进步。</p>	中国有色金属工业协会
25	穿透性地球化学勘查技术	<p>覆盖区地球化学勘查。</p>	<p>矿床本身及其围岩中存在成矿元素或伴生元素的活动态形式，在多营力的驱动下迁移至近地表，采用分离提取技术，将近地表各介质中的活动态形式的成矿元素或伴生元素捕获，从而指示深部矿体，以此达到寻找隐伏矿的目的。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地球气纳微金属分离、采集技术与装备； 2. 金属活动态提取技术与装备； 3. 土壤微细粒分离技术与装备； 4. 地电化学测量技术与装备。 	<p>该技术可推广到我国200余万平方公里覆盖区的有色金属、稀有金属及贵金属等矿产资源勘查中，具备快速便捷，成本低廉，绿色环保等特点，具有较大的推广前景和应用潜力。</p>	中国地质调查局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
26	纳米镀金膜土壤汞气测量仪	土壤土壤汞气测量。	纳米镀金膜使膜的表面积最大化、厚度最小化，能够更多更快的吸附汞气，并能很好的释放出来，大幅提高汞气测量的精确度和稳定性。通过测试和研究被吸附在土壤颗粒表面的汞蒸气或由其衍生出的化合物形成的汞异常及其分布分散特征，用以预测深部地质体（隐伏矿体、小岩体）赋存深度、规模、产状，确定其地质意义。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 纳米镀金膜石英捕汞管； 2. 专用热释炉； 3. 恒温控制仪； 4. 配套自动测汞仪。 	该技术通过自主研发的纳米镀金膜石英捕汞试管，使汞气测量捕获率、释放率、有效率得到提升，提高了土壤汞气测量的精密度和准确度，可在土壤汞气测量中推广应用。	江西省自然资源厅
27	多（高）光谱遥感矿产资源调查技术	区域地质调查、矿产资源调查。	高光谱数据具有图谱合一的特点，可以实现典型矿物的精细识别和定量提取，进行岩相-岩性、蚀变矿物填图等，为区域地质、矿产调查提供基本信息。利用自动化、智能化的遥感信息处理技术，能够极大地提高地质填图等的效率，实现资源快速、经济、绿色勘查。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 关键技术：遥感图像的光谱信息分析技术；基于波段序结构分析的蚀变矿物检测技术；多目标遥感地质信息的智能化提取技术；地物分类信息的图谱一体化识别技术。 2. 主要软件：高光谱蚀变信息提取软件系统（otPlatForm）；多元地学信息综合处理与分析系统（RSIE）。 	该技术适用于岩石裸露或植被稀少地区的区域地质调查和矿产地质调查工作。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
28	煤层卸压防突钻扩一体化装备	高瓦斯突出矿井，硬度系数 $f \leq 2$ 的各种煤层岩层。	通过顶板岩巷下向钻孔和变径扩孔造穴，将大量煤体致裂、破碎并冲出孔外，使洞室扩大，最终形成较大空间的洞室。应力集中向洞室周围移动，洞室周围煤体孔裂隙扩展延伸，洞室附近煤体卸压增透，为瓦斯运移及抽采提供广阔空间，有效地提高抽放效果，实现对含瓦斯突出煤体卸压增透区域瓦斯治理。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 煤矿用履带式全液压坑道钻机； 2. 矿用履带式泥浆泵车； 3. 矿用振动筛式固液分离机； 4. 可变径机械造穴装置； 5. 高压密封钻杆； 6. 耐冲击金刚石复合片钻头。 	该技术实现打钻及扩孔一体化，降低工人劳动强度，提升工作效率，满足狭小巷道的冲孔造穴钻孔施工要求，有效解决煤矿瓦斯突出治理难题。具有较强的安全效益和经济效益，具有较强的推广应用前景。	河南省自然资源厅
29	煤矿井下大功率定向钻进技术与装备	煤矿井下瓦斯抽采、水害防治、隐蔽致灾因素探查等定向钻孔工程。	采用泥浆脉冲无线随钻测量技术或有线随钻测量技术对钻孔轨迹进行实时测量；利用扭矩 $12000\text{N}\cdot\text{m}$ （或 $15000\text{N}\cdot\text{m}$ 、 $20000\text{N}\cdot\text{m}$ ）的大功率全液压定向钻机在孔口提供工具面调整、回转和给进起拔动力；利用高压、大流量泥浆泵车泵送冲洗液，驱动孔底螺杆马达，带动钻头碎岩和循环冲洗钻孔；采用复合钻进技术实现高效定向钻进；通过滑动钻进和复合钻进耦合的定向钻进技术，控制钻孔沿设计轨迹或设计层位延伸，提高成孔深度、成孔直径、成孔效率和成孔率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 煤矿井下双系统独立行走分体式大功率定向钻机； 2. 煤矿井下防爆泥浆脉冲无线随钻测量装置； 3. 防爆计算机供电有线随钻测量装置； 4. 煤矿井下近水平复合定向钻进技术； 5. 水力加压、水力冲击和正反扭转滑动减阻定向钻进技术； 6. 中硬煤层复合倾角控制与复合侧钻分支技术； 7. $\Phi 89\text{mm}$中心通缆钻具、高强度无缆定向钻具以及整体螺旋式无缆定向钻具； 8. 煤矿井下定向钻孔事故处理钻具及配套技术。 	该技术在瓦斯突出和水患威胁的矿井具有广阔的应用前景。同时还可用于煤矿井下大直径工程钻孔、煤层定点密闭取心钻孔、救援钻孔、公路隧道和铁路隧道超前勘探钻孔施工，应用潜力巨大。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
30	矿山大直径工程井多工艺钻井关键技术	大直径工程井施工。	根据不同直径的工程井钻井需要，研制大直径工程井钻具和多种专用工器具，研发适用于矿山瓦斯抽排、注浆堵水、输氮灭火、送冰降温、排水通风、抢险救援等不同工程用途的大直径工程井钻、完井工艺和技术措施，形成了成套技术，实现大直径工程井安全、高效、低耗、快速成井技术工艺。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 关键技术：井身结构设计、成孔方法、钻具组合、钻进技术参数、钻井液、井斜控制、套管设计与安装、固井方法、气举反循环钻进钻、完井关键技术。 2. 关键设备：大型钻井设备及配套设备、大直径专用扩径钻头、双壁钻杆、单壁钻杆、双壁主动钻杆、大口径气举反循环水龙头、反循环钻头、保温套管等配套器具。 	该技术在矿井瓦斯抽排、注浆堵水、输氮灭火、送冰降温、排水通风、送料、电缆安装、抢险救援等方面广泛应用，已在陕西、山西、河南、安徽等地区矿山企业成功实施，效果明显，具有推广潜力。	河南省自然资源厅
31	ZYWL-4000型煤矿井下全自动钻机	煤矿及其他矿山的地质勘探、瓦斯抽采、探放水、防冲卸压等工程孔施工。	该设备采用自动控制系统和电液控制系统联合驱动控制，实现自动装卸钻杆、自动调节钻孔姿态、全自动钻孔等功能。钻机采用全液压传动、双泵供油，通过无线遥控器或者地面控制站发出控制指令，钻机机载电控系统接收指令信号，调节电液控制系统的油路电磁阀开关以及流量、压力等参数，驱动执行机构运行。自动程序控制装卸钻杆系统、姿态调节装置、动力头、推进装置等执行机构自动执行装卸钻杆、倾角与方位角调节、钻进及退钻等流程，实现全自动钻孔施工。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多自由度钻杆机械手自动装卸钻杆技术； 2. 煤矿钻机地面、井下双模式远距离控制技术； 3. 自适应参数调节全自动钻进技术； 4. 多工况钻孔姿态智能调节技术。 	该技术实现全自动钻杆装卸，显著提高钻孔施工效率，明显降低生成成本。钻进过程实现全自动监测与控制，安全性能大幅提升，具有良好的推广应用前景。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
32	煤矿井下大功率智能化高效钻探技术与装备	煤矿井下大直径瓦斯抽放钻孔及其各类工程孔的智能化高效快速施工。	本技术以大功率智能化定向钻机、大流量泥浆泵车、有线随钻测量装置、通缆钻杆和信号载波有线传输技术、孔底螺杆马达、旋转导向钻进系统等为关键施工装备，采用复合钻井工艺结合旋转导向钻进技术，控制钻孔沿着预定轨迹在煤层中延伸，实现从“滑动定向钻进”到“旋转定向钻进”的跨越，解决钻孔轨迹不平滑、长钻孔排渣困难、成孔率低和硬岩定向钻进困难等问题；实时监测钻进相关参数，并由专家系统进行实时工况识别，实现钻进过程的自动化控制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 煤矿井下大功率智能化定向钻机； 2. 大流量高压矿用履带式泥浆泵车； 3. 定向钻机防爆电液遥控与参数监测系统； 4. 基于自然伽马的矿用有线地质导向随钻测量装置； 5. 矿用小直径本安型液驱推靠式旋转导向钻进系统； 6. 煤矿井下地质导向和旋转导向钻进技术； 7. 有线随钻测量钻具、无磁定向钻杆、随钻测量送水器以及旋转导向用PDC钻头。 8. 大直径超长定向孔双级双动力扩孔技术 	该技术在钻进能力、测控精准度，自动化水平等方面得到提升，提高了钻进效率和目标地层钻遇率，保障了钻进施工安全，技术优势较明显，示范应用效果显著，具有市场竞争力，推广应用前景良好。	中国煤炭科工集团有限公司
33	分体式坑道岩心钻机及配套高效取心工艺技术	中深孔绳索取心钻探。	采用模块化、轻量化设计思路，解决井下空间的搬迁难题。主机采用铝合金材料，大幅降低重量；泵站由两个单体泵站组成，可单独工作，也可组合使用；液压系统采用基于恒压变量泵的联动回路，联动响应速度快；绳索取心钻具、新型通缆式水接头、水路控制组件以及打捞失速制动装置操作简洁方便，减少辅助时间，提高了钻井效率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 轻量化坑道岩心钻机（铝合金）； 2. 全方位施工动力头； 3. 先导联动功能高效钻机液压系统； 4. 近水平孔施工绳索取心钻具。 	该技术是一套轻量化钻探装备，搬迁运输方便、自动化程度高，大幅度降低工人劳动强度，提高操作安全性，在陕西、云南、四川等地进行了试验工程示范和推广应用，具有良好推广前景。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
34	盐岩腔体储能关键技术研发及应用	盐岩资源储能库建设。	利用对采卤老井的相关技术改造，形成洞穴储存空间，建立盐穴储能库。该技术采用对采卤老井分段锻铣、扩眼、挤注水泥封堵等措施，实现对采卤老井的有效封堵，为废弃老腔的再利用奠定基础；采用大口径“S”型盐穴储能库井施工工艺技术，增大布井总数，将丛式井、大口径定向钻探技术，应用于盐穴储能库井施工中，提高建库效率，降低建库成本。	1. 老井分段锻铣注水泥封堵技术； 2. 大口径“S”型盐穴储能库井施工工艺技术：	该技术支撑建成的盐穴储能库运行良好，可广泛推广应用到我国盐穴储能库建设中，解放更多可以利用的盐岩老腔，为注采需求更大的地下空间利用领域提供借鉴。	江苏省自然资源厅、中国煤炭地质总局
35	U型井上下联合抽采技术	高瓦斯矿井的瓦斯治理与利用。	集成定向钻进技术、随钻测量技术、井下高精度磁定位、对接连通技术和配套装备，实现井下超长水平井与地面直井连通对接。通过井下正负压排采的瓦斯开采方法及系统，实现对瓦斯排采的精确控制。	1. 定向钻进技术； 2. 随钻测量技术； 3. 井下高精度磁定位对接连通技术； 4. 井下正负压瓦斯排采技术。	通过定向井对接技术实现井下超长水平井与地面直井连通对接，为井上下联合正负压瓦斯抽采提供了可行方案。对高瓦斯矿井实现了地面瓦斯抽采，达到瓦斯治理及瓦斯利用的目的，应用前景广阔。	国家能源投资集团有限责任公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
36	赣南钻——人力冲击取样钻	华南离子型稀土矿床的勘查；或风化壳厚度小于45 m，岩石等级I~II级的风化壳型矿床。	通过钻进，使施工深度揭穿全风化层，进入半风化层0.5~1m以上，矿体揭穿率达到90%以上，使用岩心防掉器保证施工过程中不掉样、不混样，进而替代小圆井和钻探、取样钻。	1. 关键装备：钻头、岩心防掉器、钻杆、接手、操纵杆； 2. 施工工艺：钻定孔位→简易平整场地→准备阶段→开孔钻进→岩心整理→缩分取样→终孔→校正孔深→封孔→验收。	该技术有效替代小圆井、浅井及部分浅钻，对提高风化壳型矿床的勘查进度、降低勘查成本、缩短勘查周期、减少安全隐患、保护环境等作用较明显，具有在风化壳型矿产勘查中全面推广的前景。	江西省自然资源厅
37	大口径瓦斯抽采钻孔自平衡浮力法下管关键技术	大口径钻孔的超重套管下管作业。	依据潜艇沉浮原理，巧妙利用流体力学、气体力学、固体力学原理，通过浮力阀充入高压气体，在浮力阀下部形成高压空气柱，该空气柱排出浮力阀下部泥浆，并提供部分的浮力减轻套管自重，同时在浮力阀上部空管中注入泥浆减少上部空管长度，增加上部空管横向稳定性，有效减少负荷，使设备在安全提吊力下工作，实现大口径套管自平衡入井，确保大口径下管及固井的安全性。	1. 自平衡浮力法下管基本参数计算； 2. 水泥浮力阀微膨胀水泥浆配合比确定； 3. 自平衡水泥浮力阀设计计算； 4. 空管强度与稳定性分析； 5. 自平衡浮力法下管高压空气柱泄压放空技术。	该技术满足了地面大口径瓦斯抽采钻孔超重套管下管施工需求，保证了施工安全，可广泛应用于泄压、水源井、冻结井、地热井、应急救援井等地面大口径钻孔的超重套管下管施工，社会效益、经济效益明显。	安徽省自然资源厅
油气类						
一、油气勘查技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
38	可控震源高效采集技术	岩性地层油气藏、成熟盆地、精细勘探、前陆盆地、叠合地中下组等领域。	基于时空规则的可控震源高效采集技术，在数字化地震队和高效采集现场质控系统的配合下，通过使用更多的震源同时采集，在不影响勘探效果的前提下，有效提高采集工效，大幅压缩采集周期、有效控制成本，实现大规模宽方位、高密度勘探。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基于自主仪器G3i的动态扫描技术； 2. 轨迹导航技术； 3. 作业方案优化设计技术； 4. 可控震源高效激发噪音压制技术； 5. 实时质量监控与管理技术； 6. 地震采集工程实施模拟技术； 7. EV56高精度宽频可控震源。 	该技术通过提高海量数据采集质量以及数据分析能力，大幅度提高油气的预测精度和工作效率，是未来复杂区油气藏勘探开发发展方向。	中国石油天然气集团有限公司
39	节点地震勘探技术	石油与天然气能源勘探、矿产地质勘探、环境监测、天然地震监测、工程勘探等领域范围。	一是节点仪器基本原理。节点仪器的核心部件包括：数据采集电路、存储和控制电路、通讯和接口电路以及GPS授时电路等。二是节点勘探工作原理。在地震勘探中，当激发源产生下传信号，经地下反射回传到地面后，布设在地面的节点仪器接收回传信号。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 节点数据高效下载技术； 2. 节点数据切分与合成技术； 3. 节点工作状态质控技术； 4. 节点炮集质控技术； 5. 节点共接收点道集质控技术； 6. 节点连续记录质控技术； 7. 有线与节点数据融合技术。 	该技术有效提高了地震采集施工效率，拓宽了地震资料频带，提高了深潜山及内幕地震资料的信噪比及成像精度，为石油物探行业降低勘探成本、解决复杂地区勘探问题提供了设备保障，将在未来油气资源勘探中发挥重要的作用。	中国石油天然气集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
40	致密砂岩气地震储层预测技术	致密砂岩气地震储层预测。	一是通过地震波形动态聚类分析，建立地震波形结构与高频测井曲线结构的映射关系，提高反演结果的纵向分辨率和横向分辨率。二是分析地震响应特征，找出含气规律，正演模拟确定煤层影响范围，运用子波分解去除煤层影响，构建目标特征曲线，采用神经网络模拟技术建立地震的低、中、高频带信息与目标特征曲线的非线性映射关系，利用分频反演技术预测砂体。三是根据岩性组合特征，综合考虑气层厚度、气层孔隙度、气层含气饱和度和上覆干砂岩厚度等引起AVO变化的主要影响因素，正演分析影响因素和P、G属性关系，确立P-G量版，定量预测致密气分布范围和规模。	1. 高分辨率地震波形指示反演技术； 2. 去煤层强反射和相控分频反演技术； 3. 基于四要素分析的AVO定量解释技术。	该技术能够使预测精度由砂层组提高到单砂体，同时精确刻画含气砂体范围，实现增效与降本的统一，为我国致密气的勘探开发提供了技术支撑。	中国海洋石油集团有限公司
41	海洋小道距固体拖缆地震采集技术及装备	海洋油气勘探、地质调查。	将人工激发的地震波穿过海水进入地层，从各岩石层反射回不同特性的反射波，被物探船采集装备记录并通过高性能计算机处理、分析、判断地质情况，进而寻找可能含有油气构造的过程。	1. 高灵敏度低频拖缆检波器； 2. 发泡式固体拖缆制造技术； 3. 采集传输一体化技术； 4. 相控阵检波器组合技术。	该技术能够有效提升海洋地震成像品质，提升勘探开发地质油藏目标的探测精度，为海洋油气勘探提供装备支撑，助力中国海洋油气勘探开发走向深水深层。同时，也可应用于地震勘探和地球物理科学考察等方面。	中国海洋石油集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
42	基于相关辨识方法的煤层气有利区块探测新型仪器	煤层气勘探开采。	<p>一是根据煤层气电法勘探所需要的电性参数，研究从频率响应和冲激响应得到地球物理参数的方法。二是基于伪随机序列和相关辨识方法研制了发射机和接收机。发射机发送大功率的伪随机序列，其中伪随机序列的功率、周期和长度等参数可以根据实际需要进行调节；接收机主要完成数据采集和实时存储处理的任任务。三是根据获得的数据判断仪器的可靠性和稳定性，进而对仪器进行调整和优化，最终形成可靠的数据处理流程并研制出成熟的发射、接收仪器。</p>	<p>1. 野外工作时发射机和接收机分开独立工作，采用高精度GPS结合恒温晶振（OCXO）实现了收发同步，同步精度优于±50ns。数据采集记录前通过手机端或PC端实时预览各通道电压波形，波形正常后再记录至TF卡。</p> <p>2. 大功率发射机波形发生的关键部件是全控H桥，通过两方面措施来保证H桥的安全：一是在H桥的驱动电路中加入适当的死区时间；二是在H桥的供电输入端加入快速过流保护电路，发生过流事件时，过流保护电路通过FPGA器件立即关断全部MOSFET的输出，实现H桥的快速保护。</p> <p>3. 自主研发的电法发射机、多通道电磁接收机。</p>	<p>该仪器可以有效去除随机噪声，具有抗干扰、效率高、获得的信息量丰富等优点，能够提高勘探精度，圈定煤层气有利区块。同时，在煤层气井压裂监测领域进行实地采集分析，为增产提供有利保障。</p>	山西省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
43	高含硫深井固井关键技术	国内外含硫及高含硫、常规油气田。	针对高含硫深井固井技术难点，全面优化固井施工动态模拟软件及施工参数，创新固井工艺，制定相关标准和设计准则，建立固井水泥浆抗污染单因素评价方法，探索水泥浆接触污染机理，形成高效抗污染隔离液技术，研发适合不同工况的300°C以上抗高温硅酸盐水泥浆体系、赤泥-矿渣-废弃钻井液特种水泥浆体系和高强韧性水泥浆体系，细化水泥环抗腐蚀和密封完整性评价，系统集成高含硫深井固井关键技术，保证高含硫深井固井施工安全和长效密封完整性，助力安全、高效、绿色开发。	1. 固井工程力学优化设计技术； 2. 固井工艺技术； 3. 高效抗污染隔离液技术； 4. 高强韧性水泥浆技术； 5. 固井水泥环抗腐蚀性能评价技术。	该技术能够有效减少施工事故发生，降低施工成本，对提高固井质量，保证固井安全，实现含硫深井超深井长期性安全、效益、绿色开发，具有重要意义，具有广阔应用前景。	中关村绿色矿山产业联盟
44	窄陡型向斜水平井地质导向技术	多期构造运动叠加改造的窄陡型向斜以及其他高陡构造地区的水平井钻探。	该技术通过对窄陡型向斜水平井地质导向难点的分析总结，以地震资料为基础，建立精准的速度、构造、倾角、厚度等基础地质模型，对已钻井的地层特征进行正演，提取自然伽马等地球物理测井曲线，应用提取的随钻曲线，对新钻井的随钻曲线，结合基础地质模型进行反演，根据实钻情况不断更新迭代基础地质模型，同时结合地层岩性变化特征，进行元素成像，准确识别地层位置，提高水平井目标层钻遇率，充分挖掘页岩气等油气资源。	三维地震解释、正演、反演、元素成像技术。	该技术涵盖了地震、地球物理、构造、地质等专业，在实现软件集成、智能化基础上，可广泛应用于川渝以及黔北地区的页岩气勘探开发。同时，也可应用于致密油气、页岩油气和煤层气等资源的勘查开发。	贵州省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
45	非常规油气 定测导一体 化技术	煤层气、致密气等陆地非常规油气资源开发。	通过精确井眼轨迹设计与控制工艺、随钻测井技术以及实时数据传输技术，在非常规油气资源开发前优选轨迹，在井眼轨道控制过程中，利用卫星数据传输系统将获得的随钻实时地层参数传输至资源开发相关部门，指导作业现场，保持实际井眼轨迹在资源储集层中，实现非常规油气资源的高效开发。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 近钻头测量技术； 2. 随钻方位伽马测井技术； 3. 地质导向技术； 4. 小尺寸井眼旋转导向技术。 	该技术可有效提高非常规油气资源的钻遇率，提升开发效果，对非常规油气资源的有效动用具有重要意义，可以在中海油、中石油、中石化的非常规油气开发中推广应用，前景广阔。	中国海洋石油集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
46	一种页岩含气量测试技术及配套设备	含气页岩。	<p>一是现场解吸。采用全自动现场解吸装备，实时记录解吸气随时间的变化情况，获得解吸气量及通过USBM直线法计算损失气量；二是等温吸附（重量法）。使用悬浮天平测量不同温压条件下样品及其吸附量的重量，采用三元langmuir模型将过剩吸附量校准为绝对吸附量，推算得到兰氏体积和兰氏压力两项参数；三是核磁共振。通过建立弛豫时间T2、信号强度与甲烷状态、含量等参数的关系，反演计算得到甲烷吸附气游离气比例等参数；四是氦气法孔隙度。采用波义耳定律单室法测定孔隙体积，双室法测定颗粒体积，计算得到样品的孔隙度值；五是渗透率。系统内形成一维非稳定渗流，压力脉冲穿过岩样进入下游箱，上游箱压力逐渐降低，下游箱压力逐渐升高，直至达到新平衡。计算得到被测样品的渗透率；六是含气量类比法。在已知标准区含气量的基础上进行类比计算。</p>	<p>1. 关键技术：损失气恢复技术；核磁共振模拟甲烷吸/游比技术；等温吸附三元langmuir模型数据处理技术。</p> <p>2. 关键装备：页岩气/煤层气移动实验室；页岩气全自动现场解吸仪；自动恒温罐；新型降噪球磨机；核磁共振温压联用仪；氦气法孔隙度测定仪；脉冲法渗透率测定仪；高温高压等温吸附仪（重量法）。</p>	<p>该套系统通过自动计量，有效避免手动法人工读数产生的误差。通过24小时温度、压力监控，实现了对气体体积的高精度校准。与传统的手动法比较，所测结果使得解吸气量增加6%~30%，损失气量增加5%~25%，能够有效增大页岩气可采资源量覆盖面积，为页岩气资源评价和储量核算提供重要技术支撑。同时，也为煤层气、致密气的含气量测定提供借鉴。</p>	四川省自然资源厅
二、高效开采技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
47	缆控式智能分层注水技术	油田分层注水。	该技术将流量压力监测、控制、通信等模块集成于井下智能配水器中，以电缆作为井下智能配水器供电及通信的载体，通过地面控制箱向井下智能配水器发送控制指令、接收回传数据，实现油田注水井井下分层数据的连续监测及实时调控。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 井下数据采集及实时调控技术； 2. 井下长距离载波通信技术； 3. 地面无线远传控制技术。 	该技术实现了注水井分层参数连续监测及调控，可大幅提高测试效率，使注水合格率长期保持较高水平，并为精准挖潜提供连续监测数据。随着油田“数字化转型，智能化发展”不断深入，该技术将逐步替代传统分注技术，为精准挖潜、生产集中控制、人员结构优化等方面提供有力的技术支撑，具有良好的社会效益和应用前景。	中国石油天然气集团有限公司
48	页岩气水平井多簇高效压裂技术	页岩气、页岩油、致密气等非常规油气水平井压裂。	通过优化簇间距、连续加砂、暂堵转向、石英砂替代陶粒等技术，确保压裂形成复杂缝网，有效缩短基质到裂缝的距离，确保足够的导流能力，从而提高单井产量和采出程度。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 关键技术：页岩压裂模拟技术；密切割多尺度裂缝网络导流能力优化建模技术；压裂参数协同优化技术；石英砂替代陶粒技术；高效多簇射孔与桥塞泵送联作技术；可重复利用压裂液技术；滑溜水高强度连续加砂技术；多粒径复合暂堵转向技术。 2. 关键装备：高效连油多簇射孔工具；模块化等孔径分簇射孔器；插拔式井口装置；可视化泵送系统；高压远程投球装置。 	通过该技术实施，形成“水平井打井+大井从式井+体积压裂”模式，打开致密气高效开发新局面，通过3年时间建成30亿立方米年生产能力，5年累计产量突破100亿立方米，可推广应用至页岩油、致密油、致密气、煤层气等非常规油气资源开发领域。	中国石油天然气集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
49	高钙镁油藏增粘聚合物驱油技术	油藏温度小于95℃，地层水矿化度低于5万mg/l（钙镁离子含量低于3000mg/l）；地层原油粘度小于2000mPa.s。	通过引入抗钙镁聚合物增粘剂，利用含有纳米材料的增粘剂降低钙镁离子活性，抑制钙镁离子对聚合物溶液粘度的不利影响，提高聚合物驱油体系的粘度和长期热稳定性。	1. 抗钙镁聚合物增粘剂； 2. 增粘聚合物驱油体系； 3. 矿场实施方案。	该技术可在我国东部胜利、大港、中原、华北、江汉等老油田推广应用，覆盖地质储量4亿吨，预计增加可采储量3000万吨，为东部老油田增储稳产发挥重要作用。	中国石油化工集团有限公司
50	稠油降黏开采技术	稠油油藏，特别是针对多轮次吞吐后期、强边底水、薄互层、敏感性等蒸汽吞吐无法实现效益开发的稠油油藏。	在稠油油藏注采井中注入降黏剂，降黏储层中稠油的黏度，提高稠油流动性，使其在井底压差下能够流到采油井，并开采到地面。	1. 稠油致黏机理与降黏剂设计； 2. 高效降黏剂吞吐技术； 3. 井组引效驱油和井筒举升工艺技术； 4. 水力脉冲协同降黏解堵技术。	该技术可有效解决稠油高耗能低效益开发问题，接替稠油蒸汽热采开发，大幅度提高稠油采收率，推动稠油油田高效开发。蒸汽热采转向降黏冷采后，可降本50%以上，同时减少CO ₂ 的排放量。因此，本技术将会产生巨大的经济效益，具有广阔的推广应用前景。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
51	地质工程一体化压裂优化与智能分析平台	致密油气、非常规油气等各类油气藏压裂。	通过攻关地质工程综合甜点评价技术、非均质储层裂缝扩展模拟技术、压后裂缝诊断技术、产能预测、生产动态拟合及动用程度评价等技术，建成集地质建模、天然裂缝建模、地质力学建模、可压性评价、压裂裂缝模拟、油藏数值模拟产能评价、基础数据管理和智能分析与一体的压裂优化平台，创新形成了适合于不同类型储层的地质工程一体化压裂关键技术，根据综合储层描述、裂缝建模、力学参数预测等结果，开展差异化压裂方案设计，理念由单井、单段的压裂提高采收率，向提高井、平台、区块整体采收率发展，同时结合工程参数及后期生产动态数据综合评价，提高储层再认识程度及工程工艺的适应性，建立以压裂实现非常规储层效益开发为目标的“逆向设计、正向实施”的一体化压裂设计模式及设计流程。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 优质储层裂缝、地应力测井识别与定量评价技术； 2. 三维“甜点”识别与多尺度裂缝地球物理预测技术； 3. 高精度三维地质构造与属性建模技术； 4. 基于测井的综合“甜点”高精度评价技术； 5. 三维非均匀裂缝扩展模型及数值模拟技术； 6. 压后效果综合评价及动用程度评价技术； 7. 地质工程一体化压裂优化设计平台； 8. 多功能压裂液体系。 	十三五期间，中石化页岩和致密油气新增探明储量与常规油气相当，是“稳油增气”的主力军。由于致密非常规储层类型多样、局部构造应力场复杂、裂缝空间分布非均质，压裂求产已常态化，传统接力式压裂有效率低，地质工程一体化压裂提高单井产能势在必行。该技术在解决复杂低品位油气藏经济有效开发领域具有广阔的应用前景。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
52	海相页岩气水平井产能评价技术	油气资源采收及综合利用。	在广泛调研基础上，采用实验与理论相结合的方法，系统开展南方海相富有机质页岩多重非均质性研究，分析高温高压条件下的吸附/解吸特征及规律，明确页岩气多尺度介质流动机理，研究页岩气分段压裂水平井试井解释方法，进行页岩气分段压裂水平井产能评价及预测。根据页岩气井产气产水规律，建立气井全生命周期页岩气井分类产能评价方法，形成一套适合中国南方海相页岩气分段压裂水平井开发的产能评价技术方法。	1. 海相页岩气试井解释技术； 2. 海相页岩气井数值模拟技术； 3. 海相页岩气多段压裂水平井产能评价技术。	该技术在涪陵页岩气田、威荣页岩气田及威远页岩气田进行了应用，有效支撑了涪陵气田累计建产能100亿方，累产气达416亿方，有效指导了四川盆地及周缘江东、平桥及威荣等六个区块页岩气开发，为我国页岩气开发提供了借鉴和示范，可在全国类似的页岩气开发中推广应用。	中国石油化工集团有限公司
53	超深高含硫气田长周期安全稳产技术	高含硫气田安全高效开采工程。	通过建立针对性内幕刻画方法和水线均衡推进控制方法，揭示高含硫气田硫沉积分布规律，攻关隐患治理、安全管控、环保减排和高端抗硫大型装备与仪器的设计、加工、制造技术等关键技术，研发配套增产对策及工艺，实现低品位储层分类有效动用及气田控水治硫，延缓递减，保障气田安全平稳运行、绿色低碳发展。	1. 超深高含硫气藏低品位储层有效动用技术； 2. 超深高含硫气藏控水治硫稳气技术； 3. 高含硫气田开发全流程安全环保技术； 4. 高端抗硫关键装备及仪器。	该技术可推广应用于国内外其他类似含硫气田的开发，为我国高含硫油气资源的高效勘探开发提供坚实的技术支撑，应用前景广阔。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
54	枯竭砂岩气藏改建储气库注采工艺技术	枯竭砂岩气藏综合利用。	<p>针对储库安全运行要求、管柱完整性及耐压等要求，设计长效安全注采管柱，保证储气库的安全运行。针对储气库运行调配缺乏整体性、系统性模拟等问题，建立储气库注采系统模拟与优化运行，指导储气库的单井合理配产和气库的整体运行调配。枯竭砂岩气藏长期生产后严重亏空，针对施工中堵剂易漏失，射孔井段跨度大的难题，创新形成了负压多裂缝巨厚层长井段井筒封堵技术，解决封堵后的储层、管外、井筒的高强度长期密封难度大的问题。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 超低压井注采投产储层保护技术； 2. 长效安全注采管柱； 3. 储气库注采系统模拟与优化运行； 4. 长井段井筒封堵技术。 	<p>该技术充分利用原有油田资源，带动相关产业和技术发展，降低输气干线投资和输气成本。建设的储气库具有季节调峰、事故应急以及国家能源战略储备等重要功能，成为构建国内多层次储气体系的关键基础设施；有效缓解冬季天然气供需矛盾，保障天然气安全稳定。在枯竭气藏改建储气库建设中具有较好的推广前景和经济、社会、环境效益。</p>	中国石化集团公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
55	超深层海相碳酸盐岩气藏差异化定点酸压关键技术	超深低品位非均质碳酸盐岩油气藏开发。	构建了超深海相碳酸盐岩可压性定量评价方法，开展了超深海相碳酸盐岩系列降破配套工艺研究，形成了基于可压性评价的差异化降破工艺技术。建立了非均质碳酸盐岩定点分段优化设计方法，开展了多级油管滑套定点分流技术研究，形成了长井段碳酸盐岩定点分流酸压工艺。建立了纵向分层酸压优化设计方法，研发了超深含硫气井双封隔器测试管柱，形成了超深层非均质碳酸盐岩超高压分层酸压技术。最终集成可压性定量评价、差异化降破、长井段定点分流改造、纵向大规模分层改造，形成了超深层海相碳酸盐岩气藏的差异化定点酸压技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 超深低品位碳酸盐岩差异化降破工艺技术； 2. 超深层非均质碳酸盐岩超高压分层酸压技术； 3. 超深水平井长井段定点分流酸压技术。 	我国海相碳酸盐岩气藏勘探潜力巨大，其中6000m以深的超深层占主体。该技术将为该类资源勘探评价和开发动用提供有效技术支撑。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
56	高强可控溶解材料及耐酸材料矿场应用	致密砂岩油气、页岩气，碳酸盐岩油气等国内外大部分油气田。	<p>一是金属基可溶材料研制基本原理：进行高强度配方设计，开展合金元素配比优化实验，优选出钇和钆两种稀土元素，控制加入比例，提高材料的强度及高温力学性能。进行可控溶解配方设计，选用Ag、Cu、Fe、Zn、Mo和In等金属元素掺杂于主体材料之间，使得镁合金内部驱动力不同实现可控溶解。采用预制中间合金技术降低熔炼温度，解决了棒料挤出易开裂、良品率低的问题。二是聚合物基可溶材料研制基本原理：根据产品强度与模量要求，加注β-(3, 4-环氧环己基)乙基三甲氧基硅烷改性玻璃纤维，研究保温制度，确定挤出工艺参数，使得产品抗拉强度相比改性前提高45%。研制出适用于65°C-140°C均可降解的聚合物棒料。最后再采用甲基肟硅烷和烷氧基硅烷表面改性，使得该材料在130°C、20%盐酸中耐酸时间提高2.5倍。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高强可溶合金材料的成型加工技术； 2. 高强可溶聚合物材料的成型加工技术； 3. 耐酸可溶材料的表面处理技术； 4. 石油行业用可溶产品的研制及功能拓展。 	<p>该技术的研制及示范性应用，对其它新型井下工具的研制具有很好的启发作用。特别是研制的耐酸可溶材料的耐温能力填补了国外高温140°C-180°C的缺口。耐酸可溶材料在残酸中、泥浆中或者高矿化度盐水中均具有溶解可控的特点，在所有先导试验中通过通井检测或者提出井下工具后观察溶解情况，均显示无遇阻或者溶解后无残渣。采用该材料研制的相关石油井下工具及可生物降解暂堵剂有效降低了施工井复杂情况发生概率，减少了潜在修井作业费用，减少了环境污染，推广应用前景广阔。</p>	中国石油化工集团有限公司
三、综合利用技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
57	油泥砂生态船治理关键技术	油田、炼化企业堆存及新产生的大量油泥砂废弃物。	向含油污泥中加入一定比例的水和化学药剂（如表面活性剂和碱等），表面活性剂分子集聚形成胶束，把油脂类污染物吸附到胶束内部。在加热搅拌下，使化学药剂与油分发生卷起、乳化、溶解、增溶作用，改变含油污泥中油/液和油/泥相界面的性质，进而在流体作用下使油分从泥沙表面洗脱剥离，再通过沉降、离心、旋流等工艺进行油/水/泥三相分离，达到对油泥砂中油的回收处理。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 油泥砂表面油污高效剥离； 2. 油泥沙内部残油降解； 3. 油水砂三相分离； 4. 油泥沙生态船装备。 	该技术所使用的全湿法协同微生物的生态治理方案，将碳排放量减少50%以上，是回收污油、综合利用污泥，实现无害化和资源化的有效途径。	中国化学工程集团有限公司
58	高含硫化氢原油净化提质技术	含硫化氢油藏原油的硫化氢脱除及原油提质。	根据气液平衡原理，降低原油中轻组分的分压，从而实现原油轻重组分的分离；根据相似相溶原理，向原油中通入天然气，硫化氢气体更容易溶于天然气中，从而实现从原油中脱除。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 负压气提法脱除硫化氢技术； 2. 原油稳定技术。 	该技术可降低硫化氢逸散及腐蚀风险，确保原油输送、处理、储运全过程安全运行，实现高含硫化氢超稠油藏的开发动用。技术已成功在西北油田分公司7座大中型站场推广应用，还可推广应用到国内外含硫化氢原油区块。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
59	埋地油气管道非开挖原位更新应用技术	地表植被丰富、建筑物密集、生态环境敏感、开挖建设困难的埋地非金属管道或铸铁管、陶土管等脆性管材的非开挖换管应用。	以待更换的旧管道为通道，通过胀管头的径向力挤压破碎旧管道，旧管道碎屑被外挤压到周围的土壤中，形成空腔通道，同时拉入一条新管道的换管技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 埋地管道非开挖原位更新力胀管头学分析计算方法，为一次施工长度和设备拉力工艺参数计算提供了理论支撑。 2. 复合型胀管头和防滑脱钻杆，解决了胀管器与管线接头发生断裂，以及夹持器与钻杆拉拔过程滑脱问题。 3. 高轴向拉伸强度柔性复合输送管，避免了柔性复合输送管在非开挖原位更新施工过程中断裂。 	该技术拓展了管道非开挖技术应用领域，适用于油气田 DN50-DN500mm 管道非开挖原位更新，为不破坏地面植被和建筑物，节约开挖施工时间，减少管输损失，降低工程造价提供了一种绿色施工技术，在塔河油田具有广阔的推广应用前景，同时为国内外同类失效非金属管道更新建设提供了经验借鉴与支撑。	中国石油化工集团有限公司
60	被污原油超声-高频电处理利用技术	油田作业被污染原油的脱水处理。	利用超声波处理技术和高频电处理技术处理强乳化原油，在超声的热作用、空化作用、振动作用下乳状液中的水滴及杂质不断向波腹或波节移动、聚集/碰撞，生成直径较大的液滴，促进被污染原油的快速破乳脱水。利用高频电形成的脉冲电场，将被污染原油中的微小水滴静电极化，在静电引力作用下加速微小水滴的聚集。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高频聚结脱水装置； 2. SV型静态混合器以及加热炉； 3. 缓冲罐； 4. 提升泵。 	该技术采用超声波、高频电处理技术，实现了被污原油的经济处理和资源高效利用。随着国内油田开发的推进，采取措施作业后形成的被污原油处理更加困难，采用该技术能很好的解决各类被污染原油经济处理难题，在国内其它油田都具有很好的应用前景。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
61	涪陵页岩气田“井工厂”技术	国内页岩气田。	在同一地区部署大批平台，每个平台集中部署大批相似井，使用一台或多台钻井（压裂机组），应用标准化的装备或程序，以流水线作业的方式进行钻井、完井、地面工程建设的一种高效低成本作业模式。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 井工厂优化部署技术； 2. 钻井井工厂技术； 3. 试气井工厂技术； 4. 地面工厂井工厂技术。 	该技术可降低完井周期、单井土地使用面积，节约单井水基钻井液，建立完善了“井工厂”开发相关规范标准，为非常规页岩气产业降本增效、加快推动我国非常规页岩气开发提供规范保障，具有广阔推广前景。	中国石油化工集团有限公司
62	全可溶桥塞工业化应用技术	国内页岩气田。	在页岩气水平井多段压裂施工中充当“人工”井底，实现井筒临时隔离，以便于地面设备将高压液体传导至地层，实现页岩储层裂缝的开启和扩展延伸。通过采用特殊的可溶材料，桥塞能够在压裂施工后自动溶解于井筒液体中，减少钻塞施工环节，实现页岩气清洁、低本、高效开发。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高强度可溶材料溶解速率和强度控制技术； 2. 全可溶桥塞结构设计及桥塞性能测试技术； 3. 页岩气全可溶桥塞现场配套施工技术。 	中国页岩气资源量丰富，资源量为 80.4 万亿立方米，储量世界第一。该技术做到从材料到设计，从设计到制造的突破，实现全产业链的自主化，对于支撑国内页岩气高效开发起到重要作用。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
63	页岩气排采关键技术	国内页岩气田开发。	建立页岩气井统一临界携液模型，实现页岩气井“全井筒+全过程”的积液状况诊断和预测；以地层能量供给是否满足排采工艺举升要求为关键，建立采气工艺实施最小流压准则，结合地层生产压力衰减预测，建立工艺效果预测方法，明确不同区域气井不同阶段采气工艺优选对策，实现页岩气井采气工艺的分类优化设计；针对页岩气井特殊的井口、井下管柱结构以及施工工艺，形成页岩气井全周期排采技术系列，为页岩气井排采提供高效手段。	1. 页岩气水平井井筒流动特征判别方法； 2. 页岩气井采气工艺优化设计方法； 3. 页岩气井全周期排采技术系列。	该技术有力支撑了页岩气的稳产与增产，为科学规划页岩气井全生命周期工艺方案和最大限度提高气井采收率提供了新的技术手段，为同类页岩气井的开发提供借鉴作用，推广应用前景广泛。	中国石油化工集团有限公司
64	聚合物配注水关键处理技术	油气田开发及油田环境保护领域。	借助动力学模拟计算及电子顺磁共振波普，研究关键离子的降粘规律，明确降粘因子降粘机制。根据关键因子的降粘机制，充分考虑油田配注用污水含多种金属离子、高含油、高悬浮物、高矿化度特征，优选合成靶向处理剂的主链及所嫁接的官能团，开发出适应于油田配注水的靶向处理剂。根据污水中关键降粘离子的降粘机制，开发联用处理技术，并将靶向处理剂及联用技术有效耦合。	1. 二价铁离子靶向处理剂； 2. 高效环保配注水处理技术。	目前，采出水经处理后进行配注而导致的井口注聚液粘度下降问题已经成为困扰油田发展的一大难题。该技术可确保井口配注液粘度稳定，大幅降低聚合物干粉用量。同时，全程无二次污染物产生，促使污水有效资源化利用，为油田创造良好的经济效益，具有广阔的推广应用前景。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
65	超深层高含硫生物礁底水气藏高效开发及稳产技术	深层和超深层气田、高含硫气田、生物礁气田。	建立超深层生物礁内幕精细刻画及表征、地层水分布及剩余气评价技术部署开发调整井，以提高气藏储量动用率；建立超深高含硫生物礁底水气藏水侵评价及稳气控水技术，实现产水井“三稳定”生产；建立高含硫底水气藏稳产工艺，实现超深高含硫气井井筒环空堵漏及精细解堵等，保障气田安全高效生产。	1. 超深高含硫气藏剩余潜力精细描述与动用技术； 2. 超深高含硫生物礁底水气藏控水技术； 3. 高含硫底水气藏稳产工艺关键技术。	该技术通过储层精细描述及综合评价，为优选滚动开发建产区提供技术支持，对同类气田开发生产具有借鉴意义。	中国石油化工集团有限公司
四、绿色低碳技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
66	高效相变低氮加热炉技术	油气田开发过程中原油、天然气等介质的集输加热。	<p>加热炉由燃烧系统、换热器、燃烧器和电控系统等构成。通过传热技术研究，建立了对水浴沸腾相变传热理论的认识，利用水的相变传热原理，充分利用相变潜热；运行过程中锅壳内水蒸气压力低于外界大气压力，实现真空微负压运行；通过比例调节机构，将燃气和空气按要求的浓度、速度、流量和混合方式送入炉膛，使燃气在炉膛内稳定燃烧。通过中间传热介质水的温度信号控制燃烧器的输出热量，保证锅筒内的水蒸气压力始终低于外界大气压，配合真空阀的超压排放实现本质安全。采用烟气内循环低氮燃烧技术，集成空气分级、燃气分级，烟气引射技术、燃气引射技术与电子比调等配合应用，达到节能降耗减排的目的。</p>	<p>1. 关键技术：水真空相变换热技术；原油与天然气换热器系列技术；基于非稳态燃烧的脉动加热炉技术；基于两回程顺流结构的一体式 and 分体式加热炉结构技术；基于烟气内循环的低氮燃烧器技术；加热炉智能控制与远程集控技术。</p> <p>2. 主要设备：一体式原油加热炉；分体式原油加热炉；烟气冷凝式原油加热炉；一体式天然气加热炉；脉动加热炉；一体式低氮燃烧器；分体式低氮燃烧器。</p>	<p>该装备在国内外20多个油气田得到应用，具有安全环保、节能高效、无腐蚀、寿命长，智能控制等特点。设计热效率在90%以上，配套烟气冷凝换热器，效率可达到95%，实现低NO_x排放，有利于保护环境，具有良好的经济效益和社会效益，在石油行业具有很好的推广应用前景。</p>	中国石油天然气集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
67	易凝高粘原油管道加剂改性输送技术	易凝高粘含蜡原油管道输送。	通过向易凝高粘原油中加入降凝剂，将其加热到其析蜡点以上，然后再急速冷却处理，利用降凝剂分子和原油中蜡分子、沥青质等在重结晶过程中的共晶和吸附等相互作用，重整原油中蜡晶的形态、结构及相互间作用，达到降低原油粘度、凝点，改善原油流动性的目的。	1. 降凝剂降凝降粘作用机理； 2. 纳米颗粒与高分子聚合物协同复配技术； 3. 降凝剂工业化产品质量检测及评价方法。	该技术已在东北管网、西部管网等多处原油输运管线中使用，使原油管道运行总体安全水平提升了50%，直接经济效益超过1亿元。可推广应用于冀东、胜利、中原、渤海、南海等油田易凝高粘原油管道输运，替代热水预热管道流程，节省大量水资源及投产时间。	国家石油天然气管网集团有限公司
68	长输管道加热炉高辐射节能技术	长输原油管道加热炉、锅炉节能。	加热炉中热交换以辐射传热为主，钢铁的辐射率为0.6，增强炉管辐射率可以有效提高炉管内原油的热吸收。加热炉内衬用耐火材料常温下的辐射率一般为0.6-0.8，随着炉温的升高，辐射率大幅度下降，此时反射部分逐渐增多，这部分热量很容易被燃烧产物（CO ₂ 和H ₂ O等）吸收而随烟气排出炉外，造成燃烧效率下降，排烟温度大幅增加。为增加加热炉内壁辐射率，增强内壁对热源传来热量吸收后的辐射传热，减少反射部分，通过改变炉内热辐射的波谱分布，将热源发出的间断式波谱转变成了连续波谱，从而提升炉管内部热吸收能力。	1. 高发射率粉体掺杂和热处理技术； 2. 高辐射、长寿命涂层生产技术。	该技术的应用使长吉线1#炉热效率由83.9%提高到88.6%。按照涂料平均节能率5%计算，5000kW加热炉在使用周期内可累计节约燃料费456万元，单台加热炉经济效益为54.75万元/年。该技术可适用于其他厂矿企业燃油、燃气加热炉，成功推广应用后，可提高设备综合利用率，节能减排效果显著。	国家石油天然气管网集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
69	低成本短流程一体化预分水技术	油气田采出液处理及采出水资源化利用。	集成耦合新型径向对流循环聚结、网格管油水固分离、高效侧向扩散式油水固分离等技术，利用重力沉降、多级分离、分区聚并等多种原理，实现气液分离、分水和采出水处理功能的高度集成，满足油气田采出液就地处理、就地回用需求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新型径向对流循环聚结技术； 2. 网格管油水固分离技术； 3. 高效侧向扩散式油水固分离技术； 4. 一体化预分水技术； 5. 采出水一体化处理技术。 	<p>随着采油含水率的上升，各油田均面临提液增产的开发形势，急需实施就地分水回用。石油行业按10%的采出液量使用该技术，实施就地分水回注，按照单台装置处理规模1000m³/d计算，可以推广1000余台，和传统技术装置相比，可节约占地近2000余亩、节约能耗等成本约14亿元/年，降低污泥产量30%以上，降本增效显著，绿色低碳、环境保护效益巨大。该技术具有拓展至石化、环保等领域生产污水和生活污水处理的潜力。</p>	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
70	高效降阻可回用滑溜水压裂液及规模化应用	页岩油气、致密砂岩、非常规油气等压裂改造。压裂液配制、返排液回收处理及循环利用。	通过分子结构设计研发，创新水相分散聚合、反相乳液聚合合成方法，通过水溶液聚合获得聚丙烯酰胺系共聚物。以自主合成降阻剂为主剂，构建形成具有高效降阻、防膨、杀菌、快速返排、绿色环保等性能的一体化滑溜水体系；建立了降阻剂和滑溜水体系的评价方法。设计了压裂返排液不同组合净化工艺流程，开发形成了便捷高效的短流程、快速组装“自然沉降-复合混凝沉降-连续固液分离-精细过滤”压裂返排液处理回用工艺。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水相分散聚合、反相乳液聚合合成技术； 2. 干粉型降阻剂聚合反应技术； 3. 反相乳液聚合制备技术； 4. 实时变黏、在线混配、环保型多功能滑溜水压裂液技术； 5. 管路内径、长度可调节密闭降阻率测试实验装置； 6. 不同剪切速率下降阻剂和滑溜水压裂液降阻性能评价方法； 7. 短流程、快速组装“自然沉降-复合混凝沉降-连续固液分离+精细过滤”压裂返排液再利用技术。 	该技术有效解决了大型压裂环保技术难题，实现了环保处理与经济社会效益有机结合，推动了页岩油气安全、绿色高效开发，为助力实现“双碳”目标作出积极贡献。技术创新成果对“非常规大发展”有着非常重要的意义，具有广阔推广应用前景。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
71	深层页岩气多级组合裂缝压裂技术	埋深超过3500米的深层页岩气藏勘探和开发。	将深层页岩压裂后形成的复杂裂缝分为主缝、支缝、微缝多种尺度，集成应用“适度密切割、双暂堵、多级组合裂缝强加砂、变黏度/变排量优化组合、多级交替注入”等主要手段，最大限度，提高多级组合裂缝的造缝效率和支撑程度，解决深层页岩支裂缝、微裂缝体积占比低以及支撑剂进入少的问题，实现深层页岩压裂裂缝复杂度和长期导流能力的大幅提升，进而提高单井产能和延缓产量递减。	1. 多级组合裂缝综合改造指数评价技术； 2. 多级组合裂缝优化控制及提高导流能力技术； 3. 滑溜水胶液一体化变黏压裂液体系； 4. 高开启压力趾端滑套及耐高温高压差可溶桥塞分段工具。	据资源评价，四川盆地>3500m的深层页岩气，占全国总资源量75%以上。该技术对于我国深层页岩气勘探开发具有示范引领意义，对中石化其它深层页岩气区块如威荣、丁山、东溪等地区的勘探开发具有重要的借鉴和指导意义，将为保障国家能源安全发挥积极作用，具有广阔的推广应用前景。	中国石油化工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
72	稠油绿色开发地面关键技术及集成应用	稠油油田的集输及处理、污水余热梯级利用和资源化回用，以及含硫稠油的脱硫化氢处理。	<p>一是稠油地面集输及处理一体化工艺技术。基于系统温度平衡计算，蒸汽与含水原油混掺热能传递过程振动、汽水共沸等问题解析，发明了蒸汽原油混掺装置，优化用能结构及稠油处理工艺，实现地上掺蒸汽集油与地下注汽开发的一体化。</p> <p>二是污水余热梯级利用和资源化回用方法。基于注蒸汽高压闪蒸剩余底水加热低品位锅炉给水研究，形成采出水余热梯级利用和资源化回用方法。三是“协同法”烟气治理技术。利用气相ClO₂对NO高选择性及强氧化性的特点，开展了烟气脱硫、脱硝协同治理，达到烟气排放颗粒物、SO₂、NO_x的超低排放要求。</p> <p>四是稠油脱硫化氢技术。开展了稠油气提脱硫塔结构优化及设备研制，高硫容药剂、高效吸收再生反应器等研究，形成了稠油脱硫化氢技术。</p>	<p>1. 稠油地面集输及处理一体化工艺技术；</p> <p>2. 高低温废水热能梯级利用和资源化技术；</p> <p>3. 吸收氧化循环技术、过滤高效水洗技术和多级选择吸收技术。</p>	<p>该技术涉及油气集输及储运、水处理及注水、热力工程等多学科合作，形成了稠油低成本绿色高效开发技术，实现了节约资源能源、合理处置废水、废气超低排放、防控环境风险、保护原生性生态的绿色油田建设。成果在国内推广应用到胜利东部、新疆等油田，国外推广到加拿大、哈萨克、委内瑞拉等国家，有效推动了行业内的科技进步，经济和社会效益显著，推广应用前景广阔。</p>	中国石油化工集团有限公司
五、数字化智能化技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
73	低成本油气生产物联网技术	油气田油气生产。	<p>对油田生产过程与环节进行实时数据采集并传输到控制中心，通过分析处理，实现对生产环节的实时显示、控制。一是应用信号检测等技术研制停井报警仪、油井测控仪、井场电子眼、综合控制柜等新型油气生产物联网产品，实现对油气水井元、计量间、油气站场的采集控制。二是开发分布式集中监控分散采集的系统架构，解决系统稳定性问题。三是综合应用光网络传输、4G+VPDN、物联网卡等网络通信技术，解决野外现场数据传输问题。四是应用大数据、云计算、人工智能技术开发油气生产物联网智能化管控平台，实现工况智能诊断、系统运行智能预警、能耗管理系统优化、生产运行集中管控。五是开发生产运行数字化转型新模式，重构生产运行、系统运维新模式。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 信号检测采集技术； 2. 仪表自动化技术； 3. 基于物联网卡的4G+VPDN传输技术； 4. 海量设备并发接入技术； 5. 大数据技术； 6. 人工智能技术； 7. 云平台云计算技术。 	<p>该技术能够明显提高采油时率，大幅降低抽油机电耗，有效提升油水井资料录取，确保开发管理水平稳定，为提高了油田生产运行管理水平和生产效率奠定基础，为我国中东部老油田物联网建设提供了可复制、可推广的低成本解决方案。</p>	中国石油天然气集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
74	输油管道泄漏监测技术	原油、成品油管道的突发泄漏的快速识别与定位。	利用负压波、流量平衡法等原理，在管道上安装压力变送器、流量计等实时监测管道的突发性泄漏引起的压力和流量变化进行泄漏的判断和定位。当管道发生泄漏时，管内流体从泄漏点迅速流出，泄漏点的压力突然下降，形成沿管道内介质上、下游传播的负压波，伴随着泄漏点上游流量增大和下游流量减小。在管道站场和阀室安装压力变送器、流量计获取管道泄漏引起的压力、流量变化，对压力、流量信号进行独立或联合分析，判断管道是否发生泄漏，根据负压波到达上下游监测点的时间差以及压力波在管道中的传播速度，确定泄漏点位置。	1. 关键技术：负压波法泄漏监测技术；负压波结合流量平衡法泄漏监测技术；管道泄漏点高精度定位技术。 2. 关键设备：泄漏监测子站系统；泄漏监测中心站系统。	截至2020年底，我国已有原油管道3.05万公里，成品油管道2.91万公里。该技术在提升输油管道的安全防护水平，降低管道泄漏带来的潜在经济损失、污染治理费用，以及预防环境污染、爆炸、人员伤亡等次生灾害风险方面有积极作用，在未来新系统建设和老旧系统升级改造方面具有较大的应用前景。	国家石油天然气集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
75	一体化智能随钻决策(IWD)技术	石油、天然气、矿山等能源行业。	<p>一是地震反演构造地质体导向原理。通过建立二维时间域的地质导向模型，研究随钻测井曲线、地震剖面 and 地质导向模型区分储层与非储层的相关性，结合高分辨率的地震数据，把控地震剖面分析目的层构造趋势与区域倾角，为地质导向决策提供依据。</p> <p>二是模拟-对比-模型更新原理。基于建立的地层模型和井眼轨迹在模型中的模拟曲线响应，通过与实钻数据的对比模拟更新模型以使二者匹配，更新后的模型被认为是地下实际构造的表征，依据此模型进行导向决策。</p> <p>三是方向性测量导向原理。利用方向性测井数据识别井眼轨迹是否接近储层边界，判断井眼轨迹是否接近上边界、下边界或横向物性变化，从而更准确的对导向进行决策。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 综合多学科一体化研究技术； 2. 地震导向和地质导向同步技术； 3. 井场实时数据解析接入技术； 4. 深度域和时间域同步地层对比技术； 5. 真垂厚和视垂厚的地层对比技术； 6. 高精度井轨迹参数计算技术； 7. 钻井工程防碰和轨迹防偏预警技术。 	<p>该技术为中海石油（中国）有限公司多个油田200余口井提供了随钻地质分析服务和水平井导向服务，每口井可缩短钻井周期2-3天、节约作业费成本20-30万元。同时，打破了国外服务商对国内的技术垄断，维护了国家能源信息安全，推动了我国油气田勘探开发领域的技术进步，经济效益都十分显著，具有广阔的推广前景。</p>	湖北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
76	游梁抽油机工况监测与智能诊断关键技术及规模化应用	油气生产领域游梁抽油机。	通过安装在抽油机游梁上的功图检测装置进行实时、连续的测量功图，并将功图数据通过网络上传到服务器，由在线智能诊断系统根据泵功图计算油井产液量，同时采用神经网络计算技术，对油井的工况状况进行准确有效的分析判断。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 游梁抽油机井工况非承载式功图测量理论； 2. 游梁抽油机井物联网工况监控技术； 3. 基于“云计算平台”的功图智能诊断专家系统。 	该技术可以应用在机械采油、油田生产信息化、智能化监控等技术领域，实现抽油机井监控管理的自动化和智能化，完成由实时监测诊断阶段到智能自动控制阶段的跨越，真正实现数字油田向智慧油田建设的转变，是该领域技术上的一次极大进步，在未来具有广阔的推广应用前景。	中国石油化工集团有限公司
煤炭类						
一、高效开采技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
77	推覆体下煤层煤开采高承压灰岩水害地面区域防控关键技术	含有高承压灰岩水的高瓦斯突出矿井。	一是通过地面施工长距离定向钻孔，观测施工过程中 γ 测井值、随钻测量系统数据、钻孔漏失液变化、岩屑动态等情况，判断煤层底板是否发育有导水构造。二是根据探查情况采取超前区域注浆封堵方式，封堵垂向导水通道。三是根据建立的“钻孔平面距离、目标层钻遇率、正常地层、异常区段、单孔注浆结束、注浆验证”等指标评价治理效果，达到保障矿井防治水安全目的。	1. 长距离定向钻井技术； 2. 高压注浆封堵技术。	通过地面施工长距离定向钻孔，全面探查隐伏陷落柱、断层等垂向导（含）水通道，从根部隔断深部高压灰岩水，达到保障矿井防治水安全的目的，具有较好的推广应用价值。	中国中煤能源集团有限公司
78	煤矿深埋煤层底板注浆保水关键技术	煤层埋深大，煤层底板高承压富水含水层的超前区域治理。	通过沿太原组薄灰岩顺层开展定向钻进，注浆改造底板高承压薄灰岩含水层，有效封堵导水构造和隐伏导水通道，增大底板隔水层厚度，阻止和减少太原组灰岩水、奥灰水进入矿井采动空间，同时保护地下水资源的含水结构不受破坏。	1. 定向水平钻井在煤矿底板薄层灰岩顺层钻进精确控制技术； 2. 无芯钻进岩屑地质录井改进技术； 3. 注浆动态压力控制与扩散半径、注浆材料选取与配比技术。	该技术适用于煤矿底板高承压水、强富水含水层的区域超前治理，可拓展应用于煤矿帷幕截流区域超前治理和奥灰承压水区域超前治理，应用前景广阔。	安徽省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
79	煤矿区水害致灾隐患高效探测与治理技术	大部分水害威胁煤矿。	<p>通过电法、三维地震等物探手段预测突水威胁区，利用非顶驱钻机水平钻井技术、复合钻进技术、裂隙发育区和破损带水平井眼轨迹控制和成孔等技术，在煤层顶、底板含水地层进行水平钻进，对异常区进行多方位控制和充分揭露，探测溶洞、断层、导水裂隙带等异常含水层，并采用充填浆液控制技术对异常区进行注浆加固改造。加固完成后进行水平取心和高压试验，通过试验研究验证注浆堵漏煤层顶、底板加固效果，从而实现有效加固顶、底板、隔离奥灰水等直接充水含水层的的目的，提高煤层顶、底板的抗压能力和隔水性，提升煤矿企业的安全生产水平，提高煤炭资源的开采回采率，保护地下水资源不受损害，自然生产环境不受破坏。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 致灾隐患区预测技术技术； 2. 非顶驱钻机多分支水平井钻井技术； 3. 灰岩、砂岩中分支水平井钻探技术； 4. 煤层顶、底板区域治理的判层技术； 5. 含水层构造充填浆液控制技术； 6. 注浆钻孔水平取芯验证评价。 	<p>该技术在九龙矿的实施，降低了煤矿开采水灾威胁、提高了煤矿安全生产，解放了受地下水灾害威胁的煤炭资源650万吨，取得了很好的经济效益。该技术目前已在冀中能源下属辛安矿等多矿实施。未来可在山西、河南、河北等地推广应用。</p>	中国煤炭地质总局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
80	覆岩离层注浆防治采煤沉陷技术	煤炭开采引发的地表沉降塌陷、矿区水资源破坏和煤基固废堆积等方面。	<p>从地表采用压力泵将煤矸石、粉煤灰、水泥或者混合物的浆液通过钻孔注入到关键层下离层内，形成压实固结体，从而对关键层起到有效支撑作用，形成“离层区充填体（压实区）+煤柱+关键层”的承载体，抑制地表的下沉量、下沉速度和范围。注浆后，会形成三方面效应：一是高压浆体对离层上部岩层起到顶托作用，有效的阻止其上部岩层的下沉。二是承压浆液沿离层扩散，离层缝边缘将被撑开而扩大离层空间；三是承压浆液对离层下部岩层施加压应力，使下部煤层采空产生的冒落带和裂隙带被压实。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 离层发育精准判别、快速预报、动态监测技术； 2. 制浆系统设备； 3. 供电系统及控制系统； 4. 注浆管路。 	<p>该技术可提高“三下”煤炭资源回采率，处置煤矸石等煤基大宗固体废弃物，减少矿井水排放，延长矿井服务年限，创造可观的经济效益；在顶板水防治方面，可有效保障矿井生产安全，维系矿区水资源稳定；在老空区增载加固方面，可有效释放城镇周边老空区建设用地，对地表建（构）筑物进行加固保护，具有一定的推广应用前景。</p>	<p>中国煤炭地质总局、中关村绿色矿山产业联盟</p>

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
81	覆岩隔离注浆充填不迁村采煤技术	建（构）筑物、铁路下压煤开采，井工开采地表减沉控沉及灾害防治，煤基固废处理。	通过设计合理的开采参数，充分利用上覆岩层结构的自承载能力，通过地面钻孔对采动覆岩高压注浆充填在工作面中部形成一定宽度的压实支撑区，利用压实区与隔离煤柱联合控制覆岩关键层结构的稳定性，从而减小地表下沉、实现不迁村采煤，可减小充填用量、降低充填对采煤干扰、提高充填采煤效率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基于关键层控制的开采尺寸设计方法； 2. 双钻孔布置技术； 3. 注采匹配控制技术。 	我国东部煤矿区建（构）筑物尤其是村庄压煤问题十分严重，以淮北矿业集团为例，区内压煤村庄400余个，压覆资源量约23.7亿吨t，部分矿井压煤资源量占比高达80%。该技术能够在我国压煤矿区得到广泛应用。仅淮北矿业集团，预期可盘活资源量5000多万t，增加产值200多亿元、税费10多亿元。	安徽省自然资源厅
82	超长煤柱工作面过空巷群围岩破坏特征及控制技术	煤炭资源开采、矿区遗留煤柱资源回采及工作面过空巷巷道围岩支护。	通过构建超长煤柱工作面基本顶分区破断力学模型，明确超长煤柱工作面顶板分区破断特征及应力场分布演化机理，揭示基本顶在不同约束状态下，不同位置发生破断时的破断临界条件，并给出沿空巷道窄煤柱顶板预裂卸压的最佳煤柱宽度以及顶板预裂高度、角度等参数，从而进行窄煤柱顶板深孔预裂以维护沿空巷道的稳定性，同时针对不同类型空巷分别采用充填加固、注浆加固、木垛加固等围岩控制技术措施，以保障煤层工作面过空巷群的安全性，从而实现采区遗留煤柱资源的高效回收。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 双侧采空超长煤柱工作面沿空护巷窄煤柱顶板预裂卸压护巷技术； 2. 双侧采空超长煤柱工作面过空巷群围岩控制技术； 3. 深孔预裂卸压装置及其护巷设备、巷道注浆设备。 	该技术可延长矿井服务年限，提高煤炭回收率，实现采区保护煤柱工作面的安全开采具有显著地社会效益，安全性高、通用性强，具有较好的推广意义与前景。	河南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
83	煤矿“以孔代巷”瓦斯抽采与综合治理技术	煤层坚固性系数大于0.5、煤体结构为I~III类，具备定向钻孔施工条件、深孔定点密封取芯技术的矿井和地区。	一是煤矿井下使用定向钻机在煤层中实施定向钻孔，进行煤巷条带煤层区域预抽钻孔设计、施工、增透、抽采及区域措施效果检验，形成单一煤层及瓦斯、水双重灾害威胁矿区以定向钻进技术、抽采地质精细分析技术、水力化措施增透高效抽采瓦斯技术、深孔定点密封取样技术为主的“以孔代巷”区域瓦斯治理模式。二是煤矿井下回采工作面使用定向钻机在煤层顶板合理层位施工定向钻孔抽采采空区瓦斯，提高钻孔抽采效果和效率，消除回采工作面上隅角瓦斯聚集问题，形成定向高位长钻孔抽采采空区瓦斯“以孔代巷”技术模式。	1. 定向钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯区域治理技术； 2. 定向钻孔进行工作面回采期间采空区瓦斯治理技术。	开辟了煤矿定向条带区域瓦斯治理、采空区瓦斯治理的新途径，极大的缩短了瓦斯治理工期，矿井实现“抽、掘、采”良性循环，化解了矿井采掘接替困难的局面，同时减少了人员和财物的投入，提升资源经济效益。	河南省自然资源厅、安徽省自然资源厅
84	连续采煤机短壁开采成套技术装备	边角煤、不规则块段和“三下”压煤资源开采。	针对边角煤、不规则块段和“三下”压煤的开采难题，研究了连续采煤机短壁开采工艺，研制了短壁开采成套技术装备，将旺格维利采煤法与长壁式布置相结合，提出旺格维利式全风压短壁采煤工艺，巷道掘进时采用局部通风机进行短距离压入式通风，支巷回采时形成全负压通风系统，通风设施简单有效，顶板实现周期性全部垮落，显著提升难采资源的开采安全性和开采效率。	1. 旺格维利全风压短壁开采技术； 2. 连续采煤机短壁开采成套装备。	该技术可最大限度回收残采煤区、不规则块段，以及“三下”压煤等煤炭资源，取代传统房柱式开采法，显著提高开采安全性和资源回收率。为不完整煤层区域的开发提供了有效解决方案，对提高煤矿生产效率具有重要意义。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
85	煤矿井下定向水力压裂顶板控制技术与装备	井工煤矿坚硬难垮顶板控制和井工煤矿高应力巷道强动压巷顶板控制。	在煤矿井下巷道或开切眼利用专用钻孔钻机，向目标岩层钻进固定直径及设定深度的倾斜钻孔，利用专用切槽钻头，在确定的压裂层位割出定向裂缝，然后将清水作为压裂液注入指定压裂目标割缝岩层，形成相互连通的准破裂面，弱化目标岩层强度或者转移目标岩层应力。对于综采工作面坚硬难垮顶板，实现坚硬难垮顶板分层有序垮落，缩短工作面顶板垮落步距，控制顶板垮落强度。对于高应力强动压巷道，通过控制并改变综采工作面侧向顶板的断裂形式，实现转移由顶板断裂运动产生的高应力，解决采动引起巷道强矿压问题，实现强动压高应力巷道围岩稳定控制。	1. 煤矿井下沉积岩层定向横纵向切槽割缝技术； 2. 煤矿井下沉积岩层定向高压封孔技术； 3. 煤矿井下沉积岩层高压水力压裂技术； 4. 水力压裂效果检测技术。	该技术为井工煤矿处理回采工作面坚硬难垮顶板控制、上下端头悬顶跨度大难垮落控制、宽煤柱沿空掘留巷围岩大变形控制、无煤柱沿空留巷围岩大变形控制、小煤柱沿空掘巷围岩强烈大变形控制、永久性巷道强动压大变形控制等岩层稳定控制问题提供了技术支撑，在国内类似矿井具有很好的推广意义。	中国煤炭科工集团有限公司
86	深部突出煤层超长工作面高效开采技术	深部中厚突出煤层开采。	通过对工作面采用瓦斯定向长钻孔抽采、瓦斯增透抽采、裂隙带瓦斯高位抽放和切顶卸压沿空留巷等技术，延长综采工作面倾向长度至300m以上，提高工作面单产，缓解采掘接替矛盾，降低万吨掘进率、减少搬家倒面次数、提高煤炭资源回收率。	1. 关键技术：工作面瓦斯定向长钻孔抽采技术；瓦斯增透抽采技术；裂隙带瓦斯高位抽放技术；切顶卸压沿空留巷技术。 2. 关键装备：ZY6800-18/38型液压支架；MG500/1130-WD型采煤机；SGZ800/1400型刮板输送机；SZZ800/250型转载机；DX100/60P型单轨吊机车、定向钻机。	随着浅部资源的日趋枯竭，深部开采将成为未来煤炭开采的主体。深部突出煤层开采难度大，安全风险高，该技术能够解决煤矿深部煤层瓦斯涌出异常、掘进速度慢、巷道变形严重、煤炭开采效率低等制约矿井发展的难题，具有较好的经济效益显著，推广潜力巨大。	河南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
87	煤矿巷道抗冲击预应力支护关键技术	煤矿行业冲击地压、深部高应力及强采动等复杂困难巷道。	一是利用动静载锚杆力学性能综合测试系统，测试锚杆复合应力下的动静载力学性能。基于试验成果，确定出合理的抗冲击预应力锚杆支护技术指标与参数。二是开发高冲击韧性、超高强度、低成本预应力锚杆材料以及高预应力施加设备。采用新型热处理工艺，解决锚杆受冲击载荷作用易破断难题。三是新型钻锚注一体化锚杆、锚固与注浆材料及配套施工设备。	1. 锚杆拉伸、弯曲、扭转、剪切及冲击载荷动静载力学性能测试系统； 2. 高冲击韧性、超高强度、低成本预应力锚杆材料、制造工艺及配套预应力施加设备； 3. 新型钻锚注一体化锚杆、注浆材料及施工设备； 4. 抗冲击预应力支护成套技术体系。	该技术可降低巷道维修费用，除煤矿区外，还可在隧道、金属矿山等使用。随着开采深度增加，推广前景十分广阔。	中国煤炭科工集团有限公司
88	掘进机机载锚杆钻机及配套支护技术	煤巷、半煤岩、岩巷等复杂地质条件下巷道掘进及支护。	通过研究掘、支、锚集成化、行走系统可靠性、集成化液压系统、钻机搭载平台与定位、机载临时支护等关键技术，将液压锚杆钻机、临时支护装置与悬臂式掘进机高度集成，研制适用于复杂地质条件下的掘锚机，进尺效率提高30%以上，解决综掘工作面存在的掘锚失衡、成巷效率低、安全性差等问题，实现巷道掘进与支护施工全部机械化作业。	1. 掘进机机载锚杆钻机； 2. 行走系统可靠性技术； 3. 集成化液压系统关键技术； 4. 可伸缩扇形装载机构研制技术； 5. 钻机搭载与定位技术； 6. 机载临时支护技术。	该技术和装备实现了煤巷、半煤岩、岩巷等复杂地质条件下巷道掘进及支护，实现了巷道掘进、支护、运输施工全部机械化，具有广阔的应用前景。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
89	全自动锚索钻进支护技术	最小空顶距300mm的复杂地质条件下的巷道锚索锚护。	开发出可一次储存9根钻杆的钻杆仓。研发智能装杆和拆杆机械手，智能判断机械手进入钻杆仓时抓杆位置。开发仿生学拆接钻杆系统，模仿人工拆接钻杆的双手动作，利用机械手的上爪和下爪协同动作，实现钻杆的自动化拆接，同时布置传感器，智能化感知拆接状态。开发钻杆钻进深度自动监测系统，智能化控制钻进深度，实现锚索钻孔的全流程自动化。	1. 智能化拆接钻杆机械手； 2. 取杆位置精准控制大容量钻杆仓； 3. 智能感知自适应钻进机构。	该装备可配套于各种锚杆钻车上，实现锚索钻孔作业的自动化，一人多机遥控操作，提升锚护效率，降低劳动强度，可推广应用于多数煤矿巷道锚护。	中国煤炭科工集团有限公司
90	掘支运一体化快速掘进与装备	稳定、中等稳定、三软煤层等多种围岩条件下大断面煤及半煤岩巷掘进。	掘锚一体机实现落煤、装煤、运煤，巷道断面一次成型，掘锚平行作业，同时对顶板和侧帮进行一次支护。配套锚杆转载机集转载、破碎、锚护、履带行走功能于一体，对剩余锚杆（索）锚进行同步支护。采用可弯曲胶带转载机与迈步式自移机尾长距离搭接实现连续运输，满足系统开掘联巷、切眼的需要；采用迈步式自移机尾实现胶带、设备列车的快速推进，配套跨骑式锚杆机，跨骑式底盘实现运输机相对穿行，上部机载10臂钻机同时支护，实现掘支互不影响，完全独立作业；针对超前钻探的应用场景，掘锚一体机可机载超前钻机，实现探钻孔、泄压孔等作业。	1. 掘支运一体化平行作业工艺； 2. 掘锚一体机； 3. 锚杆转载机； 4. 跨骑式锚杆机； 5. 可弯曲带式转载机； 6. 迈步式自移机尾； 7. 湿式除尘装置； 8. 集控中心。	该技术与传统掘进相比，掘进速度提高了2~3倍，人员减少了60%，实现掘进工作面的少人化和智能化作业，符合国家煤矿智能化建设要求，为煤矿智能化掘进技术发展起到重要促进作用。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
91	低瓦斯难抽煤层注氮促抽强化瓦斯抽采技术	瓦斯含量低和瓦斯压力低的煤矿。	通过向煤层内注入较高压力的氮气，保持煤层内气体流动“驱动力”，促进瓦斯流动；减小煤层所受有效应力，提高煤层渗透率作用；通过压力作用对难以解吸和扩散的瓦斯分子产生挤压、置换作用，通过置换提升煤层瓦斯的抽采效果，提高煤层瓦斯抽采效率。	1. 井下注氮促抽技术工程设计技术； 2. 井下注氮促流扩缝驱替增渗装备。	该技术可服务于国内其它同等煤层地质赋存条件的矿井，推广应用前景广阔，可为全国煤矿井下瓦斯抽采治理和煤层气开发利用提供指导。	中国中煤能源集团有限公司
92	8.8米超大采高综采工作面关键技术与装备	8-9m厚的煤层开采。	采用特厚煤层一次采全高综合机械化采煤方法，提高特厚煤层回采效率及资源回收率。	1. 8.8m超大采高综采工作面成套技术装备； 2. 创新矿井盘区设计； 3. 超大断面煤岩巷掘进技术； 4. 超大断面单巷超长距离掘进通风技术； 5. 围岩控制技术； 6. 超大采高综采工作面回采贯通技术； 7. 智能控制与信息化技术。	该技术填补了国内外特厚煤层开采的技术空白，大幅提高了资源回收率，延长矿井服务年限，具有显著的安全效益和经济效益，对矿区可持续发展及国内同类矿井厚煤层开采具有重要的借鉴意义。	国家能源投资集团有限责任公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
93	多刚性工艺约束下露天矿采区转向及协调开采技术	露天矿山。	<p>一是自移式破碎站半连续工艺与单斗卡车工艺协调推进，解决扇形转向期间，因受半连续带式输送机移设机制制约导致的不同作业区域推进失调的问题。二是自移式破碎站半连续工艺扇形转向前期通过“变采幅”动态作业模式与动态物流规划，实现稳定产能与采排关系协调发展。转向后期通过动态组合轮斗连续工艺、自移式破碎站半连续工艺与单斗卡车工艺，解决转向后期的生产能力问题。三是采用“交叉式”采剥开拓运输系统，实现带式输送机矿区中间布设与半固定破碎站坑内布置，大幅降低自移式破碎站半连续工艺扇形转向期间带式输送机移设难度，缩短单斗卡车工艺运距。四是规划边坡治理工程与开采作业区域时空关系，实现渗水边坡治理与采剥作业协调作业。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自移式破碎站半连续工艺与单斗卡车工艺协调转向技术； 2. 多刚性工艺约束下采剥参数动态调整技术； 3. “交叉式”采剥开拓运输系统设计； 4. 转向区渗水边坡治理工程与采剥作业保障方式规划。 	<p>该技术可为类似矿山在开采工艺选择和设计方面提供参考，实现综合工艺的匹配优化，具有较为广泛的推广前景。</p>	中国华能集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
94	综合保水采煤技术	西北、华北等干旱半干旱煤矿区，包括山西、内蒙古、新疆、宁夏、甘肃等地区煤矿。	基于煤田地质、水文地质、工程地质、采矿工程原理，在查明煤层与含水层、隔水层空间赋存关系基础上，按照煤层开采对具有供水、生态环境价值含水层的扰动程度，在高强度采煤对含水层结构扰动最小化条件下，确定开采区域和选择采煤方法。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采煤对含水层扰动评价技术； 2. 导水裂隙带发育高度预测技术； 3. 保水采煤地质条件分区技术； 4. 限高保水采煤技术； 5. 壁式条带充填保水采煤技术； 6. 连采连充保水采煤技术； 7. 注浆保水采煤技术； 8. 固体充填保水采煤技术。 	该技术可盘活水体下煤炭资源可采储量、增加产值利润、实现水资源保护以及固废综合利用，具有较好的推广应用前景和潜力。	中关村绿色矿山产业联盟
95	复杂地质条件下三软煤层沿空留巷围岩控制技术与装备	三软煤层沿空留巷开采。	工作面回采前采用爆破技术，对巷道正帮侧顶板采取定向预裂，缩短顺槽侧采空区顶板悬臂梁的长度，待工作面推过后，在矿压作用下顶板将沿预裂切缝自动切落形成巷帮，既隔离了采空区又保持了巷道的完整性，可作为下一个工作面的顺槽二次使用，实现了无煤柱开采。	<ol style="list-style-type: none"> 1. “四维控制应力分担分区支护”的围岩控制技术体系。包括适用于软岩巷道新型无损加固技术，切顶卸压+高品质单体支柱及组合式支架的顶板控制技术，硅锰钢管挡矸支柱+自巩固锚杆+新型锚注装置的两帮综合支护技术，组合式支架+活动大底座的新型控底技术； 2. 适用于三软煤层沿空留巷的成套装备，包括沿空留巷高品质专用单体液压支柱，沿空留巷组合式液压支架，沿空留巷机械化快速作业系统； 3. 三软煤层沿空留巷采空区封闭工艺、技术及材料。 	该技术实现了工作面顺槽煤柱的回收，能提高煤炭资源回收率，减少巷道返修量，提升企业利润，具有较好推广前景。	陕西省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
96	煤岩体加固聚氨酯复合新材料及成套技术	煤矿井下采掘工作面松散煤岩体、巷道、小煤柱的加固，含水裂隙的封堵，瓦斯抽放及水孔的封孔。	该材料是一种新型、低温、安全型液态双组分环保型高分子材料，由多种工业原材料配制而成；材料凝胶时，受井下地下水影响小、反应放热量低、粘结性高、强度增加迅速并具有强抗渗性能、抗磨、抗冲压性能和抗老化性能。双组份材料采用高压注浆泵进行灌注，A、B组分迅速反应生成低放热、绝对不燃的弹性体，被高压推进，注入到煤层或岩层中，沿松软煤岩层裂缝延伸至空洞和缝隙中，在较短时间固化并产生高强度的凝胶体，起到加固目的；同时，形成的凝胶体进行二次膨胀，将未注浆区域的松散煤层进行挤压，使得软基煤层形成硬基体，保证采煤机掘进头有效、安全的进行开采。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 聚氨基甲酸酯制备技术； 2. 最高反应温度安全控制技术； 3. 双组份材料高压注浆技术。 	该技术提高了破碎煤岩体处理的成功率，降低了处理成本，提高了安全可靠，可在煤矿井下采掘工作面松散围岩加固、失修巷道注浆加固、采动巷道破碎围岩加固、过断层围岩加固、矿井堵水作业等工程中推广应用，前景广阔。	中国煤炭工业协会
97	煤矿岩巷全断面掘进技术及装备	井工煤矿。	大功率、智能化全断面煤矿巷道掘进机，包括刀盘、中心回转、主驱动、盾体、皮带机、推进系统、主机辅助设备以及后配套系统等隧道施工装备，利用全断面刀盘一次破岩成洞，将TBM掘进机与煤矿运输、支护等特殊施工要求相结合，集掘进、出渣、支护、喷浆、通风、导向、防爆技术于一体，掘进机整机水平转弯半径小，转向灵活，适合矿山的地质多变性。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全断面岩巷掘进机施工工艺； 2. 整体护盾支撑推进系统； 3. 单管单泵的喷水系统； 4. 伸缩护盾及格栅尾盾加长技术。 	该技术可为煤矿“绿色化、数字化、信息化、智能化”发展提供重要装备支撑，同时带来安全、高效、节能、环保的社会效益。	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
98	煤矿坚硬顶板控制成套技术	井工煤矿坚硬顶板控制。	<p>一是大空间采场岩层控制理论与方法。发明了煤矿开采岩层运动大空间原位监测方法，提出大空间采场概念，建立了大空间采场结构力学模型，揭示了不同层位顶板破断结构失稳的复合矿压作用机制。二是坚硬顶板来压预测预控准则。建立基于强度指数的矿压分级预测模型，科学指导了岩层控制。三是地面水力压裂控制坚硬顶板矿压机理。建立了采动应力场作用下的坚硬顶板水压裂缝扩展模型，有效的控制了强矿压发生的主控因素，为地面压裂破碎坚硬顶板提供了理论依据。四是煤矿大空间采场坚硬顶板-瓦斯协同控制机理。建立了大空间采场坚硬顶板回转冲击采空区瓦斯涌出量的计算模型和压裂-采动耦合效应的裂隙岩体多场耦合模型，获得了坚硬顶板压裂-采动耦合效应作用下应力场-裂隙场-瓦斯流场的动态演化规律。</p>	<p>1. 坚硬顶板地面水力压裂技术；</p> <p>2. 井下岩层精准切缝技术与装备（矿用链臂锯切顶机、复合爆破定向造缝技术）；</p> <p>3. 顶板-瓦斯协同控制技术。</p>	<p>该技术对蒙东、晋北、晋中、晋东、河南、新疆等矿区的坚硬顶板及其引发的灾害控制具有重要的指导意义和参考价值，具有广阔的推广应用前景。</p>	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
99	“采充留”无煤柱开采一体化技术	煤矿绿色开采。	研制的液压支架达到支护顶板、工作面生产、充填的要求；研制的捣实装置达到增加工作面充填高度，增强充填矸石密实度；研制的端头充填设备，能够实现端头继续充矸，充分利用端头有效支护空间，提高矸石充填率；分析不同工序在时间、空间上的分配关系，找到合理的采充平行作业新模式，提高工作面开采效率；分析充填开采沿空留巷可行性，通过制定合理的支护参数，确保顶板、巷帮支护强度，减少掘进数量，实现矿井无煤柱开采；进行矿压观测、理论分析，研究充填后采场覆岩层移动规律。通过现场观测，进行理论分析得到工作面顶板垮落特征及矸石充填后工作面的矿压显现规律；地表岩移观测，及时掌握矸石充填过程中的地表岩移规律，为进行设计优化和更可靠的控制地表变形提供依据。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 与综采工作面高效机械化矸石充填配套的液压支架、捣实装置等设备； 2. 与综采工作面充填溜子配套的端头充填设备； 3. 采充平行作业工艺； 4. 充填沿空留巷工艺； 5. 地表移动观测设计与监测技术。 	该技术可减少矸石山地面堆积侵占耕地，消除矸石的自燃对环境污染及地表的破坏，具有较好的推广应用前景。	山东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
100	遗留难采煤炭资源开采方法及安全保障技术	煤炭资源的安全复采，以及非煤矿山残留矿体复采。	根据遗留煤炭资源的赋存特征与开采条件，确定合理的开采方法；通过地面协同抽采预先处理残采区瓦斯，使其达到安全开采的浓度要求，在残采区布置一个复采工作面，选取关键位置进行结构充填岩移控制，采用预裂卸压的方式消除采场厚硬难垮顶板强矿压，实施针对性的工作面过陷落柱、煤柱群和侵入区的矿压调控措施，并超前注浆封堵采场围岩突水关键域，实现遗留难采煤炭资源的安全高效开采。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遗留难采煤炭资源开采技术； 2. 遗留难采煤炭资源开采岩层控制技术； 3. 遗留难采煤炭资源开采水气灾害防治技术。 	该技术可盘活遗留难采煤炭资源，大量消耗煤矸石、粉煤灰、生物质灰和废弃混凝土等固体废弃物，减少长期堆放造成的环境污染问题。对非煤矿山残留矿体的复采也有一定的借鉴意义。	中国煤炭工业协会
101	西南矿区高效能支护与快速掘进技术	煤矿井巷工程的掘进与巷道支护。	根据西南地区典型煤矿的地层特征，分析煤巷锚杆与围岩的作用机理，评价影响锚杆支护效能的影响因素，得出高效能全长预应力锚杆支护的技术途径。发现了预应力锚杆锚固角和锚固作用角的存在，分析了预紧力、锚固角、锚固作用角、内摩擦和群锚作用下形成的压缩拱厚度之间的关系。深入分析了两翼型PDC钻头在不同岩层中钻进时的特征。提出了随钻探测地质保障技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 锚固段全长预应力锚固技术； 2. 厚压缩拱，低支护密度理论； 3. 巷道顶板岩层随钻探测技术； 	该技术解决了西南矿区巷道掘进速度低、采掘接替紧张、巷道围岩变形大等问题，为提高巷道掘进速度、改善巷道支护状态创造了条件，应用前景广阔。	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
102	特厚煤层综放大空间开采小煤柱沿空掘巷成套技术	井工特厚煤层开采煤矿。	通过对特厚煤层大采高综放面端部覆岩结构、力学机制及应力分布时空演化规律的研究，提出综放面端部倒三角弱结构区及其转移破坏特征，确定基于“极限平衡-应力降低-松动破坏”的小煤柱宽度设计方法；依据锚杆（索）支护的“全塑性区-全煤”巷道围岩连续稳定承载结构理论，研发沿空巷道双层连续承载结构支护技术，提出锚杆（索）长度等参数的实用计算方法，建立以高预紧力、高强“锚-网-索”支护为基础，塑性煤体加固、局部围岩充分卸压为辅的“支卸协同”的巷道围岩控制技术体系；构建水、火、瓦斯和临空硐室等安全保障技术体系，实现特厚煤层留设3-6m小煤柱安全高效开采。	1. 基于“极限平衡-应力降低-松动破坏”的小煤柱宽度确定方法； 2. 沿空“全塑性区-全煤”巷道双层连续承载结构支护技术； 3. 水砂两相流超前预裂切顶卸压技术及设备； 4. 安全保障技术。	该技术可在我国内蒙、宁夏、陕西、新疆等西部地区的特厚煤层矿山得到大面积应用，推广前景广阔。	中国煤炭工业协会
103	薄煤层刨煤机自动化开采技术	0.7-1.7m厚的薄煤层。	采用刨煤机对0.7-1.7m薄煤层进行综合机械化开采，刨煤机刨体固定在工作面刮板输送机前端，通过工作面输送机推移量的大小控制刨煤深度，通过刨煤机驱动装置实现运行、刨煤、落煤和装煤，集“采、装、运”功能于一身，配备自动化控制系统，实现无人工作面全自动化采煤。	基于刨煤机的薄煤层开采成套技术装备。	该技术解决薄煤层开采的技术难题，实现薄煤层综合机械化开采，对提高煤炭资源回收率具有重要意义。	辽宁省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
104	薄煤层矮采高智能化技术	井工煤矿薄煤层开采。	智能化薄煤层工作面装备系统主要由液压支架电液控制系统、智能集成供液系统、综采自动化控制系统等组成。实现综采工作面常态化无人作业，采煤机记忆截割、液压支架自动跟机及可视化远程监控，以生产系统智能化控制软件为核心，实现在井下、地面综合监控中心对综采设备的智能监测与集中控制，确保工作面割煤、推溜、移架、运输、消尘等智能化运行，达到工作面连续、安全、高效开采。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 液压支架跟机自动化与远程人工干预技术； 2. 采煤机记忆截割与远程人工干预技术； 3. 工作面视频监控技术； 4. 薄煤层工作面自动化集中控制技术； 5. 智能化集成供液控制技术； 6. 远距离供电、供液新工艺技术； 7. 拖拉电缆单轨吊车应用。 	该技术能改善职工作业环境、降低劳动强度、实现减人提效增质、降低煤矿百万吨死亡率，符合我国煤炭行业当前的发展趋势，推广前景广阔。	辽宁省自然资源厅
105	薄煤层高瓦斯矿井切顶卸压自成巷无煤柱开采关键技术	高瓦斯薄煤层矿井沿空留巷开采。	采用切顶卸压自动成巷技术，通过定向聚能爆破沿顺槽走向预裂顶板。工作面回采时，利用采场周期来压沿空切顶，形成对上覆老顶岩梁的支撑结构，控制老顶的回转和下沉变形，实现卸压作用；切落的顶板形成巷帮，从而保留开采中的工作面顺槽，并作为将来邻近工作面顺槽，改变传统长壁开采一面双巷模式为一面单巷模式。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 切顶卸压自动成巷技术； 2. 顶板切缝双向聚能张拉爆破技术； 3. 恒阻大变形锚索支护技术； 4. 矿压数据PU在线监测技术； 5. 一进两回W型通风技术； 6. 采用新型端头支架、自动成巷黄泥机、气动单轨吊设备。 	该技术解决了传统沿空留巷中动压影响大、锚索支护预紧力小、不能随巷道顶板在恒阻情况下大变形的不足，具有较高的推广价值与潜力。	辽宁省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
106	泵送矸石充填开采成套技术与装备	各类型煤矿。	该装备由煤矸石转运、破碎筛分、储存、搅拌、泵送五大系统组成。将地面洗矸、地面矸石山矸石、井下掘进矸石、原煤流中分离出的矸石转载到矸石破碎站，破碎后的矸石经过筛分进入矸石仓或梭式矿车内储存缓冲，充填作业时，转运筛分后的矸石至矸石搅拌机，按比例加入水和添加剂等进行充分搅拌，搅拌后的似膏体利用充填泵通过管道充填到采空区内，在采空区内密实接顶。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 井下煤矸分离技术； 2. 泵送矸石充填采空区技术； 3. 泵送煤矸石沿空留巷技术； 4. 泵送矸石充填成套装备； 5. 泵送膏体充填开采管道免清洗工艺技术。 	该技术是从源头治理矿山开采污染问题的有效途径，保护矿山生态环境，消除矿井安全隐患，具有广阔的推广应用前景。	中关村绿色矿山产业联盟
107	“支卸组合-泵充混凝土支柱”沿空留巷	井工煤矿煤炭资源的无煤柱开采。	针对当前沿空留巷技术普遍存在留巷速度慢、巷道受动压影响变形大和留巷成本高等问题，分析其主要制约因素是巷旁支护结构设计不合理、工程量大、施工速度慢以及爆破卸压安全风险相对较高，为此研发了包括一种新型拼装薄壁约束钢筋砼强力CTRC支柱用于巷旁支护，采用超前水力化卸压技术优化改善留巷应力环境，并研发了用于留巷滞后强烈影响区临时支护的自移式单元支架和具有自移挡矸功能的组合式挡矸液压支架，形成了一套以支护为主、卸压为辅、支卸协同的快速高效沿空留巷工艺技术体系。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新型拼装薄壁约束钢筋砼强力CTRC支柱巷旁支护； 2. 超前水力压裂卸压； 3. 巷内滞后动压区可移动单元支架支护； 4. 采空区快速密闭技术。 	该技术采用多技术组合的方式，即保证了留巷效果又提高了留巷速度并降低了留巷成本，具有较好的创新性和先进性，推广应用前景广阔。	中国煤炭科工集团有限公司

二、高效选矿技术

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
108	千万吨级高效节能选煤厂关键技术与装备	湿法选煤厂，特别是千万吨级大型、特大型炼焦煤选煤厂。	通过分流量的调节、加强磁选机的工作效果、将合格重悬浮液中的煤泥及时排出等措施，最大限度降低重介质的技术损失，同时加强重介质质量管理，最大限度降低重介质的管理损失，原煤不脱泥入选同样可以达到甚至优于脱泥入选的介耗。为了确保煤泥重介质旋流器的高精度分选，将精煤脱介弧形筛筛下物料优先进入煤泥合格介质桶，其溢流再入原煤合格介质桶的新流程，从而确保煤泥重介质旋流器入料量、工作压力等工况稳定。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 原料煤不预排矸、不分级、不脱泥入选三产品重介质旋流器选煤工艺； 2. 无需单独制备超细介质重悬浮液的煤泥重介质旋流器选煤工艺； 3. 高灰分细泥化煤泥浮选工艺； 4. 尾煤泥水（煤泥水）两段浓缩两段回收工艺； 5. 重介质选煤厂智能技术； 6. 超级重介质旋流器、超级煤泥重介质旋流器、脱泥池、喷射式浮选机等关键装备技术。 	该技术与原料煤分级、脱泥入选工艺相比具有高效、简化、节能、环保等特点，是我国特大型选煤厂向大型化、集约化、高效化发展的发展方向。	中国煤炭工业协会
109	干法矿物高效分离技术	煤炭干法分选。	采用阶梯式分离原理，根据不同阶梯区间的分选功能，实现自生介质的不同程度流态化，各区间同时配合不同程度的激振力，形成振动流化床与阶梯分离的综合力场，实现物料按密度分层，使高低密度物料在不同分离区间分别越过溢流堰而完整分离。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分离床体振动力、风力组合干法分选； 2. 整体全封闭高度模块化设计； 3. 高效喷淋降尘系统。 	该技术能有效解决水洗煤泥处理难、污染严重问题，综合节能能力和二氧化碳减排能力巨大，可在西部缺水地区推广。	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
110	选煤厂重介悬浮液分选密度闭环控制技术	重介选煤。	利用采集模块采集精煤产品实时灰分（来源于在线灰分仪数据）、精煤产品小时灰分（来源于化验室数据）、悬浮液密度等进行实时监测。将各种监测数据以及将预先设定好的PID、模糊或神经网络等算法输入算法模块，由算法模块依据精煤产品灰分的变化以及当前悬浮液密度计算出目标悬浮液密度的大小，并送给控制执行模块（控制执行模块直接利用现有控制系统）进行调节。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重介悬浮液密度检测仪器； 2. 重介精煤灰分在线检测设备； 3. 重介悬浮液清水补加电动执行器。 	该技术提高了洗煤厂的自动化程度和系统控制精度，进而提高产品质量和产量，同时节约人工，在洗煤行业现阶段发展中有着广阔的市场。	安徽省自然资源厅
三、综合利用技术						
111	粉煤灰酸法协同提取有价元素高值化利用技术	高铝煤、煤矸石、高岭土及低品位铝土矿等资源高值化综合利用。	利用盐酸可以溶解氧化铝而不溶解二氧化硅的特性，将粉煤灰与盐酸在一定温度和时间条件下进行反应，用盐酸从粉煤灰中浸出氧化铝，将铝转入溶液，实现铝硅分离；在酸浸的过程中，粉煤灰中的钾、钠、铁、钙、镁等杂质以及镓等有价元素也会进入溶液，利用氯离子与铁、镓、铝等离子配合物稳定性的不同，选用季胺型阴离子交换树脂吸附铁、镓，实现铁镓与铝的高效分离；采用水热除杂的方法使结晶氯化铝中的镁、钙转变为可溶性化合物进入浸出液，实现钾、钠、钙、镁杂质的同步去除，获得冶金级氧化铝产品。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多组分酸性铝盐体系离子协同分离纯化技术； 2. 高效水热除杂工艺技术； 3. 耐高温防腐耐磨工业化溶出装置； 4. 耐高温防腐耐磨工业化特种夹管阀； 5. 工业化六水氯化铝蒸发结晶装置； 6. “三废”资源化利用及近零排放环保综合处理技术。 	该技术可用于低品位铝土矿、煤矸石、高岭土等高硅铝资源提取氧化铝，拓宽了氧化铝提取的资源范围，提高了可利用的铝资源总量，推广应用前景广阔。	国家能源投资集团有限责任公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
112	煤矿百分之三到百分之九浓度的瓦斯安全高效直燃热电冷联供技术	甲烷浓度大于等于3%的煤矿。	利用煤矿瓦斯泵站抽采出的瓦斯，通过安全输送系统，进入热能岛安全稳定燃烧产生高温烟气，结合余热锅炉，既可以产出低温低压饱和蒸汽，冬季全部用于供热，又可以产出高温高压蒸汽，采用抽凝式汽轮发电机组抽凝供热，全凝发电，或者采用溴化锂机组实现制冷，实现热电冷三联供。	1. 安全输送系统； 2. 瓦斯预处理系统； 3. 点火及燃烧系统（热能岛）； 4. 余热锅炉系统； 5. 自动控制系统； 6. 抽凝式汽轮发电机组等。	该技术不仅提高了低浓度瓦斯的利用率，每年可以减少温室气体排放，同时采用热电联供模式，替代煤炭和油气，产生很好的经济效益，具有很好的推广前景。	中国煤炭工业协会
四、绿色低碳技术						
113	高速重载永磁耦合传动技术及装备	工业负载装备调速传动。	永磁耦合器结构对称分布，主要由铜盘、永磁体、永磁体盘、散热系统、调速机构等构成。当电机带动铜盘旋转时，铜盘切割气隙间的磁力线，形成涡流，使铜盘在磁场中受洛伦兹力作用，根据作用力与反作用力关系，大小相等、方向相反的力作用在磁体盘上，使磁体盘按照一定的转速跟随铜盘旋转。铜盘和永磁体盘分别与电机和工作机连接，实现电机和工作机的软启动。电动执行器根据控制器指令调节气隙大小，实现对负载的无级调速。	1. 高速重载永磁耦合器开发体系及流程； 2. 高速重载永磁耦合器电磁设计关键技术； 3. 高效散热系统关键技术； 4. 调速机构及整机结构设计关键技术； 5. 恒扭矩负载软启动及多机功率平衡控制关键技术； 6. 智能控制系统关键技术。	该技术不损害电机轴承，传动效率高，节电效果明显，可以为国内煤矿企业提供稳定、可靠的非接触传动调速装置。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
114	矿用分布式电驱重型铰接车辆转矩协同控制关键技术	矿山及非道路纯电动低速工程作业车辆。	针对独立驱动电机不同步运转会产生寄生功率、大大降低整车效率的问题，提出一种转矩协同控制策略，以主控制器为核心，实时采集踏板信号及运行工况，并根据实时工况进行整体判断，确定控制策略。采用转矩控制方式使整车输出达到功率输出最优点。转向时根据最佳滑转率控制原则依据铰接点转向角度进行差速控制。	1. 整车控制器； 2. 电子差速控制技术。	该技术可应用于超大采高作业车辆和薄煤层作业车辆，可提升系统效率，节省能源消耗，减少环境污染。	中国煤炭科工集团有限公司
115	酷寒草原区露天开采系统性生态减损与修复关键技术	我国东部草原干旱半干旱、酷寒、土壤瘠薄等生态脆弱区露天煤矿区。	创建多层次、多要素、多尺度、长时序的露天开采生态系统监测体系，研究揭示露天煤炭开发生态影响规律与累积效应，研发并集成资源节约型采排复一体化技术和生态要素系统修复技术体系，减少露天矿煤炭开发挖损占地面积与生态损伤，提高了煤炭回采率和表土资源综合利用率，解决了露天矿地表水、地下水、采场涌水的存储与利用问题，提高了矿产资源节约和综合利用水平，实现了酷寒草原区露天开采源头减损与系统生态修复相协调。	1. 多层次、多要素、多尺度、长时序大型露天开发生态系统监测体系； 2. 露天开采生态累积效应影响边界识别方法； 3. 大型露天开采资源节约型采-排-复一体化技术体系； 4. 露天煤矿“地面水库-分布式保水控蚀设施-近地表含水层-地下水库”立体储水技术体系； 5. 大型露天开采水-土-植被一体化修复技术体系。	该技术解决了酷寒草原区生态脆弱特征下高强度煤炭开采引起的地下水位下降、土地破坏、土壤沙化、植被退化、景观破损等生态问题，可在东部草原区大型露天矿区逐步推广，具有一定的应用前景。	国家能源投资集团有限责任公司、中国华能集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
116	露天矿帷幕截水综合技术	需进行保水开采或地下水补给量较大的露天矿。	在煤田周边，通过多种工艺、技术形成复合型地下截水帷幕，用以阻隔或减少地下水渗入采坑，控制采坑外地下水位的幕墙状竖向截水体。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低强度抗渗混凝土配合比技术； 2. 防渗膜大深度垂向隐蔽铺设与连接技术； 3. 超长槽段开挖与泥浆护壁技术； 4. 高掺量粉煤灰-水泥混合浆液注浆充填技术； 5. 强渗透厚砾石层中高压旋喷成桩技术。 	该技术为我国东部草原区露天煤矿地下水疏降与控制及安全绿色开采提供了新思路、新技术、新方法，有利于草原的生态环境保护、露天矿山的水资源保护和水害预防与控制，具有一定的推广应用价值。	国家能源投资集团有限公司
117	高压永磁变频一体化技术	煤矿、港口、油田等领域，煤矿刮板输送机、带式输送机、乳化液泵站等场合。	高压永磁一体机变频部分采用交-直-交、电压源型拓扑结构。在逆变器的控制上采用高精度矢量控制算法，结合先进的高频注入法辨识永磁电动机磁极位置，达到精确控制。电动机定子通入由三相逆变器经脉宽调制的三相交流电后，定子电枢会产生空间磁场，随注入电压电流的频率和幅值调节，响应外界负载调整转矩，并可调节整机运行转速。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 矢量闭环控制技术； 2. 输送机系统动力学分析； 3. 6脉冲整流及中点平衡控制算法 4. 高功率密度的三电平拓扑结构； 5. 永磁电机控制算法优化； 6. 电机健康状态智能监测系统。 	该技术集成度高，维护量小，运行效率高，操作方便，控制简单，对确保矿井设备安全运行具有重要意义，应用前景广阔。	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
118	高效智能自驱动永磁滚筒	煤炭开采、矿山、港口码头、冶金以及石化等领域。	一是将电动滚筒外壳设计为转子，省去中间结构，实现无齿化传动，彻底改变了传统滚筒驱动方式。二是将传动机构内置于滚筒内部，节省了安装空间和安装面积，减少了维修维护频率。三是将永磁同步技术融入到滚筒内部，提升传统滚筒的传动效率，提高运行效率和功率，将智能驱动控制和智能滚筒相结合实现智能化控制。四是去除了传统滚筒上用的液力耦合器。	1. 高效智能永磁直驱滚筒； 2. 基于深度学习的低速外转子永磁直驱滚筒智能运维技术； 3. 低速外转子永磁直驱滚筒的深度学习诊断算法； 4. 低速大扭矩外转子永磁直驱滚筒的高效冷却系统。	该技术解决了目前带式驱动系统存在的效率低、能耗大、维护繁琐等问题，可以推动工业智能化及节能绿色无人生产的推广，带动材料加工、系统集成、电子信息等产业发展，具有很好的推广前景。	中国煤炭工业协会
五、数字化智能化技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
119	基于X射线的煤矸干法分选技术	主要用于较大粒度的煤矸分选。	<p>一是采用双能X射线透射识别技术，对各类矿物进行识别，并采用压缩空气喷吹进行分离。识别系统对煤（精矿）矸（脉石）进行精准识别后，由喷吹系统执行精准喷吹动作，最终实现矿物的精准分选。</p> <p>二是智能梯流干选机（TGS）。原煤在风力、激振力和重力三个力场的作用下，将产生流态化现象。由于不同密度、粒度颗粒流态化所需力场情况不同，故梯度流态化是将煤流分为不同梯度，赋予各梯度不同的力场，使不同密度、粒度的原煤在各梯度的流化状态不同，实现原煤彻底按密度分层，再将各层精准切分出来，达到精确分选的目的。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. TDS（XRT）智能干选机； 2. 智能梯流干选机（TGS）。 	<p>该技术装备工艺环节少，系统配置简单可靠，厂房占地面积和体积都小于典型动力煤水洗工艺；不用水，产品水分低，不产生煤泥，在同等发热量要求的情况下，精煤产率更高；不用介，装机功率小，智能化程度高，生产成本低于典型动力煤水洗工艺，可推广应用到煤炭生产和分选企业。</p>	<p>中关村绿色矿山产业联盟、安徽省自然资源厅</p>

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
120	煤矿井下巷道巡检机器人技术	煤矿井下固定场所、回风巷道、皮带机等场景智能巡检领域。	采用特征匹配算法，提出了基于栅格地图的导航与避障方法，实现机器人在多种场景下的定位和导航；采用数字图像处理技术和基于卷积神经网络Faster R-CN算法，提出了优先使用区域建议网络RPN提取积水位置区域的模型，实现对低光照下巷道积水的定位识别；采用灰度化、高斯滤波、自适应阈值分割、形态学处理方法及分块区域霍夫变换方法对仪表图像预处理，实现指针的定位与读取；提出了基于概率潜在语义分析模型的颜色命名算法，采用HSV亮度识别方法，实现指示灯状态识别；研制了一种高负载下架空传动装置，并搭配绞轮系统，实现高可靠性悬挂式行走；提出了一种可实现智能管理集中操作的分布式控制方法，实现了各系统间的灵活控制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基于SLAM算法的巡检机器人定位导航技术； 2. 低光照、高粉尘服役工况下的多场景图像识别技术； 3. 面向煤矿固定场所巡检的全时四驱扫拖一体机器人； 4. 多轮系可升降皮带机巡检机器人； 5. 时空坐标变换下回风巷全本安巡检机器人。 	该技术突破了导航、智能感知等方向的壁垒，能够解决人工巡检和现有设备巡检过程中存在的效率低、强度大等问题，实现高效智能巡检作业，且经济、环境、社会效益显著，具有很好的推广应用前景。	中国煤炭科工集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
121	煤矿智能化开采关键技术	井工煤矿综采工作面。	通过工业通讯技术及以太网通讯技术，实现集中控制系统与各子系统的交互。通过通讯抗干扰技术，解决复杂工况下设备通讯稳定性问题。基于综采工作面工艺流程，实现集中控制系统对各子系统的协同控制、安全保护、数据存储分析等功能，实现对井下复杂环境下综采工作面的少人化开采。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 综采工作面集中控制系统； 2. 综采工作面精准开采技术； 3. 5G与有线冗余通讯技术； 4. 设备上窜下滑控制技术； 5. 多工艺段快速开采技术； 6. 视频动态旋转跟踪技术。 	该技术提高了开采效率，提升了生产的安全性和连续性，降低了工人的操作强度和难度，降低了事故发生的概率及影响，实现了煤矿安全、高效、绿色、智能生产的目标，具有较高的复制推广特性，可在蒙陕地区冲击地压矿井，甚至在全国范围内大面积推广应用。	中国中煤能源集团有限公司
122	露天矿山无人机测绘技术	矿山地形、采剥工程量等测绘类工作。	基于无人机测量系统，通过正射影像、倾斜影像实景模型、机载激光雷达点云数据形成数字化三维模型，并根据航测数据进行月度采剥工程量计算、断面图绘制分析、月度采剥工程位置平面图绘制、采矿设计、“一张图”基础数据更新等工作。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 智能化测绘系统软件； 2. 无人机、正射相机、倾斜相机、机载雷达等设备。 	该技术为国内露天矿由传统测量技术向先进科技变革提供了理论依据，推动了行业进步。	中国华能集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
123	矿井提升智能化控制系统	煤矿立井提升系统。	采用高精度传感器如振动、声音、无线测温及热成像、AI智能分析手段，结合电机智能分析系统（稳定性分析）、轴承智能分析系统（稳定性分析）、天轮智能分析系统（稳定性分析）提升机载荷检测系统（防止箕斗二次装载）、AI视觉分析（提升关键部位或监控盲区）、罐道巡检（声音侦听）、远程诊断技术等，对提升机运行系统进行无死角、全方位实时在线监控。出现故障或运行趋势变化较大时能进行声光报警，并将信息发送至相关人员的手机或网页上。并整合装卸载系统和操车系统，形成主井无人值守+副井电梯化运行的智能提升系统，极大的减少操作人员数量及降低维护人员的劳动强度，达到减人增效的目的，并且增加了提升系统运行的安全性、可靠性。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 融合子系统形成完整的数据库； 2. 现代传感技术、热成像技术、AI视觉识别技术综合收集大量数据并进行集中管理； 3. 边缘侧智能视觉识别技术； 4. 声音侦听传感技术； 5. 综合运用曲线记忆、比对、阈值预警、趋势判断、大数据分析等手段分析智能感知数据和视觉分析结果； 6. 首故障锁定技术和远程信息诊断技术。 	该技术能够有效解决信息孤岛问题，符合数字矿山的发展需要，可进一步推广至矿山其他大型装备控制和管理中，适用性强，应用前景广泛。	中国煤炭工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
124	综采工作面智能化自适应采煤技术	地质条件相对复杂的智能化采煤工作面智能开采。	通过构建高精度地质、设备和开采环境模型以及数字孪生管控平台，利用井下测量机器人及煤岩识别手段动态修正地质模型，结合国产高精度定位导航技术耦合工作面地质条件和开采装备，实现基于大地坐标的自适应割煤，突破记忆割煤难以应对煤层起伏变化的技术瓶颈，初步实现复杂地质条件下的智能自适应开采，形成透明化智能开采成套技术体系。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透明化工作面模型； 2. 基于惯导和测量机器人的定位导航； 3. 透明化工作面动态修正； 4. 基于5G技术的智能开采； 5. 基于TGIS一张图的智能开采管控。 	该技术利用TGIS技术实现基于高精度地质模型指导工作面设备规划自适应截割；引入全自动测量机器人动态修正惯导绝对坐标，实现了煤矿综采工作面大地坐标相关装备的全覆盖和精准开采，形成了煤矿智能开采的成套技术体系，适用于国内煤层赋存条件类似的矿井，全面提升煤炭行业开采水平和安全保障能力，推广前景广阔。	中国煤炭工业协会、山东省自然资源厅
125	煤炭产品机器人采制化系统	煤炭采制化方面应用，如采样、制样、化验、运输、传输、运输方面。	主要由智能分选及自感知单元、前置处理单元、机器人工作站、样品封装单元、除尘单元、弃料单元，控制系统组成。通过自感知单元，适时调节各项参数以适应不同性质煤炭的样品制备；通过各单元的智能化控制，在保证系统可靠性的同时，提高了整体制样效率；整套系统实现了系统参数的探测-反馈-调节-适应，达到了真正意义上的全智能控制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无皮带式一体化智能采样系统； 2. 整车随机布点任意点位全深度或深部分层采样技术； 3. 机器人智能采制样预处理技术； 4. 采制化过程人样无接触的煤样封装转运存储技术； 5. 煤质全流程智能测试技术； 6. 商品煤全流程编码管理及信息化管控技术。 	该技术可以提高煤质采制化工作效率，节约人力成本，降低人为误差的影响，自动化、信息化与智能化水平高，推动了煤炭行业销售端的智能化、数字化、信息化转型升级，具有广阔的发展空间。	安徽省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
126	煤矿物联网平台与单兵装备	煤矿井上下音视频调度以及井下应急救援、人员定位等。	针对煤矿井下工业物联网应用过程中可能发生的多径效应及电磁噪声干扰，研究高可靠传输的传感器网络技术；研发基于标准WiFi协议、物联网技术的无线综合基站，建设井下无线物联网，与井下万兆工业控制环网构成井下基础网络；研制具备WiFi、音视频通话、数字中继等功能的智能矿灯、手机、手环、甲烷检测仪等个人智能终端；开发基于信号强度（RSSI）、数据传输时间（ToF）的WiFi定位系统以及C/S与B/S模式相结合的融合智能调度平台；基于标准的SIP通信协议实现井上下人员音视频对讲，工作环境、生命体征实时监测，人员、设备实时定位等功能，增强矿井调度指挥能力，提高生产效率，提升管理水平。	1. 基于WiFi定位模式与算法设计； 2. IP语音通话及回音抑制、降噪技术； 3. 实时视频编解码、码率帧率自适应技术； 4. 网络漫游技术； 5. 节电技术； 6. 融合智能调度平台； 7. 无线综合基站； 8. 个人智能终端。	该技术将煤矿矿井信息化建设推上新台阶，进一步推动井下物联、应急联动和井下无人化的发展，提高生产效率与煤矿安全；现场施工难度不大，设备使用、平台操作简单易懂，可针对不同矿井、生产企业进行个性化功能开发，应用前景良好。	安徽省自然资源厅
黑色金属类						
一、高效开采技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
127	深部矿床大规模协同绿色开采技术	高地应力、高地温地下金属矿山。	进行深部多区段并行协同开采地压研究、多区段多种采矿工艺高效并行协同开采技术研究、基于塌陷坑回填治理的无废绿色循环开采工艺、深部工程高温微气候通风降温技术研究，形成了一整套深部大规模协同绿色开采综合保障技术，分别应用于深部地压灾害防治、深部开采工艺优化、废石无废绿色循环利用及深部井下通风降温等方面。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 深部多区段并行协同开采高频强扰动下地压活动规律及灾害预警技术； 2. 露天地下多区段多种采矿工艺高效并行协同开采技术； 3. 露天开采无废绿色循环工艺； 4. 深部工程高温微气候通风降温技术。 	随着我国大部分矿山浅部资源的耗尽，将有越来越多的矿山进入深部开采，深部绿色开采将是未来地下开采的主流，因此本技术有很大的推广潜力。	中国中钢集团有限公司
128	特大型露天矿多区段开采技术	赋存条件复杂的特大型露天矿集约化开采。	针对矿床赋存急倾斜、夹层多、走向长的特点，利用陡工作帮开采技术原理，上盘采用陡工作帮组合台阶作业方式，分条带逐次沿走向推进，通过控制水平推进速度和垂直延伸速度，调节临时非工作帮坡角度，下盘矿体分不同品质分别开采，采用生产工作面预裂爆破技术，剔除2m厚以上夹石，达到集约化开采矿产资源的效果。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 急倾斜复杂薄矿床露天开采剥离洪峰控制技术； 2. 矿石损失贫化控制技术； 3. 多区段开拓集约化开采技术。 	该技术为特大露天矿山开采提供一整套解决方案，实现高效、低成本开采，具有很好的社会效益和推广价值。	中国中钢集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
129	大水矿床井下帷幕注浆堵水采矿技术	复杂条件下的地下大水矿山。	通过设备动力将水泥浆液驱动压入灰岩地下水的迳流运行空间，对岩溶裂隙充塞、密实，将灰岩连接加固成隔水体，使之形成平行于矿体的倾斜帷幕，即人工造成的不透水隔墙，将地下水屏蔽于采场之外，在无水条件下完成采矿、充填等作业。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采用三角式分段注浆，掘进形成灰岩钻探注浆硐室； 2. 相邻硐室钻孔注浆后形成完整帷幕隔障； 3. 高压驱水注浆形成倾斜帷幕，帷幕质量检查与评价； 4. 机械化盘区下向进路胶结充填采矿技术； 5. 空区顶板实时在线监测。 	该技术可降低矿坑排水量，节约排水费用，提高矿石回采率、综合回采率，避免矿区的地表塌陷，有效保护地下水资源与地表地质环境的稳定，可在水文地质条件同类型的金属、非金属地下矿山应用推广。	山东省自然资源厅
130	大型地采矿山低贫损安全高效开采技术	地下采矿采准设计、爆破设计和支护设计。	通过对大型地下开采矿山采用较大的分段高度和控制下盘损失，结合矿体条件，优化采场结构参数与工艺技术的方法，实现采准系数与下盘矿石损失贫化同步降低。在巷道松动圈测定、地压活动规律与控制技术研究基础上，提出支护形式、支护设计和大杏山下盘分段巷道位置优化方案，保障采准工程的有效利用。对于各采场的散体流动规律与矿石可爆性，依此优化爆破参数，顺应散体流动规律和提高扇形炮孔爆能利用率，改善爆破效果。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 顺应散体移动特性斜分条分段崩落法开采技术； 2. 按松动体边界布置边部炮孔的方法； 3. 护巷道压密层稳定、安全经济支护。 	该项技术为崩落法开采方案、支护形式及支护设计、回采爆破等优化研究提供了技术支撑，在地采矿山由常规开采向精细、经济、高效开采模式过渡方面具有推广意义。	中国矿业联合会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
131	大水矿山地下水生态保护关键技术	大水金属矿山安全开采及地下水生态保护。	采用矿体帷幕注浆技术在矿体周围建造一圈水平和垂向上全封闭的阻水帷幕，平面上形成单排环形全封闭的阻水帷幕，有效降低帷幕内外含水层的水力联系，减少矿坑涌水量不小于80%，保障矿山安全生产的同时减少大量排水费用；经纳滤处理的后净水达到国家规定的水质标准，通过大流量回灌技术回灌至矿体帷幕外含水层，补给地下水，实现大水矿山开采过程中地下水零排放，有效保护地下水生态环境。	1. 矿体全封闭帷幕注浆技术； 2. 纳滤水处理技术与设备； 3. 深井大流量不间断回灌技术。	该技术可使大水矿山降低排水费用，减少水资源费，保障大水矿床的安全开采，有效地保护地下水环境，为解决我国大水型矿山安全开采与区域地下水资源保护矛盾提供了技术支撑。	中国冶金矿山企业协会

二、高效选矿技术

132	铁矿重-磁联合选别工艺	低品位铁矿石的选别与综合利用，以及煤、钨、锡、铁、锰、金及某些稀有金属矿石的分选，还适用于砂石、冶炼渣及其它金属矿物的高效分选。	根据铁矿石中 useful 矿物与脉石有较大比重差异，矿物颗粒间相对密度、粒度、形状的差异及其在水介质中运动速率和方向的不同，将矿石破碎筛分，10-40mm 矿物通过跳汰重选预先选别，密度较大的矿物颗粒在水流中的沉降速度快，处于物料层的下部空间，而密度小的矿物颗粒在水流中的沉降速度慢，处于物料的上层空间，从而实现分选预先得高炉矿产品，同时预先抛除部分尾矿（废石），选别中矿与破碎后粉矿及细粒级矿物进入下段贫矿选矿工艺继续选别，获得铁精矿产品。	1. 粗颗粒分选跳汰机； 2. 斗提输送机。	该工艺研究应用解决低品位矿石选别难题，有利于低品位铁矿物的选别与综合利用，在我国同类型的低品位铁矿山中具有广阔的推广应用前景。	海南省自然资源和规划厅
-----	-------------	--	--	---------------------------	---	-------------

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
133	高效节能环保矿料破碎技术	金属矿和砂石骨料的加工破碎。	根据圆锥破碎机的控制机制、作用原理及运行性能，设计研发的圆锥破碎机智能控制系统，实现了圆锥破碎机排料口可自动调节、过铁保护、过载保护等功能，保证了破碎设备的安全运行及稳定产出，提高产出效率，同时延长设备的使用寿命。在破碎机架体位置增设风压通道，利用智能正压环境调节技术，确保破碎系统中润滑油路及运作系统的内部清洁环保。此外，利用压差原理，在出料口附近设置自动喷淋装置，便于散逸尘粒沉降与收集。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 液压圆锥破碎机智能控制系统； 2. 破碎机油箱自动防尘控制系统； 3. 破碎机自动防尘控制系统； 4. 破碎机下架体总成自动防尘控制系统。 	该技术实现了设备的产能最大化，设备破碎效果好，产品合格率高，提高了经济效益。有效降低了现场劳动投入。同时，改善了作业环境，提高了智能化水平。对于在选矿领域内构建高效智能生产线具有重要的实践意义，推广应用前景良好。	中关村绿色矿山产业联盟
134	镜铁山式难选氧化铁矿提质降杂选矿技术	低品位菱铁矿、褐铁矿、镜铁矿复合难选氧化铁矿石等。	采用阳离子反浮选工艺实现低品位菱铁矿、褐铁矿、镜铁矿复合难选氧化铁矿石反浮选提质降杂，药剂制备简单，脱硅效果好。阳离子捕收剂大多数指胺类捕收剂，胺类捕收剂解离后带有疏水羟基的阳离子，阳离子在矿物表面依靠静电引力吸附在荷负电的矿物表面，由于大多数硅酸盐矿物在水中带负电，零电点普遍较低，胺类阳离子捕收剂可将各类硅酸盐矿物有效浮起。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采用焙烧磁选、强矫顽力人工磁铁矿脱磁、细磨、阳离子反浮选等技术措施，配合耐低温绿色环保阳离子捕收剂与水质酸化处理的工艺方案，实现含铁脉石与铁矿物的分离； 2. 将大型充气式机械搅拌浮选机首次应用于铁精矿阳离子反浮选。 	该技术脱硅效果好，对脉石适应性强，药剂制度简单，不用加温，水路不结垢，工艺流程顺行，生产稳定，操作管理方便，为低品位菱铁矿、褐铁矿、镜铁矿复合难选氧化铁矿石的提质降杂提供了一条新的工艺路线。	甘肃省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
135	金属矿超细碎及湿式磁选抛尾技术	铁矿破碎及超细碎。	高压辊磨利用矿石之间层压理论，矿石内部产生裂纹，降低磨矿能耗，可以取代细碎及一段粗磨，通过磁选提高入磨矿石品位，实现节能降耗。	1. 高压辊磨机及辊磨工艺技术； 2. 球磨及分级技术； 3. 粗粒湿式预选技术。	该技术提高了钒钛磁铁矿利用率，降低了生产成本，减少了水资源消耗，社会效益与经济效益良好，对同类型矿厂有示范指导作用。	四川省自然资源厅
136	低贫钛铁矿资源选钛高效回收工艺技术与装备	低品位橄辉岩型钛铁矿选矿。	低品位橄辉岩型钛铁矿含量较低，脉石矿物种类多，基于矿物的比磁化系数差异，通过强磁选将弱磁性矿物与非磁性矿物进行分离，使钛铁矿、钛辉石等弱磁性矿物初步富集，再根据两者之间的表面物理化学性质差异，利用浮选原理将钛铁矿与含钛硅酸盐矿物进一步分离。	1. 基于粗细分选为特点的精细分级强化分选技术； 2. 预先消除矿泥影响梯级脱泥与磁重结合分选技术； 3. 以组合捕收剂为特征的橄辉岩型钛铁矿表面性质调控技术； 4. 以三级组合分级集成新型筛网、新型磁介质等产业化装备的协同组合优化。	该技术可推广到同类钛铁矿资源的开发，对攀西地区钛资源开发利用具有重要作用，应用前景广阔。	中国矿业联合会
137	低贫磁铁矿资源高效预选设备	低贫磁铁矿石、高炉渣、钢渣等含铁固体废弃物选铁。	应用磁力分选理论，借助矿物比磁化系数差异，设计特殊磁系快速磁翻转高场强干式磁滚筒，工作状态下磁系和皮带滚筒异向旋转，不同磁性物料在复合多力场（磁力、离心力和重力）作用下实现高效分选。	应用旋转磁系，开发快速磁翻转高场强磁滚筒。	该技术有利于低贫磁铁矿开发利用，降低超贫磁铁矿工业利用品位下限、增加可利用铁矿资源储量，减少磨选作业负荷，实现低成本经济利用，提供预选设备选型与技术支撑，具有较好的推广应用前景。	中国冶金矿山企业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
138	低品位含铁围岩资源化预选技术与装备	极低品位含铁围岩、低贫磁铁矿、含铁固废。	针对白云鄂博铁矿采场境界内各种类型含铁围岩性质特征，基于磁力分选理论，利用磁铁矿与脉石矿物磁性的显著差异，进行磁系布局优化设计，利用稀土永磁磁极间磁能积较高特点，通过采用大极距、宽磁极结构形式，减小磁路损耗，有效增大磁场作用和筒体表面的磁感应强度，提高大粒度矿物的磁吸附效果，实现大块度矿石的预选。	采用稀土永磁材料，开发大极距、宽磁极、高深度、可间断、可连续的干式大块预选装备，研发粗中细三段常规逐段破碎+高压辊磨超细碎、逐段干式预选抛废技术，实现低品位含铁围岩的高效预选。	该技术能低成本经济利用含铁围岩，有效地拓展可利用贫磁铁矿资源量，并为预选技术及设备选型提供支撑，应用前景广阔。	中国冶金矿山企业协会
139	氧化锰矿流态化焙烧加工技术及系统装备	难利用氧化锰矿、铁锰共生矿等。	将氧化铁锰矿等以粉体颗粒状态送入流态化焙烧系统，在一定温度、气氛的流化状态下，将弱磁性铁矿物等转变为强磁性铁矿物，不溶于酸的二氧化锰矿物还原为易酸溶的一氧化锰矿物。焙烧矿弱磁选分离，同时获得铁精矿和锰精矿产品，实现复杂难利用铁锰共生氧化矿的无尾资源化利用。	1. 复杂矿物流态化低温焙烧反应工艺； 2. 宽粒径分布流态化焙烧反应时间可调控流化床反应器； 3. 高效粉体预热及冷却技术及装备。	该技术在实现锰铁分离，得到较高品质的铁精矿和电解金属锰原料的同时，可以大幅度减少渣排放，应用前景较为广阔。	中国冶金矿山企业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
140	混合铁矿石精确化磨矿与高效梯级回收技术	混合铁矿石的精确化磨矿与不同铁矿石的高效梯级回收。	一是基于入磨矿石的抗压强度研究，将段氏球径半理论公式应用在黑色金属矿山，形成了球磨机最佳钢球直径精确计算的方法。二是基于钢球磨损规律的分析，考虑衬板的磨损并提出球磨机“三测两表两平衡”精确化装补球方法。三是根据梅山混合铁矿石不同铁矿石的比磁化系数性质差异，开发了弱磁-浓缩-集中隔渣-水平磁场脉动高梯度强磁粗选-垂直磁场脉动高梯度强磁扫选的高效梯级铁矿物回收工艺。	1. 球磨机最大钢球直径精确计算模型。 2. 球磨机“三测两表两平衡”精确化装补球方法； 3. 弱磁-浓缩-集中隔渣-水平磁场脉动高梯度强磁粗选-垂直磁场脉动高梯度强磁扫选的高效梯级铁矿物回收工艺； 4. 一种用于强磁机介质盒的在线清洗机； 5. “高浓度磨矿-低浓度分级”磨矿分级工艺。	该技术在保证铁矿物回收率的同时，可大幅提高铁精矿品位，在难选混合铁矿具有广阔的推广应用前景。	中国宝武钢铁集团有限公司
141	外磁式磁选机在混合铁矿预选中应用技术	混合铁矿石赤铁矿、褐铁矿、钛铁矿、铬铁矿、锰矿等弱磁性矿物，以及石英、长石、萤石、高岭土等非磁性矿物的除杂提纯。	给矿矿浆进入外磁式磁选机给矿箱后，从给矿槽进入分选筒中，分选筒在一个由固定磁系装置产生的非均匀磁场分选空间内旋转时，物料中的磁性矿物受磁力和重力联合作用，吸附在分选筒的内壁或磁介质上，随分选筒一起旋转，当分选筒旋转至顶部无磁区时，由其磁性矿物自身重力作用和喷水管的水流冲洗作用，卸落进入精矿槽内收集，由精矿槽流入精矿排矿箱；非磁性物则沿着分选筒的内筒壁直接流入尾矿排矿箱，实现了磁性矿与非磁性矿的分离。	1. 外磁式高梯度永磁强磁选机； 2. 铁矿细粒级原矿预选新工艺。	该技术可以广泛应用于磁性矿物的预选抛尾、磨前抛尾、磨中抛尾等工序，大大节省磨矿成本，特别适合混合铁矿石预选，推广前景广阔。	中国宝武钢铁集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
142	节能环保智能化特大型超导磁选机	大粒度、大密度和低磁化系数类矿物的强磁选领域。	整体采用立式结构，通过移动分选腔进出磁场，实现分选冲洗间歇循环工作模式。利用低温超导技术制作超导磁体，大幅提高磁场强度的同时也降低能耗。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 特大型线圈的设计及制造； 2. 超导制冷循环技术； 3. 多点布料技术； 4. 筒形环状物料通道结构； 5. 超导线圈安全评估技术； 6. 超导磁体失超保护技术； 7. 设备智能化管理。 	该设备可以有效地提高目标矿物的回收率，减少尾废矿物的排放，大幅降低磁选作业选矿成本，增强企业在行业内的竞争力。	中国冶金矿山企业协会
143	超贫磁铁矿综合回收技术	赋存在基性、超基性岩体中的超贫磁铁矿综合利用。	通过采矿、选矿工艺技术研究和技术经济比较，确定地下开采超贫磁铁矿的综合利用的工业指标，圈定赋存在基性、超基性岩体中的超贫磁铁矿体；利用现有开采工业矿体开拓运输系统，施工必要的采准工程；选择适宜的采矿方法和选矿工艺流程，实现井工开采的超贫磁铁矿的综合利用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 浮选磷矿（一次粗选三次精选、一次扫选的浮选流程）； 2. 弱磁选铁（一次粗选、两次精选的三段磁选工艺）工艺； 3. 重选-强磁联合流程选钛（一次重选、一次强磁磁选的两段工艺）。 	该技术利用既有开拓系统可以对近矿围岩中的超贫磁铁矿进行综合回收利用，经济效益、资源效益显著，对国内超贫磁铁矿提供了综合利用路径选择。	河北省自然资源厅
三、综合利用技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
144	微细粒尾矿膏体浓缩及充填技术	微细粒铁尾矿处置与利用。	采用尾矿旋流器分级-粗粒振动筛脱水技术，实现粗粒尾矿的回收利用；通过微细粒分级尾矿膏体浓缩技术获得膏体尾矿，并与矿渣基胶凝材料混合制备胶结充填料浆，实现细粒尾矿充填；膏体浓缩溢流水作为回水自流返回生产系统使用。实现低品位铁矿山的无尾排放。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 粗粒尾矿分级回收技术； 2. 微细粒分级尾矿膏体浓缩技术； 3. 微细粒膏体尾矿胶结技术； 4. 微细粒膏体尾矿输送技术。 	该技术为我国微细粒尾矿综合利用以及大宗安全处置提供了新的技术途径，可根据矿山实际情况部分或全部实施，为类似矿山尾矿综合利用、采空区胶结充填等提供技术支撑，具有广泛的推广应用前景。	中国中钢集团有限公司
145	铁矿山废石综合利用生产建筑骨料技术	铁矿石破碎干选废石、铁矿采矿剥离围岩的资源化利用。	利用破碎设备、振动筛分设备、集成破碎整型设备、空气筛设备对铁矿产废石进行加工，得到不同粒级的合格石砬、机制砂、石粉等建筑砂石骨料，同时利用干式磁选设备对废石中少量的铁矿资源进行回收，使铁矿产废石得到资源化利用，有效解决了废石堆存带来的维护成本高、安全环保压力大等难题。	<ol style="list-style-type: none"> 1. “预选检查筛分-筛上物料细碎闭路返回-筛下物料整型破碎-筛分出产品”的破碎、筛分关键工艺技术； 2. 空气筛； 3. 双磁辊干式磁选技术。 	该技术可提高固体废弃物、尾矿的消纳量和产品质量，为大型铁矿固废资源综合利用提供重要技术支撑，在河北、内蒙古等大中型铁矿山广泛应用推广。	河北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
146	橄辉岩型钒钛磁铁矿利用技术	以橄辉岩型为主的钒钛磁铁矿资源。	采用强磁抛尾-粗精矿再磨-重选-浮选重点抑制橄榄石的联合工艺流程。联合工艺制备出的选钛入浮物料具有品位相对较低、脉石易浮难抑、粒度相对较细（-200目含量70%左右）等特点，通过以硫酸调浆控制浮选pH≈4.5，采用自制复配选择性钛铁矿捕收剂EM-326，重点研制出一种针对橄榄石矿物的选择性抑制剂EM-A，采用一粗一扫四次精选的浮选工艺流程，实现钛铁矿的高效回收。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高效选择性解离强化分选新技术； 2. 阶段磨矿-选择性解离-复合力场磁选精选的选铁新技术； 3. 强磁抛尾-粗精矿再磨-重选-浮选重点抑制橄榄石的联合选钛工艺； 4. 具有复合力场的高效选铁精选设备-浮电磁精选机； 5. 一种针对橄榄石等脉石矿物的选择性抑制剂EM-A； 6. 低品位钛铁矿选择性捕收剂。 	该技术对提高以橄辉岩型为主的钒钛磁铁矿资源的利用率有着重大意义，可在攀西地区乃至全国同类矿区推广应用。	中国地质调查局
147	复杂铁矿资源共伴生磷灰石等有价值组分综合回收技术	复杂铁矿资源中共伴生磷灰石等有价值组分的综合回收。	借助矿物比磁化系数差异，依托强磁工艺，实现不同磁性矿物分组分选；应用流体力学原理、STOCKS沉降理论、矿粒不等速沉降机理，借助浓缩脱泥技术，消除矿泥对后续浮磷作业的不良影响。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 弱磁选铁尾矿高梯度强磁选技术； 2. 倾斜板浓密脱泥技术。 	该技术能够实现铁、磷有价值组分的经济回收，使资源得到最大程度的利用，在共伴生磷灰石的低品位铁矿中具有较好推广应用潜力。	中国矿业联合会、中国五矿集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
148	尾矿高效浓缩、建筑砂提取、尾砂干排一体化技术	冶金矿山尾矿的资源化利用与合理处置。	按照减量化、再利用、资源化原则，以高值化、规模化、集约化利用为核心，从减少尾矿排放、降低尾矿输送消耗和尾矿综合再利用角度出发，设计研发集尾矿高效浓缩、尾矿二次回收、尾矿干排及建筑砂提取于一体的规模化的全流程一体化尾矿处置工艺系统。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 浓密机高效化改造； 2. 隔膜泵高效输送技术； 3. 尾矿干排工艺； 4. 尾矿高浓度一级泵站输送技术。 	该技术可大幅度降低企业尾矿处理成本，减少尾矿堆存造成的土地资源浪费，有效缓解矿山企业新建或扩建尾矿库的经济压力，改善矿区生态环境，社会效益和经济效益显著，可在国内大部分金属矿山企业推广应用。	中国冶金矿山企业协会
149	中细粒级湿尾矿脱水干排技术	中细粒级尾矿选矿。	将中细粒尾矿输送至旋流器+振动脱水筛系统，通过旋流器浓缩分级，旋流器底流给入脱水筛，筛上物料干排堆存作为建筑用砂销售，对筛下物料和旋流器溢流经过浓缩机脱水，再给入陶瓷过滤机，滤饼干排堆存。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 关键技术：中细粒级湿尾矿高效浓缩与高频振动脱水技术； 2. 关键设备：多锥旋流器与高频直线振动筛、深锥浓密机、陶瓷过滤机。 	该技术可将中细粒级湿尾矿浓缩脱水后生产建材产品，还可以节省传统尾矿库的建设维护及充填费用，节省占地面积，消除尾矿库带来的安全隐患和社会问题，具有良好的推广应用前景。	中国冶金矿山企业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
150	磁铁矿尾矿库尾砂综合利用及尾矿库恢复使用技术	磁铁矿尾矿库。	通过尾矿库尾砂性质分析与研究，确定尾砂再选回收铁金属的可行性；针对尾砂综合利用的工艺特点、尾矿库尾砂堆存现状，确定合理的尾砂综合利用生产规模、尾砂开采方案，以保证尾砂综合利用工程实施的可靠性。尾矿库开采完毕后，通过尾矿库恢复使用可行性研究，确定尾矿库恢复使用工程技术方案；通过对回采尾矿库局部回填，对尾矿坝进行加固处理，对原排洪系统进行封堵等技术措施，再恢复尾矿库使用。	1. 尾砂粗选-磨矿-精选联合工艺； 2. 移动式双壁波纹管作为排洪管； 3. 副坝废石压坡加固、排土体压坡处理。	该技术为矿山充分利用矿产资源提供了技术支持，在国内磁铁矿尾矿库尾砂综合利用领域具有广泛的推广价值。	中国冶金矿山企业协会
151	细粒铁尾矿高效浓缩脱水 and 资源化利用技术	含铁微细粒尾矿作为水泥行业铁质校正剂进行全量资源化利用。	按照“减量化、再利用、再循环”要求，研发“微细粒表面电荷中和-加重剂颗粒协同沉降-挤压双电层絮凝浓缩-微细粒高压压缩脱水”成套新技术，借助高压隔膜压榨压滤机使滤饼变薄挤出孔隙中饱和水，降低滤饼水份，实现微细粒尾矿压滤，减少尾矿库湿尾排放量。	1. “负倾角高频细筛筛分-超长变锥旋流器分级-细粒陶瓷过滤-挤压双电层絮凝浓缩-微细粒高压压缩脱水”成套技术； 2. 高压隔膜压榨压滤机。	该技术可以大幅度减少湿尾排放量和尾矿堆存土地占用，提高企业经济效益和社会效益，对国内外尾矿资源化利用具有示范推动作用，具有良好的推广应用前景。	中国宝武钢铁集团有限公司
四、数字化智能化技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
152	矿浆管道输送机械清管除垢技术	矿浆输送管道清管除垢。	根据管道最小内径、平均内径及垢质层厚度，设计不同类型清管器。将清管器放入管道内，利用管道内的输送介质推动清管器，清管器将表面垢质层刮下并推出管道。通过改变清管器类型逐步加大清管器口径及清垢能力，逐层清理结垢，直到满足要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 长距离铁精矿矿浆管道在线机械除垢关键技术； 2. 清管器接收及发射装置； 3. 直碟机械清管器； 3. 割刀铣刀机械清管器。 	该技术不仅可以解决老旧管道结垢问题，同时对预防管道结垢有显著效果，保证管道系统的安全稳定生产。	内蒙古自治区自然资源厅
153	磨矿分级专家控制系统关键技术	磨矿分级生产流程。	该技术整合了大量具有丰富磨矿分级作业经验的操作人员、工艺专家和控制专家的生产经验和知识，具备了对于磨矿分级控制有专家级别的知识、经验和处理问题的能力，能够通过合理的分析和推理，实现了对实际生产过程的指导。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分布式磨矿分级专家控制系统； 2. 磨矿分级作业智能优化控制技术； 3. 磨矿分级控制系统协同控制技术。 	该技术以先进的测控技术为基础，从基础测控到高级智能控制，提出了一套完整的解决方案，有效解决了工艺复杂、矿石原料因素不确定等选矿控制问题。其推广应用对于提升我国选矿生产智能化水平具有重要意义。	中关村绿色矿山产业联盟

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
154	副井提升机“电梯式自主运行”控制技术	地采矿山副井提升作业。	依托于副井提升机的机械、操车和信号基础装备，利用智能检测、PLC控制、无线通讯与机电一体化传动等先进成熟技术装备，创新开发井口“机器人”安保设施、PLC冗余提升系统控制设备、高速高可靠性的无线通讯装置、罐笼无线供配电装备，提升闭锁与智能化提升运行软件控制技术。同时，配套全新提升运行监控管理模式，改传动人工手动操作运行为智能化自主运行，实现副井提升机的“电梯式自主运行”功能。	1. 现场环境安全监测“机器人”系统； 2. 无线接入点、无线客户端与定向天线技术装备。	该技术解决了传统提升机的协同操作效率低、人力资源占用多的实际问题，技术与装备满足金属、非金属地采矿山工况环境，具有广泛的应用和推广价值。	中国矿业联合会
155	选矿厂智能布料机器人技术	黑色金属等矿产的选矿布料过程。	一是布料机器人采用超声波检测料仓的料位情况，料仓内矿料高度低于预设料位上限时，布料车将停留在此料仓。二是输送带将矿料从料场输送到智能布料机器人系统的布料车的料斗中。三是布料车开始将矿料漏放到料仓中，同时系统的超声波料位检测系统开始检测料位高度，当检测到料仓内矿料高度达到预设料位上限时，布料车停止布料。四是所有料仓矿料高度达到预设料位上限后，布料机器人系统发送信号至输送带系统，通知矿料输送带系统停止输送矿料。五是当料仓组中某个料仓的矿料被使用后，料仓清空或料位下降至料位上限以下时，布料车会自动行进到该料仓位置，开始布料。	1. 位置感知系统； 2. 仓位识别系统； 3. 车地互联系统； 4. 车载控制系统； 5. 地面控制系统； 6. 人机交互系统。	该技术可以代替人工布料操作，实现自动布料，均匀布料，可以推广应用于煤矿、火力发电厂、钢铁企业等。	中国冶金矿山企业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
156	井下电机车全自动运行系统	金属矿山井下有轨运输。	融合5G通讯技术，实现电机车运行过程中自动派配矿、运行、装矿、卸矿，使井下有轨运输系统实现全自动化。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5G无线通信系统融合； 2. 视频识别技术； 3. 派配矿数学模型。 	井下有轨运输自动化是地采矿山一个突破性的、打破常规的技术进步，是智能矿山建设的重要内容。通过实施该系统，可以达到井下少人、无人，从根本上杜绝井下安全生产事故，改善职工工作环境，实现本质安全。	中国冶金矿山企业协会、中关村绿色矿山产业联盟
有色金属类						
一、高效开采技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
157	全尾砂膏体充填成套技术及装备	矿山开采后空区充填及尾矿排放。	该技术采用深锥浓密机将尾矿浆浓缩至65%~75%，输送至料浆搅拌制备系统，同时添加胶结剂进行精确配比搅拌，制备成符合泵送要求的充填料浆，充填料浆经过专用充填工业泵加压泵送，沿管道输送至充填区域进行施工作业。采用充填专用控制阀组进行不同区域和管道流量的控制，管道压力监测技术可实时掌握管道内料浆的流动状态，提高充填效率和安全。成套系统全自动集中控制采用智能控制系统，使充填系统快速、有效地完成充填作业，记录系统全过程运行情况，并及时反馈故障信息，可减少人员配置，提高劳动生产率，降低人为操作失误的概率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高效给料技术； 2. 自动稀释装置； 3. 底流循环技术； 4. 溢流水澄清技术。 	该技术可广泛应用在有色金属矿、黑色金属矿、贵金属矿等，应用范围广，市场需求和推广潜力大。	中关村绿色矿山产业联盟
158	离子型稀土无铵开采提取工艺	离子型稀土矿山开采及后处理。	用浸矿液从天然埋藏条件下的非均质矿体把呈吸附态的稀土离子交换浸出并回收稀土元素的采矿方法。	采用硫酸镁浸矿、氧化镁富集的浸矿技术，收集稀土母液后，利用搅拌设备浆化氧化镁，与稀土母液在搅拌桶中充分反应共沉淀，达到全元素回收的目的。再对产品采用工厂化的方式集中处理，提纯稀土，产出硫酸镁和氧化铝副产品，实现资源综合利用。	该技术可改变离子型稀土资源开发利用过程中氨氮污染的环境问题，进一步提高采选综合回收率，资源综合利用。在赣、粤、闽、湘、桂、滇、浙等南方诸省（区）离子型稀土矿山中具有广阔的应用前景和价值。	中国有色金属工业学会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
159	露天金属矿大规模安全高效开采关键技术	浅埋、规模超大的露天开采金属矿山；含硫矿石等特定环境下现场混装炸药的爆破作业。	针对矿用现场混装车炸药性能不稳定、贮存期短、含硫矿炮孔易发生自燃自爆事故的问题，开发研制了乳化炸药专用油和预装药的PCE高分子乳化剂、地面制乳孔内敏化炸药配方及其工艺设备，提高了混装炸药的安全性和产品性能；配合首创研发的台阶爆破数字化管理平台与钻孔精准定位系统，大幅提升了金属矿山露天大规模开采爆破作业的安全性和精准性；辅以超高阶段排土、深部开采联合运输、伴生有价元素当量品位等技术措施，有效提高了大型露天金属矿安全高效开采水平和伴生有价元素的资源综合利用水平。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 炸药制备工艺与爆破成套关键技术； 2. 大型露天金属矿山超高阶段排土及边坡稳定关键技术； 3. 大型露天矿深部开采联合运输关键技术； 4. 贫铜矿及矿山伴生有价元素当量品位关键技术。 	该技术有利于提升矿产资源综合利用率，确保矿山安全生产，在我国大型铜、钼、黄金露天矿具有良好的推广应用前景，其中的爆破技术在基础设施建设等方面也有一定的应用前景。	中国有色金属工业协会
160	深井硬岩矿床大规模高效开采工艺技术	矿体厚大、矿床埋藏深的超大规模、超深井开采矿山。	针对矿体厚大、矿床埋藏深、地应力高的开采技术条件，在针对性岩体力学深入研究的基础上，提出适合于高应力环境的回采方法和回采顺序，确定适宜的采场结构参数，实时监测并采取合理措施防止岩爆危害，通过高强度回采、高效率高质量充填，形成了深井硬岩矿床大规模高效开采工艺技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大直径深孔空场嗣后充填采矿法； 2. 采场结构参数、回采顺序优化技术； 3. 深井地压实时微震监测技术； 4. 高效率高质量充填技术。 	该技术经济效益、社会效益显著，在国内超井深、超大规模矿床的开发中具有很好的市场前景和推广价值。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
161	露天坑全尾砂充填治理与深部资源协同安全开采关键技术	露天转地下矿山深部资源协同开采矿山，废弃露天坑综合治理。	利用膏体/高浓度胶结尾砂充填料浆大面积分区、逐层阶梯式充填露天坑，阻断露天坑与地下采场之间的水力通道，既有效解决资源开采的尾矿堆存问题，又为井下协同开采提供了安全保证，降低了开采难度，同时还安全、高效、经济地综合治理了废弃露天坑，实现了露天转地下矿山的绿色低碳发展。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全尾砂胶结充填技术； 2. 深锥浓密机及充填控制系统。 	该技术可以大量减少尾矿库库容，具有低成本、安全高效、环境效益好等突出优点，适宜在我国众多露天转地下矿山和露天坑综合治理中推广应用。	中国有色金属工业协会
162	低品位厚大矿体自然崩落法连续高效开采技术	地表允许塌陷，具有厚大矿体的大型或超大型矿山，特别是低品位厚大矿体矿山、大型露天转地下矿山。	在矿岩可崩性评价的基础上（必要时可水压致裂改变矿岩条件），确定矿体开采范围，用普通回采方法采掘形成放矿底部结构和下部水平的一薄层矿石形成自然崩落拉底空间，利用拉底空间使阶段内的矿体失去支撑，矿岩在自重应力、次生构造应力的作用下沿自身的软弱结构面逐层自然崩落，破碎的矿石有计划地持续通过底部结构在崩落覆盖层下放出，从而保证上部矿岩崩落持续向上扩展，直至上部覆盖岩石崩落并产生地表塌陷，实现安全、高效、连续生产，形成了低品位厚大矿体自然崩落法连续高效开采技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 崩落顶板监测技术； 2. 水压致裂矿岩条件预改变技术及装备； 3. 矿岩崩落特性精准评估技术； 4. 智能化出矿及放矿排产优化管理控制技术； 5. 底部结构应力迁移及主动式支护技术； 6. 自然崩落法安全、高效、连续生产工艺技术； 7. 自然崩落法拉底爆破与地压防治技术。 	我国铜、铁等大宗消费矿产资源禀赋差，大量低品位厚大矿体受到资源禀赋差和生产成本高的双重制约目前无法得到有效开发利用，因此，低品位厚大矿体自然崩落法连续高效开采技术在我国具有十分巨大的推广应用前景。	中国有色金属工业协会、中国铝业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
163	地下矿山层叠采空区低品位矿柱大直径深孔机械化开采技术	地下矿山厚大矿体开采及采空区处理和低品位矿柱回采。	针对大直径深孔采场切割井施工的安全风险，研发了单自由面下安全高效新型拉槽爆破和爆破成井关键技术，利用普通雷管随机延时误差降振的束状炮孔掏槽爆破新方法，有效突破拉槽爆破夹制性限制，既安全高效形成了切割井，又从根本上降低了施工安全风险；利用脱水管的合理布置实现了对充填接顶过程的有效观测及控制，既减少了辅助工程施工，又提高了充填接顶率，保证了采场稳定及二步骤采场回采的安全性；优化配套潜孔钻机、遥控铲运机、遥控碎石机等机械化采矿设备，大大提高了矿山开采安全性和矿柱资源回采率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大直径深孔侧向崩矿嗣后充填采矿法； 2. 一种采场充填的接顶方法； 3. 单自由面下安全高效新型拉槽爆破和爆破成井关键技术。 	该技术可改善危险采空区、环境恶劣作业地点的残矿回采及出矿问题，实现了金属矿山多重层叠空区地压监测控制及矿柱安全高效回采，在金属矿山具有极大的推广应用价值。	广西壮族自治区自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
164	地下矿山回采进路高效综合充填接顶技术	金属非金属地下矿山。	采场内一步进路和二步进路垂直矿体走向间隔布置，底盘联络道略高出各回采进路；各回采进路均下坡施工；一步进路施工时在迎头施工横向联络巷贯通数条一步进路，并在其中一个进路迎头挑顶形成放砂硐室；然后在各一步进路入口处架设敞口式的充填挡墙；充填时利用顶板的自然坡度及充填管道内的料浆压力实现反向充填接顶；二步进路充填时在底盘联络道两端设置挡墙，充填管道架设至底盘联络道中央，利用底盘联络道与各进路的高差及充填料浆的流动性实现二步进路的正向自然接顶。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 回采进路优化布置技术； 2. 充填管道带压反向接顶技术。 	该技术能够提高劳动生产率，增强采场顶板安全可靠，降低生产成本，工艺简单，操作难度小，适应性强，具备良好的推广价值和应用前景。	江苏省自然资源厅
165	黄金矿山薄矿脉安全高效开采技术	薄矿脉品位较高资源。	针对黄金矿山薄矿脉开采过程中生产效率低、工人劳动强度大、采场地压显现频繁等问题，通过市场调研、理论分析、数值模拟、现场试验等技术手段，研究一种新型充填材料，考虑薄矿脉矿体点多面广的赋存情况，研发一整套可移动式，运行问题的充填设备，提出一种适用于薄矿脉安全高效开采的采矿工艺，最终提高生产效率、降低人工劳动强度、并有效控制采场地压，保证矿山安全、经济、高效、低贫损的生产。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于薄矿脉的充填工艺； 2. 薄矿脉安全高效开采技术； 3. 可移动式、运行稳定的充填配套设备。 	该技术为薄矿脉安全高效开采奠定了基础，提供了技术保障，经济效益可观，可在更多的薄矿脉矿山进行推广，具有广阔应用前景。	中国黄金集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
166	超细尾砂模块集成充填技术	金属、非金属矿山尾砂脱水充填，尤其是细尾砂和超细尾砂充填。	通过现场调研、室内试验、理论分析、现场实测、对比分析等综合研究及技术手段，从超细尾砂浆浓缩、放砂、制备、充填站建设、井下充填等多环节入手，应用超细全尾砂高效絮凝沉降技术、无动力膏体仓储浓密技术、膏体防板结稳态放砂技术、集成高效活化搅拌技术、无尘搅拌与液位调控技术、模块化短流程胶结充填工艺、全自动风水联合高效少水洗管技术、采空区充填接顶及监测技术、采空区充填料浆快速脱水技术等，应用效果好，经济效益、社会效益及环保效益显著。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 超细粒级尾砂高效浓缩及稳态高浓度放砂技术与装备； 2. 高黏性料浆短流程低能耗高质量制备技术与装备； 3. 膏体模块化集成充填技术； 4. 井下尾砂胶结料浆高质量充填保障技术。 	该技术充填质量高、建设投资低，浓度高，利于保护环境，安全性好，可广泛应用于金属非金属地下开采的矿山中。	中关村绿色矿山产业联盟
167	大体积充填体间厚大矿柱大规模安全高效开采技术	井下充填体间大规模安全回采水平矿柱，多中段同时回采。	分析研究充填体间矿柱采场稳定性，确定合理的中段回采顺序和大孔采场结构参数，通过在充填体下增设辅助中段布置大孔凿岩硐室技术，解决充填体间大孔采场硐室失稳的难题；采用大直径深孔回采上盘主矿体，待充填完成后，在凿岩硐室内布置下盘采场主矿体大孔和顶柱中深孔，采用微差爆破方式同时回采采场下盘主矿体和顶柱。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大体积充填体间水平矿柱大直径深孔和顶柱中深孔联合开采技术； 2. 采场大孔与顶柱中孔同时爆破的落矿方式； 3. 三维数值模拟和微震监测耦合分析的地压预测方法。 	该技术解决了大体积充填体下回收中段水平矿柱的关键问题，实现了中段水平矿柱的安全、高效回收，可推广到国内类似矿山。	新疆维吾尔自治区自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
168	大型金属矿床三步骤连续开采技术	深部金属矿厚大矿体的全面开采。	<p>针对深井高应力复杂开采环境的厚大金属矿体，采用了暂留隔离矿柱的大盘区、大采场、大产能的三步骤回采工艺。即：沿矿体走向布置盘区，盘区间暂留隔离矿柱，盘区内垂直矿体走向划分矿房与矿柱；</p> <p>骤回采矿房，嗣后全尾砂胶结充填——回采矿柱，嗣后全尾砂弱胶结充填——回采盘区隔离矿柱，嗣后全尾砂充填。三步骤连续回采，充分利用应力缓释与动态平衡原理，改善了盘区采场回采的安全条件，有利于区域地压控制；可以多盘区同时回采，生产能力大；采场回采方式灵活，有利于维持生产稳定；不留矿柱全面回采，资源综合利用率高。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分步回采盘区布置的优化技术； 2. 采场结构参数的优化技术； 3. 采准布置优化技术； 4. 凿岩爆破优化技术； 5. 空区三维激光扫描技术； 6. 监测工作开展微震监测技术。 	<p>该技术具有较好的创新性，应用实践表明三步骤连续回采资源的综合回收率可达到81%。在我国深部金属矿厚大矿体的矿区中推广前景广阔。</p>	安徽省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
169	多层薄至中厚低品位矿体空场嗣后充填连续开采技术	金属矿山厚大矿体、多层薄至中厚低品位矿体地下开采。	<p>针对多层薄至中厚低品位矿体开采技术难题基于经济合理开采品位、岩体-充填体协同作用机理及采场结构优、大体积立式胶结充填体强度、充填挡墙结构及强度、立式砂仓连续高浓度稳定放砂、膏体自流管输充填等理论，利用多层矿体边际经济合采可圈品位模型，二次圈定矿体，使多层薄至中厚矿体规整为厚至极厚矿体，将二次圈定矿体划分I步矿房和II步矿房，先采I步矿房后采II步矿房，I步矿房胶结充填形成人工矿柱为II步矿房回采提供安全可靠的作业环境，II步矿房回采结束后进行非胶结充填，形成多层薄至中厚低品位矿体空场嗣后充填连续开采技术。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 阶段空场嗣后充填连续采矿技术； 2. 胶结充填体分层精准充填技术； 3. 膏体大流量自流管输充填关键技术； 4. 多仓并联连续高浓度稳定放砂技术； 5. 充填挡墙快速构筑技术。 	<p>该技术易于实施，不仅适用于多层薄至中厚低品位矿体的安全高效低成本开采，可大幅度提高多层薄至中厚低品位矿产资源开发利用水平，还可推广应用于厚大矿体。</p>	中国铝业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
170	基于MES的深部资源采矿综合技术	采矿作业区域满足网络覆盖条件且具备大型设备循环工序作业的地采矿山。	根据“室内试验+理论分析+现场测试”成果，通过理论计算和仿真模拟技术优化盘区及采场结构参数；以人的行为、设备的效率和作业面状态为抓手，构建数字化、信息化管控平台，依托信息化平台和智能化装备组织采场设计与生产管控，充分发挥智能化装备效率，使生产过程可控，生产组织和管理透明、集中、高效，生产衔接紧凑有序，形成了大盘区无轨信息化膏体充填采矿新方法；基于精细透明化生产管控MES-APP系统打造安全、高效、绿色生产模式，用较少的采场和设备人员投入，实现了安全高效生产与“降本增效”目标，集成为基于MES的深部资源采矿综合技术。	1. 大盘区无轨信息化膏体充填采矿新方法； 2. 生产信息化管控平台与系统； 3. 精细透明化生产管控MES-APP系统； 4. 采场高效生产关键技术。	该技术可大幅度提高地下金属矿山资源开发装备技术水平和生产效率，经济效益和社会效益显著。也可在智能矿山建设中广泛应用。	中国有色矿业集团有限公司
171	新型全尾砂胶结充填材料	采空区治理或充填采矿法矿山。	以活性激发理论为指导，采用机械-化学激发相结合的复合活化方式，研制成一种以固体废弃物为主要原料（固体废弃物利用率可达85%以上）的高性能新型全尾砂胶结充填材料。	由高炉水淬渣、钢渣、粉煤灰、激发剂与外加剂优化配方，经串联粉磨等特定工艺配置而成新型全尾砂胶结充填材料。	该材料既解决了矿山开采产生的工业固废对生态环境的破坏问题，又解决了工业固废综合利用问题，使其变废为宝，经济效益和生态环境效益显著。	中国节能环保集团有限公司
二、高效选矿技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
172	难选铜硫矿高质量回收关键技术与装备	有色金属硫化矿的浮选回收。	针对原矿含硫高且被自然活化，导致铜、硫界面性质趋同难以分选，以及铜、硫选矿的回收率、品位低等难题，从基础理论研究、核心技术和工程转化三个层面形成了浮选装备、药剂和工艺流程的重要创新和突破，开发了难选铜硫矿高质量回收关键技术和装备。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高含氮官能团的铜矿物选择性捕收剂和以硫化钠沉淀难免离子的抑硫技术； 2. 具有中置浅槽化叶轮-定子和底部闭式矿浆循环系统的新一代大型自吸浆充气式浮选机； 3. 最大型40立方米自吸气自吸浆浮选机和浮选柱在精选段组成“柱机”联合机组； 4. 浮选流程故障自适应调节技术。 	该技术为难选铜硫矿高效开发提供了较成熟的技术解决方案，可单独或联合使用来推动同类型矿产资源的高效开发。目前已在多个矿山的难选铜硫矿回收中得到推广应用，经济效益和社会效益可观，同时可推动有色金属矿山硫化矿浮选配套装备的技术进步。	广东省自然资源厅
173	复杂低品位黑白钨混合矿高效清洁浮选新技术	黑、白钨混合矿石的选矿。	采用“GY”法黑白钨混合浮选工艺，粗选作业以GYB和脂肪酸作为黑白钨矿捕收剂，并以大量水玻璃作抑制剂，通过强磁进行黑白钨分离，白钨精选作业采用传统的“彼得罗夫”法加温精选工艺，黑钨采用常温浮选工艺，钨选矿综合回收率65%。新工艺的主要特点是钨粗选作业不加抑制剂水玻璃，通过新型配位体捕收剂实现对黑钨矿、白钨矿和锡石的同步浮选富集，钨粗精矿中萤石损失减少，同时在选钨过程中未受到水玻璃的抑制，为萤石的回收提供了有利条件。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新型立体金属离子配合物捕收剂； 2. 白钨常温精选工艺； 3. 聚铁-针铁矿联合处理工艺。 	该技术具有绿色节能增效减排效果，可大幅度提高我国复杂钨资源的利用效率，已在多个矿山的钨多金属回收中得到推广应用，取得了良好效果，可推广到我国锡石、稀土矿、金红石、钛铁矿等其它矿山。	中国五矿集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
174	铈资源无废绿色高效利用技术	选矿分选、尾矿处理、老采空区回填、废水回收与利用。	运用智能机选设备对原矿中粗粒进行预抛废提高抛废率、回收率，减少磨浮尾矿，磨浮尾矿再进行旋流分级，其中粗粒尾矿用于井下胶结充填，细粒尾矿经高效浓缩、脱水、压榨固化后一部分用于老采空区回填，一部分外运（销）；尾矿废水经特异絮凝剂絮凝后充分减低废水中固体含量再回用至选矿。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基于X射线衍射的智能分选技术； 2. 细粒尾砂膏体浓缩脱水技术； 3. 细粒尾砂固化及应用； 4. 基于特异性絮凝剂及膏体浓密机精确絮凝反应控制的废水回用及技术。 	该技术具有自动化水平高、降低废水处理成本和环保风险、提高选矿生产用水保障等特点，可实现原矿高效抛废、细粒尾矿高效浓缩充填、废水循环利用，经济效益和环境效益显著，对国内其它低品位矿产资源的开发具有示范和推广意义。	中国五矿集团有限公司
175	极低品位钨多金属矿绿色高效利用技术	钨（铜钼铋银）多金属矿选矿分离。	基于钨、铜、钼、铋、银和硫矿物反射率、密度、可浮性等差异，利用“光电选-重选-浮选”联合工艺，实现钨多金属矿的综合回收。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光电选-重选等成套抛废技术； 2. 钨硫分组-分类磨矿-异步浮选分离技术； 3. 矿山废水清洁改质与循环利用技术。 	该技术实现了伴生钼、铜、铋、硫、银等元素回收，钨精矿品位和回收率大幅度提高，含杂显著降低，技术成果已在广晟、云锡等形成了示范，推动了行业科技进步，使极低品位的稀有金属共伴生呆矿资源化，成为接替资源。	广东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
176	大型有色金属选矿半自磨高效碎磨技术	大型有色金属矿选矿前准备作业。	采用破碎机、半自磨机与球磨机组合工艺，实现常规三段一闭路破碎+一段磨矿的功能，取代中碎、细碎、筛分作业，筛下产品进入球磨回路，与球磨机排矿一并经旋流器分级，旋流器沉砂返回球磨机，旋流器溢流给到选别作业，简化工艺流程，实现最终矿石的准备，满足后续选别需要。	1. 关键技术：采用JK软件模拟半自磨工艺，确定半自磨碎磨流程，选择关键设备的规格型号，拟定合理的操作参数（比如钢球尺寸、装球率、磨矿浓度、筛孔尺寸等），通过控制系统实时调整工艺、操作和设备等参数，实现生产产品合格、运营成本降低的目标； 2. 关键设备：半自磨机、球磨机、顽石破碎机、水力旋流器及其配套的控制系統。	该技术可提高生产稳定性，具有作业率高，流程短等特点，有利于选矿的自动化建设，适应矿石性质的变化，提高劳动效率，适用于所有金属非金属矿选矿作业，特别适合于矿石含水含泥多而导致工艺流程不顺畅的情况，应用范围广。	中国有色金属工业协会
177	铜铅分离的环境友好型铅抑制剂	含铜铅硫化矿中含铜铅原矿、精矿产品的铜铅分离。	通过淀粉高分子化合物嫁接磷酸亲固官能团合成环保方铅矿抑制剂，该抑制剂同时含有多羟基和磷酸官能团，通过分子中的磷酸根与羟基协同作用，达到对硫化铜铅矿的高效分离目的。通过纯矿物研究、不同矿山铜铅混合精矿铜铅分离的小型实验室试验及工业试验，进一步验证抑制剂对方铅矿的抑制效果，形成安全环保、使用方便的铜铅分选技术。	1. 方铅矿抑制剂。该抑制剂环保无毒、成本低廉、添加安全、使用方便，形成标准化合成工艺。 2. 关键工艺：建立环保方铅矿抑制剂工业生产线，且生产工艺简单、绿色环保、无三废排放，实现零排放标准。	该抑制剂在铜铅分离中能够完全替代重铬酸盐等传统抑制剂，对铜铅分离的适应性强，消除了铬离子带来的环境污染，整个工艺流程绿色环保，回水可全部循环使用，实现零排放，促进了行业技术进步。目前已工业化生产及在多个企业产业化应用，带来显著的经济社会效益和环境效益。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
178	JPXRT智能矿石拣选系统矿物分选技术	各矿种原矿石采出初碎、中碎、细碎之后，进入浮选车间之前。	利用不同元素对X射线衰减能力不同的特性，进行物料的识别，并结合高性能计算和大数据技术，模拟人眼视觉和大脑，通过不同的光谱成像，辨析矿石表面的蚀变成色、纹理、荧光反应等，对矿石进行快速精确的定性、定量分析并有效分拣。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 紫外荧光检测技术 (UV)； 2. 可见光检测技术 (COLOR)； 3. 近红外检测技术 (NIR)； 4. X射线穿透检测技术 (XRT)； 5. X射线荧光检车技术 (XRF)； 6. 激光诱导检测技术 (LIB)； 7. 涡电流电磁感应检测技术 (ET) 	该技术是一种新型的智能选矿技术，能够快速实现原矿的预富集或预抛尾，从而提高入选品位，降低生产成本，拓展了低品位矿石的利用路径，显著提高资源利用效率，已有多家矿山应用示范并取得良好效果。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
179	铝土矿大型无传动节能高效浮选新技术与新装备	铝土矿及其它矿产资源的选矿。	矿浆从给料管进入分配系统，然后由分配系统分配到各矿化系统。空气从进气口压入矿化系统，在矿化系统内，高速流动的矿浆将空气打碎成微气泡并与矿浆形成含有大量微细气泡的气、固、液三相体系，在高紊流状态下实现气泡与矿浆的高效矿化。矿化系统与矿化喷头之间由矿化管连接，含有大量微气泡的三相体系在矿化管内二次混合并高度紊流矿化，然后仍保持较高能量状态进入矿化喷头，由矿化喷头上的喷嘴喷射入浮选槽内，并在浮选槽内形成大量分散性能良好的微泡，目的矿物在微泡浮力的作用下以低紊流状态向上升浮至泡沫层后溢出到精矿槽；在升浮过程中亲水性的矿物颗粒下沉，最后到达浮选槽底部由底流出口排出，实现目的矿物有效分选。	1. 粗粒闪浮技术； 2. 无堵塞喷射式矿化技术； 3. 尾矿、中矿沉降式分选技术； 4. 高浓度浮选技术； 5. $\Phi 6000\text{mm}$ 大型无传动浮选槽。	该技术装备适用于铝土矿的选矿，设备能耗低、建设面积小，对于降低铝土矿选矿成本，进一步优化工艺技术指标，提高铝土矿选矿行业竞争力有着重要意义，经济社会效益显著，符合国家产业发展，在其他矿产资源领域也具有较好的推广前景。	河南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
180	工艺矿物学参数自动分析系统	选矿（工艺矿物学）、煤炭、地质、冶金等领域的矿物参数自动定量分析。	通过BPMA软件控制扫描电镜，获得指定位置的背散射电子图像；采用先进的图像处理技术完成粘连颗粒分割与矿物颗粒灰度分相，确定能谱仪点分析位置；分别通过扫描电镜和能谱仪的API函数自动采集指定位置的能谱数据；通过实测矿物能谱谱线与理论矿物能谱数据库或用户自定义的矿物谱线库进行匹配以识别矿物；最终结合现代图像分析技术进行计算机自动拟合计算和数据处理，计算出样品的矿物组成与含量、解离度、连生程度、粒度、嵌布程度、元素赋存状态等各项工艺矿物学参数。	1. 扫描电子显微镜； 2. X射线能谱仪； 3. 工艺矿物学自动分析软件。	该技术实现了工艺矿物学参数的自动、快速、定量测试和矿石的可利用性智能、科学评价，极大地提高了工艺矿物学测试效率和准确性，为选矿流程设计与优化提供及时、可靠、有效、切实可行的参考建议，有利于促进选冶生产操作的精细化程度、降低能耗和污染物排放。	矿冶科技集团有限公司
181	高寒地区伟晶岩型锂矿低温全泥强化浮选技术	伟晶岩型锂辉石矿；伟晶岩型锂多金属矿以及花岗岩型锂矿。	基于矿石中 useful 矿物与脉石矿物的性质差异（包括颜色、比重、磁性及表面性质等），实现有用矿物与脉石矿物的选别分离。基于金属阳离子的“架桥”作用，实现选矿废水中荷负电的微细粒凝聚成团，快速沉降；然后借助水处理剂的有机降解作用，消除水中残留捕收剂返回后对磨浮系统的影响。	1. 高寒地区伟晶岩型锂矿低温全泥强化浮选技术； 2. 伟晶岩型锂矿尾矿资源化、高值化利用技术； 3. 选矿废水快速处理及循环利用技术； 4. 研发了锂辉石耐低温捕收剂。	该技术可盘活氧化锂资源量上百万吨，锂精矿回收率提高10%，铌钽精矿回收率提高20%，能耗为传统工艺的70%；水耗为传统工艺的20%，经济效益和环境效益显著，可在我国川西、新疆等主要硬岩型锂矿产地推广应用。	中国地质调查局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
182	复杂铜锌硫化矿铜强化回收技术	有色金属多金属矿山。	通过对铜锌硫矿石的工艺矿物学研究和现场全流程考查，查清矿石中铜、锌、硫矿物种类、赋存状态、嵌布粒度等矿石性质，确定浮铜合理的工艺流程和最佳的药剂制度，达到提高选铜效率的目的，并形成相应的选矿技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提高复杂多金属铜锌硫矿中铜浮选效率的药剂； 2. 铜精矿除杂提质技术； 3. 铜精矿降锌技术； 4. 强化铜矿物回收的选矿技术； 5. 铜精矿降锌技术立式磨机应用于精尾再磨技术。 	该技术实现了选别指标明显改善，铜精矿含铜品位>20%，铜回收率92.6%；含锌品位<2.5%，锌损失率在6%左右。为同类型或相似矿石性质的矿石处理提供借鉴，具有较好的理论和实践指导意义。	中国有色矿业集团有限公司
183	离子型稀土矿浸出母液连续处理工艺	我国其他南方离子型稀土矿母液除杂。	一是优选用量少和效果好的高效絮凝剂，强制增强除杂沉淀产物和产品沉淀产物的沉降速度。二是采用双溢流堰无传动深锥浓密池处理除杂产物和沉淀产物，解决低比重絮状沉淀物的固液分离问题。三是采用动态陈化方法，将除杂沉淀物和产品沉淀物返回除杂反应过程和沉淀反应过程，改进结晶晶型，降低除杂稀土损失和提高产品质量。	<ol style="list-style-type: none"> 1.母液多级除杂pH精确控制技术； 2.除杂物料高效絮凝沉降浓缩及返回除杂过程陈化技术； 3.采用双溢流堰无传动深锥浓密池处理除杂产物技术； 4.稀土母液处理过程的除杂渣头和产品动态陈化技术。 	该技术实现了离子型稀土矿浸出母液连续处理，操作自动化，控制更精准，产品质量更优更稳定，还能大大减轻员工劳动强度，改善职业卫生条件，节约劳动力生产成本。具有很好的推广前景。	湖南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
184	石英细脉带型低品位黑钨矿及伴生元素综合回收新技术	复杂低品位黑钨矿及其伴生资源综合利用。	采用碳酸钠pH调浆，乙硫氮为钼、铋、铜硫化矿捕收剂，2号油为起泡剂，进行钼、铋、铜硫化矿混合浮选，硫化矿精矿再添加硫化钠进行铋铜抑制，得到钼精矿和铜铋混合精矿；硫化矿尾矿进行强磁选，预先富集黑钨矿，浓缩后进行黑钨浮选，药剂碳酸钠为pH调整剂，硝酸铅为活化剂，GYB为捕收剂，得到黑钨精矿产品；强磁选尾矿进行脱泥处理得到石英长石产品，作为陶瓷生产原料。	<ol style="list-style-type: none"> 1. “浮-磁-浮”的工艺流程； 2. 黑钨矿强磁选预富集-浮选技术； 3. 伴生元素混合浮选-分离的工艺。 	该技术在解决传统重选工艺对钼、铜、铋、铅锌等伴生矿物综合回收效果差、对细粒黑钨矿回收效率低等问题实现新突破，与以往生产指标相比，钨的选矿回收率显著提高，而且综合回收了伴生的有价金属，在国内同类钨矿山企业具有很好推广应用前景和示范意义。	湖南省自然资源厅
185	高次生铜大型斑岩铜钼矿铜钼分离关键技术	高次生斑岩铜钼矿选矿。	铜钼混合精矿经过陶瓷过滤机脱水脱药，重新调浆进入分离流程，降低捕收剂对铜矿物的活化，减少分离中抑制剂用量，降低精矿产品矿浆碱度和过滤机工作负荷，提高整个分离流程稳定性。对分离浮选工艺参数的优化，使精矿品位和回收指标更加稳定。优化药剂制度，使用XY751代替硫化钠作为抑制剂，解决药剂制备和添加困难问题，保证药剂的连续添加。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 铜钼分离工艺矿物学技术； 2. 铜钼分离混合精矿脱药技术； 3. 分离流程优化设计与改造； 4. 分离浮选工艺参数优化； 5. 铜钼分离药剂制度优化。 	该项技术能解决高次生铜条件下铜钼分离困难，钼回收率低的难题，能大大增加铜钼矿床中伴生钼的回收，可推广至大型低品位铜钼伴生矿山。	中国黄金集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
186	离子吸附型稀土矿绿色高效浸萃一体化新技术	离子吸附型稀土资源。	稀土离子 (RE^{3+}) 通过较弱的静电作用吸附在高岭土、白云母等硅铝酸盐矿物上。当这些 RE^{3+} 遇到化学性质活泼的阳离子 (如 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 等) 时, 可发生阳离子交换反应, 因而离子相稀土可被一定浓度的电解质溶液交换和淋洗下来。在低酸度条件下, 利用 P507、P204 等酸性磷(膦)类萃取剂 ($[HL]_2$) 与水溶液中的稀土离子 (RE^{3+}) 进行阳离子交换而使 RE^{3+} 从水溶液中提取分离出来。	1. 生态环境友好型镁盐及其复合体系浸取离子吸附型稀土矿新技术; 2. 低浓度稀土浸出液非皂化与非平衡耦合离心萃取富集新技术; 3. 离子分相耦合原位气浮除油回收有机相新技术; 4. 低浓度稀土溶液萃取的大流比、高通量新型结构离心萃取机。	该技术从源头解决氨氮污染难题, 同时, 解决了有机相乳化、损失大的工艺难题和大流比、高通量的设备难题, 首次实现低浓度稀土浸出液直接萃取富集的工业应用, 获得了高效富集与不产生氨氮废水和含放射性废渣的双重效果。该技术可以逐步在国内其他省区甚至国外离子吸附型稀土矿山推广应用, 应用前景十分广阔。	有研科技集团有限公司
187	氧硫混合型铜锌矿综合回收与高效分离关键技术	有色金属选矿。	利用硫化矿、氧化矿的疏水性差异, 基于界面化学原理, 设计针对性捕收剂与抑制剂, 实现目标矿物分步梯级分离, 解决了氧硫混合型铜锌矿资源综合利用难题, 使该类资源得到高效回收, 生产过程中选矿废水全部循环回用。	1. 氧硫混合型铜锌矿梯级浮选技术; 2. 专属捕收剂和抑制剂; 3. 界面调控强化铜锌硫化矿浮选分离技术; 4. 氧化铜矿缓释硫化强化浮选技术; 5. 集成创新了氧硫混合型铜锌矿强化分离技术。	该技术解决了混合型铜锌矿资源的综合利用问题, 取得了良好的经济和环境效益, 为多金属矿综合回收提供了新的技术路径, 推广前景广阔。	陕西省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
188	超低品位混合型铅锌矿高效协同分选技术	低品位氧硫混合型锌矿。	采用高浓度、低气量、浅泡沫层的浮选技术，提高矿浆比重，增强目的矿物浮选动力，粗选出矿石中硫化锌矿物与氧化锌矿物连生体，粗精矿再磨后经过“硫化锌精选-硫化锌精选尾矿浮选回收氧化锌”的精选流程，实现了锌精矿提质降杂的过程中硫化锌矿物和氧化锌矿物异步回收，锌精矿含硅4%以内。	<ol style="list-style-type: none"> “锌矿物粗磨协同回收—硫氧异步精选”工艺； 粗磨粗选-局部细磨工艺和氧化锌矿物粗-精选差异化浮选药剂制度； 高浓度高液位低充气量浮选技术。 	该技术的成功应用为国内外同类型矿石资源的高效开发和资源综合利用提供了新的有效途径，极具推广应用前景，对国内外同类难选氧硫混合型锌矿高效分选技术具有指导作用。	新疆维吾尔自治区自然资源厅
189	铅锌多金属矿高效节能短流程细磨选矿技术	铅锌多金属矿的选矿作业及其它有色金属矿的选矿作业。	通过创新优化传统的选矿工艺流程及相应的工艺条件，在不增加碎磨段数（两段一闭路破碎+一段闭路磨矿）的前提下，利用多碎少磨、短流程细磨、三角形磨球配比原理、新型磁性衬板、低浓度分级—溢流浓缩、高浓度硫化矿选别等技术，实现了铅锌多金属矿高效细磨和分离，大幅度降低了选矿生产过程中的电耗及噪音，彻底改变了传统的选矿选别方法和思维模式。	<ol style="list-style-type: none"> 多碎少磨工艺技术。将最终破碎粒度控制到$\leq 10\text{mm}$，降低了后续磨矿分级作业的成本； 短流程细磨技术。本技术采用一段闭路磨矿分级，减少了磨矿段数、降低了电耗，实现了高效节能短流程细磨的目标； 球磨机初装球三角形配比原理及合理补加球技术。有效改善了磨机磨矿效果，在处理量不变的情况下，有效提高了磨矿细度； 新型磁性衬板技术。通过采用新材料和新技术提高了磁性衬板的耐磨性和寿命，将磁性衬板成功应用至有色金属矿山的磨机中，为节能降耗降噪增效提供了强有力的支撑。 	该技术破解了铅锌硫化矿传统选矿工艺的浓度、细度、矿物单体解离度、选矿指标、水电药剂不能同时协同优化的难题，大幅度提高了铅锌金银硫资源利用水平，显著增加了企业的经济效益，大幅度降低了水电药剂消耗，实现了高效、低碳、绿色浮选。技术改造方便、适用性强，推广应用潜力大。	江苏省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
三、综合利用技术						
190	复杂多金属矿铅锑锌银锡资源绿色高值化回收成套新技术	有色金属铅、锑、银、锌、锡多金属矿的选矿。	原矿破碎后经“高频振动细筛与球磨机构成闭路”磨矿分级后，在低碱性条件下，利用“碳酸钠+硫酸锌+DA”组合调整剂”，采用浮选法对铅、锑、锌、银硫化矿进行分选，得到铅锑银混合精矿和锌精矿；采用“分级重选、锡细泥浮选组合新药剂、锡细泥浮选+重选”的组合新工艺，回收硫化矿浮选尾矿中的锡石，得到锡精矿。	1. “五路重叠式高频振动细筛+磨矿机闭路、预先调浆分级”； 2. “碳酸钠+硫酸锌+DA组合调整剂、低碱性矿浆溶液浮选回收铅锑银”； 3. “新型组合调整剂+新型螯合类捕收剂、浮选与离心机闭路”组合新工艺。	该技术改造后，生产指标稳定，重现性好，成熟度高，社会效益显著，实现了铅、锑、银、锌、锡多金属的绿色高值化回收，与原技术相比，回收率明显提高，具有较好的推广应用市场。	湖南省自然资源厅
191	高原地带低品位复杂铜多金属矿高效综合回收关键技术	铜多金属矿石综合回收。	铜多金属和浮选界面活性位点分布定位及其迁移动态识别-铜铅锌硫化矿同名离子自活化-氧化矿表层和内层同步硫化及强化活化-铜铅锌钼金银多基团捕收剂强化捕收-泥质铜铅锌氧化矿控泡浮选-低品位铜金铁共生矿浮磁联合综合回收。	1. 铜多金属和浮选界面活性位点分布定位及其迁移动态识别； 2. 铜铅锌硫化矿同名离子自活化； 3. 氧化矿表层和内层同步硫化及强化活化； 4. 铜铅锌钼金银多基团捕收剂强化捕收； 5. 泥质铜铅锌氧化矿控泡浮选技术。	该技术解决了复杂难选的氧化铜铅锌综合回收问题，高效回收了铜、铅、锌等资源，取得了良好的经济效益，为铜多金属矿综合回收提供了技术路径，推广前景好。	中国黄金集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
192	铜冶炼渣资源综合利用技术	各种铜冶炼工艺生产的炉渣。	利用渣包缓冷技术，增加金属铜的结晶粒度，提高选铜回收率。采用的半自磨+球磨工艺代替了传统的碎磨流程，降低了碎磨成本；采用浮选工艺回收炉渣中的铜矿物。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 渣包车+渣包缓冷工艺； 2. 半自磨+球磨工艺； 3. 浮选工艺中单体解离工艺； 4. 新型高效环保捕收起泡剂酯； 5. 铜冶炼渣缓冷技术。 	该技术促进了资源节约与综合利用，使废弃物最大资源化、排放最小化和无害化，铜冶炼企业循环经济得到进一步发展，经济社会效益显著，可在全国铜冶炼厂推广，具有非常广阔的应用前景。	甘肃省自然资源厅
193	低品位铜铅锌铁复杂多金属资源清洁高效综合利用技术	复杂多金属矿综合回收。	采用流程优化、新药剂应用、回水循环利用等技术手段，形成复杂多金属的清洁高效综合回收选矿技术体系，解决了多金属硫化矿嵌布粒度复杂、分离效果差、回收率低等技术难题。	<ol style="list-style-type: none"> 1. “铜铅混选-铜铅分离（抑铜浮铅）-混选尾矿选锌-选锌尾矿选铁”工艺； 2. 新型无毒、绿色、高效有机铜矿物抑制剂； 3. 中矿跨越式返回一段磨矿异步解离技术； 4. 回水全部循环利用技术。 	该技术实现了多种有价元素的清洁、高效综合回收，对推动行业科技进步、提高市场竞争能力、促进低品位多金属矿资源的开发具有示范作用，技术重现性好，成熟度高，可推广到同类型矿山。	山东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
194	低品位复杂难处理铜锌硫化矿高效分选技术	复杂难处理低品位铜铅锌多金属矿的高效浮选分离。	通过高效锌矿物抑制剂与高效选择性捕收剂协同作用，大幅降低传统抑制剂用量，实现难选低品位铜-锌硫化矿的高效浮选分离。采用浮选尾水采用分质分段不同处理技术，实现在高海拔地区实现铜锌尾水无需复杂处理100%返回磨浮系统。	1. 高效锌矿物抑制剂替代常规抑制剂； 2. 易降解的新型抑制剂； 3. 添加少量抑制剂的浮选搅拌系统； 4. 改造浮选机的搅拌叶轮直径。	该技术解决了铜锌分选中超低品位铜浮选分离成本过高的技术难题，适用于铜铅-锌、镍、硫、铁等多金属矿山及低品位伴生矿的综合回收，给国内外同类矿山铜锌综合回收工艺提供了技术参考。同时该技术还实现了选矿废水的全部循环利用，消除废水排放对环境的污染，为建设高海拔地区大型矿山具有示范意义。	新疆维吾尔自治区自然资源厅
195	复杂铜多金属矿高效综合利用关键技术	有色金属资源综合利用、铜钼矿高效分离浮选。	采用磁选工艺回收铁。浮选作业采用“三粗三扫”的铜钼混合粗选精矿经再磨后进入铜钼混合精选；经过“三精一精扫”的精选作业产品进行铜钼分离；经“一粗两扫”的铜钼分离作业获得合格的铜精矿；产品经过磨矿后经过七次精选获得合格的钼精矿。用石灰作抑制剂，主要抑制钴黄铁矿，用轻柴油、丁基黄药作捕收剂，2#油作起泡剂，优先浮选得铜钼混合粗精矿，铜钼分离采用“抑铜浮钼”用硫化钠作抑制剂。磁选作业采用一次粗选，粗精矿经过再磨分级之后，溢流产品经过两次精选后获得合格的铁精矿。	1. 阶段磨矿与精细化装补球应用； 2. 优化铜钼分离工艺； 3. 铜钼混合浮选流程优化； 4. 低碱度高浓度浮选工艺。	该技术在提高斑岩型铜钼矿铜钼分离效果和提升斑岩型铜钼矿资源回收利用率等方面成效显著；同时降低选矿生产能耗和药剂消耗，为国内典型的斑岩型铜钼矿资源综合、高效、清洁回收利用提供新的技术路径。	中国铝业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
196	超大型极低含钼斑岩铜矿清洁高效利用关键技术	斑岩型铜钼矿。	通过高效铜钼混选捕收剂，先对铜钼金属进行预选富集，然后再通过高效铜钼分离抑制剂实现铜钼矿物的清洁高效分离。	1. 新型铜钼混选捕收剂； 2. 新型铜钼分离有机小分子抑制剂。	该技术可针对含钼0.001%以上的斑岩型铜矿资源，在充分利用现有工艺流程和设备现状，不改变现有的工艺流程、不增加设备，仅仅通过药剂制度创新即可实现对铜钼矿的高效富集与分离，实现铜钼矿资源的高效清洁利用。该技术可应用于国内外铜钼矿资源高效回收利用领域，具有很好的推广应用前景。	中国铝业集团有限公司
197	酸性水低浓度铜资源的硫化提取技术	处理低浓度金属资源废水。	通过低pH环境中复杂酸性废水中金属离子分离—硫化沉淀—硫化过程电位控制—结晶成长、加速沉降—硫化氢产生的控制与循环利用等系列理论，实现酸性废水中的金属资源有效回收。	1. 复杂酸性废水中金属离子分离技术； 2. 硫化反应电位控制与低pH条件下的硫化物结晶技术； 3. 硫化氢的循环利用技术。	该技术能够有效回收矿山酸性水中低浓度铜、镍、钴、锌等金属资源，大幅度降低处理成本，为矿山企业开辟了新的利润增长点，有良好的推广价值。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
198	中线式尾矿筑坝技术	金属矿山尾矿处置。	全尾砂中的粗粒部分具有稳定的物理力学性质，通过分级设备把尾矿粗粒部分分选出来用来筑坝，筑坝过程坝轴线保持不变。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中线式尾矿筑坝法分级技术； 2. 中线式尾矿筑坝法砂量平衡技术； 3. 中线式尾矿筑坝尾砂实时控制技术； 4. 机械分期修筑围堰； 5. 二段粗砂连续充填筑坝技术； 6. 暴雨地区下游坝坡防冲刷技术。 	该技术安全性高，基建投资小，节约土地，充分利用了尾矿。适用于金属矿山尾矿处置，可推广应用到国内金属矿山。	中国有色金属工业协会
199	单一铜尾矿中磁铁矿物回收利用先进适用技术	铜尾矿综合利用。	对单一铜尾矿中超低品位磁性铁矿物，采用不同磁场强度分级进行双闭路循环回收利用。粗精矿分级后经超细磨，使磁铁矿物充分解离，提升精选品位和产量。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改变圆盘式磁选机卸矿方式； 2. 立式螺旋搅拌磨的技术应用； 3. 在给矿设施上采用分段式稳流。 	该技术工艺在解决单一铜尾矿低品位磁性铁的选别实际应用上，具有广泛性，效果较好，具有一定经济效益，社会效益明显。	中国有色金属工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
200	矽卡岩钼矿中极低品位铜综合回收工艺技术	钼矿综合回收。	黄铜矿可浮性较好，在中性及弱碱性矿浆中，能较长时间保持其天然可浮性，在选钼过程中容易富集，为保证精矿中铜含量符合冶炼要求，在钼精选作业段通常添加氰化钠或巯基乙酸钠来抑制黄铜矿，使黄铜矿主要存在于精选尾矿中，在精扫尾矿中铜含量在0.4%左右，以硫酸铜为活化剂、丁基黄药为捕收剂，通过粗选、精选、扫选的浮选流程，铜精矿品位达到国标要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 精扫尾矿浓缩阶段加入石灰，消除有害重金属离子； 2. 采用硫酸铜作为铜矿物活化剂； 3. 将丁基黄药用作捕收剂。 	该技术实现钼精选尾矿中综合回收铜，综合回收成本低，经济效益显著，给国内类似矿山尾矿综合回收工艺提供了技术参考。	河南省自然资源厅
201	稀土-萤石复合资源协同利用技术	氟碳铈矿型稀土共伴生资源的综合利用。	采用植物基高效绿色捕收剂实现了稀土、萤石、锶钡矿物同步富集，利用稀土、萤石、锶钡矿物的选矿差异性，通过高效绿色短流程工艺回收稀土，研发了主要影响浮选的碱土金属盐矿物的高效抑制剂，精准富集分离萤石与重晶石。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 植物基复配脂肪酸皂稀土、萤石、锶钡矿物同步浮选捕收剂； 2. 强磁选短流程稀土回收工艺； 3. 绿色高效碱土金属盐矿物抑制剂。 	该技术有效解决了目前轻稀土共伴生资源开发利用过程中生产流程长、能耗高、资源综合利用效率低等技术瓶颈问题，对氟碳铈矿型稀土共伴生资源的综合利用提升效果明显，具备较好推广价值。	中国地质调查局

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
202	高硫型金铜尾矿资源无害化处理与综合回收利用	含金矿山、尾矿综合利用。	通过自主研发的选矿捕收剂，实现铜矿山的全优先浮选，降低石灰用量，提高Au的回收率与铜精矿品位。通过尾矿选矿工艺优化升级，实现对浮选尾矿进行分级，粗颗粒未单体解离矿物，返回球磨机再磨，再选，提高了矿物单体解离度，减少了泥化。对浮选过程中抑制的硫进行重选，利用黄铁矿与脉石比重的不同，通过重选对硫进行回收。在实现尾矿固废资源无害处理的同时，高效率回收了尾矿中的有价值元素，其副产品用于生产水泥和加气混凝土砌块砖。	1. 自主研发的浮选捕收剂； 2. 尾矿分级选矿工艺。	该技术在高硫型金铜矿综合利用和固废减排等方面应用成效显著，在提高矿山经济价值的同时，可有效缓解资源和环境的双重压力，促进矿山企业的可持续发展，其推广应用可产生良好的行业示范带动效应。	山东省自然资源厅
四、绿色低碳技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
203	矿山高陡边坡及尾矿库（排土场）生态恢复治理技术	金属矿山土地复垦、生态修复。	本技术的核心原理是“类壤土”基质，其主要由腐殖质层和淋溶层组成。它提供了植物生长扎根必需的营养和水分，肥沃的土壤腐殖质层是种子发芽扎根的基础，具备贮存养分和缓释养分的淋溶层是嫩苗强壮生长不断汲取养分的保障。“类壤土”基质技术的配方基于前期的矿山地质环境、植被环境、大气环境、土壤质量、植物种类等调研结果，经过一系列的物化试验数据系数分析，根据植物的生长指标制定最优“类壤土”基质配比。	1. 基于“类壤土”基质的矿山生态环境综合治理技术； 2. 高性能植物垫技术。	该技术可使高陡边坡矿山的生态治理综合成本降低31~49%，具有治理成本低，无二次污染，可同时处理多种重金属污染物等优点，具有很高的推广应用前景。该技术可以改善生态环境，如新增碳汇、水土保持、改善气候、提高生物多样性，还可以发展生态农业、生态旅游等产业，使生态、经济、社会效益三者协调平衡发展。	中国有色金属工业协会
204	固废高值化生态化梯级集成利用技术	金属矿山尾矿、废石综合利用。	采用矿石智能抛废、尾矿中金属和非金属有价组分的有效分离和富集、细粒级尾矿充填和生态修复、充填富余尾矿和抛选废石制作建材集成技术，将离散化、孤岛化的传统固废利用方式转变为基于“物料流”、“价值流”的全过程一体化集成利用模式，提供固废高值化、生态化梯级协同集成利用整体解决方案，实现固废全利用，取消尾矿库，彻底化解固废堆存安全和环保风险。	1. 原矿预先智能抛废技术； 2. 尾矿有价非金属组分再选技术； 3. 采空区高浓度尾矿充填技术； 4. 尾矿资源化高值利用技术； 5. 尾矿脱水干堆与生态修复技术。	该技术总体达到世界先进水平。技术成果以产品市场为导向，以减量化、高值化和生态化为目标，能够实现大宗尾矿梯级分解消纳，提供尾矿综合利用一体化综合解决方案。	湖南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
205	硫化矿山废弃地原位阻隔生态修复技术	金属矿山土地复垦、生态修复。	采用原位阻隔等措施有效抑制氧化，充分利用矿山固体废弃物“以废治废”进行土壤基质改良，提升土壤保水保肥能力，通过耐性植物复绿和经济植物复垦实现硫化矿废弃地生态修复。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 硫化矿废弃地产酸硫化物污染源源头控制技术； 2. 绿色高效原位阻隔控制酸铁技术； 3. 固体废弃物土壤基质改良技术； 4. 耐性植物复绿和经济植物复垦技术。 	该技术通过建造人工植被群落，从源头上减少了酸性矿山废水产生，生态修复效果明显，对促进矿产资源保护和合理利用效果明显，有一定推广价值。	中国黄金协会
206	含砷物料资源化、无害化处置新工艺	含砷物料、含砷废水的资源化、无害化处置。	针对含砷物料浸出液（或有价金属回收后液）或含砷废水（如污酸等）采用石灰石进行预中和降酸，获得副产品石膏；预中和后液加入铁源，采用双氧水或 SO_2+O_2 将低价砷和低价铁氧化成 As^{5+} 和 Fe^{3+} ，之后在 $90\sim 100\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下控制过饱和度（pH值和晶种）使砷以臭葱石的形式沉淀进行填埋；沉砷后液酸度和砷含量大大降低，可采用离子交换等工艺回收铈、铜、锌等，实现有价金属综合回收。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 绿色短流程高效固砷关键技术（臭葱石固砷技术）； 2. 低价砷和铁协同常压高效氧化及终点判断关键技术； 3. 矿石废弃铁渣再利用技术； 4. 固砷渣砷含量控制关键技术； 5. 污酸中有价金属回收技术； 6. 含砷物料（黑铜泥、烟尘等）浸出处理后液晶型砷酸铁固砷技术。 	该技术具有成本低、工艺简单、固砷渣稳定等优点，可以实现铜铅锌冶炼产品无害化处置，降低砷处置成本，大大降低固砷渣对环境的潜在危险，减少含砷物料运输风险。同时实现有价金属的综合回收，推广应用前景广阔。	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
207	矿山粗骨料高浓度充填关键技术	管道输送胶结充填矿山。	用级配指数法进行矿山单一粗粒级充填骨料的级配分析和优化方法，通过提高骨料粒径，降低水泥的使用单耗。	1. 戈壁粗骨料高浓度高流态管输自流充填新技术； 2. 破碎废石管输自流（或泵送）充填新技术。	该技术从理论上可完全实现废石的回填，达到零排放目标，减少大量固体废料排放地表引起的环境污染、泥石流、占地等一系列问题，实现绿色采矿。同时由于采用粗粒级骨料，可大大降低充填成本，可以在国内绝大多数地下矿山推广应用。	甘肃省自然资源厅
208	铅锌选矿废水处理与回用技术	铅锌选矿废水处理与回收。	通过对铅锌选矿流程废水开展阶段性分质回用、集中归流预处理软化、反调酸除铅、混凝沉降及臭氧曝气等工艺快速处理，使处理后的水体满足铅锌选矿浮选用水要求，实现选矿废水的全流程回用选矿，杜绝外排废水，有效降低铅锌选矿作业对区域水资源的占用，阻止了对区域生态环境的污染。	1. 一体式调节池废水预处理软化除钙技术； 2. 选矿废水快速均衡综合处理的一体式原水调节； 3. 反调酸除铅离子技术； 4. 臭氧氧化降COD技术； 5. 自动化调节控制技术。	该技术适用于铅锌选矿行业选矿废水的处理与循环利用，促进节能减排、发展循环经济，社会效益、环境效益及经济效益显著，同时可为其它类选矿行业废水处理循环利用提供借鉴，推广应用前景广阔。	中国铝业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
209	矿山低浓度酸性废水低成本无害化处理技术	矿山含铜酸性铜坑水无害化处理及有价金属回收。	针对含铜酸性废水水量大、来源广、性质差异大的特点，以及传统石灰中和工艺无法回收铜的不足，成功开发了含铜酸性废水资源化利用成套关键技术，实现了酸性废水中铜金属的高效、低成本、资源化回收。对高铜浓度（ $\text{Cu} > 600\text{mg/L}$ ）酸性废水采用萃取-电积工艺生产阴极铜，中等铜浓度（ $100\text{mg/L} < \text{Cu} < 600\text{mg/L}$ ）酸性废水采用硫化沉淀工艺生产硫化铜产品，低铜浓度（ $\text{Cu} < 100\text{mg/L}$ ）酸性废水环保中和处理。使得不同浓度酸性废水按照梯度分类进行综合回收，按照工艺适配性实现资源经济社会效益最大化。	1. 高硫铜比铜矿生物堆浸技术； 2. 高铜酸性废水深度萃取回收铜技术； 3. 中铜浓度酸性废水硫化法回收铜技术； 4. 低铜浓度酸性废水石灰HDS中和及两段法中和工艺无害化处理技术。	该技术投资省、成本低、流程短、易操作、反应温和、对环境友好、能耗低、产品附加值高，建厂规模可大可小，所需建厂条件简单。不论含铜酸性废水量是大是小、位置是否偏远、交通是否发达，均可以进行推广应用，其推广应用的范围广阔。	中国黄金协会
五、数字化智能化技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
210	露天矿智能开采装备与集成管控关键技术	应用于露天矿有人/无人驾驶集群混编、无人驾驶及无人开采领域。	在露天矿生产卡车集群作业环境下，综合应用多传感器融合技术、5G通信技术、高精度组合导航定位技术、能量回收技术、模式识别、智能控制及群体智能优化调度等多门前沿学科，研发露天矿多智能体协同智能调度及自主高效开采管控平台，实现信息化、智能化、集成化的新型矿山卡车集群调度指挥与生产管控。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无人驾驶车辆开放式体系结构设计及集成控制技术； 2. 露天矿区复杂环境下的无人驾驶自主运行及避障技术； 3. 纯电动矿用自卸车矿山复杂路况能量回收技术； 4. 多金属多目标露天矿全要素智能精细化配矿与车铲作业智能匹配技术； 5. 数据驱动下的露天矿无人驾驶多车协同智能调度技术； 6. 云服务下的露天矿无人开采一体化管控与作业运营监控平台。 	该技术可在金属、非金属露天矿山进行推广应用，有效提升矿产资源的综合利用率，提升矿山企业的经济效益。尤其在作业环境恶劣或特定条件下的矿区，如具有高放射性的矿山，以及高海拔地区的矿山等具有推广应用价值。	陕西省自然资源厅、河南省自然资源厅
211	露天矿全作业链一体化智能矿山管控系统	露天金属矿数字化智能化开采。	融合计算机技术、最优化理论、可视化仿真、大数据等理论与技术，从露天矿山开采技术、生产和管理3个维度形成了数字化生产全作业链协同作业技术体系。建立了露天矿开采数据标准与规范体系，实现了资源和开采环境数字化建模、更新与管理，研发应用了采矿生产技术协同平台、数字采矿软件系统、生产规划系统、爆破设计系统、生产配矿系统、生产执行系统、资源管理系统、三维可视化管控系统、数据采集系统、矿用本质安全型车载终端系统以及智能调度系统。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 数字采矿软件平台、生产执行系统、三维可视化管控系统、自动配矿系统、智能调度系统及相关系统； 2. 地、测、采统一的技术协同平台； 3. 基于4G/5G通讯构建智能调度系统； 4. 三维GIS、虚拟现实技术的应用。 	该技术有助于改进露天矿山生产作业模式，促进矿山企业的数字化转型和两化融合。在实现矿山生产作业链协同的同时，可降低生产成本和事故发生率，提高资源利用率和生产效率，取得显著的经济与社会效益，具有广阔的应用前景。	河南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
212	矿冶生产管控平台技术	智能矿山、选厂、冶炼厂的生产管控。	通过自动控制、物联网、工业互联网、云计算、大数据、三维可视化、虚拟现实、超融合、5G通信技术、人工智能、模糊控制等技术为支撑，以矿山生产企业矿石流为主线，采集各个生产工艺环节的设备、能源、质量、安全系统数据形成数据流，按照实际生产管理流程建设矿石流、数据流、管理流，结合未来行业发展趋势，实现生产管理、能源管理、质量管理、智能物流、设备管理、安全管理、仓储管理等业务网络协同管理。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 混合云平台； 2. 矿冶生产管控平台。 	该技术融合表单、组态、 workflow、可视化等技术，可根据矿山企业实际生产子系统业务功能进行适配开发，打造了以面向网络协同制造的矿业工业互联网平台为核心，矿山企业的物资流、数据流和管理流为一体的网络协同制造新模式，推广应用价值显著。	矿冶科技集团有限公司
213	金属矿选矿过程智能检测与控制关键技术	金属矿山智能选厂建设。	通过在线智能检测仪表、专家系统、流程建模和数字孪生技术，实现选矿装备、工艺、自动化与信息化的深度融合，提高选矿过程的稳定性，提升生产操作自动化、智能化程度，稳定和优化生产流程工艺技术指标，达到减员增效、提高技术和经济指标的目标。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 选矿过程在线检测分析技术； 2. 选矿过程控制与优化技术； 3. 选矿流程建模与数字孪生工厂。 	该技术实现了选矿装备、工艺、自动化与信息化的深度融合，提高了选矿生产设备和过程的可靠性和过程自动化及操作智能化程度，形成了可配置、模块化的业务模式和生产解决方案，具备迅速推广基础和前景。	矿冶科技集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
214	井下无线通信技术	金属非金属矿山装备无人驾驶所需的无线通信系统。	通过分布式多层次复合网络架构，解决了井下无轨采矿装备行驶中基站快速切换及冗余传输关键问题，实现了井下无线网络无盲区覆盖、高速率传输和高可靠通信，为无轨采矿装备的智能化行驶和作业提供了快速、高效、可靠的数据支撑。在井下采用多射频交叉组网及多频段变频冗余接入，解决井下装备移动状态下的通信中断问题，实现井下智能装备作业过程的无缝移动切换。	1. 地下金属矿泛在信息采集协议与标准； 2. 地下金属矿多层次无线通信快速组网技术。	该技术具有操作简单、信息传输流畅、高适用性等优点，可实现井下移动装备视频井上无卡顿观测、装备状态信息可靠稳定获取，适用于矿山井下装备远程控制、无人驾驶等场景，可为地下金属矿山的智能开采提供稳定可靠的通信与数据基础平台，在行业内具有应用前景及推广潜力。	矿冶科技集团有限公司
215	有轨电机车无人驾驶技术	金属非金属矿山有轨运输系统。	通过生产运输管理平台(派配调度系统、机车远程驾驶平台、生产运输精细化管理)、数据支撑系统(车辆移动通信网络、信集闭系统)、生产状态监测系统(目标高精度定位系统、车辆运行监测系统)实现最优运力调度、机车远程驾驶、机车安全预警及生产数据精细化管理等功能，能够显著提升采装与运输效率，优化生产运输调度，合理利用资源，降低生产成本，保障生产作业安全。	1. 电机车全自动无人驾驶技术； 2. 精确对位技术； 3. 自动放矿技术。	该技术可显著提升电机车装载运输效率，大幅减少井下作业人员数量，提高矿山本质安全水平，经济效益显著，推广前景广阔。	矿冶科技集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
216	井下无轨装备智能控制技术	金属非金属矿山井下无轨运输。	通过井下无轨装备的远程作业智能控制系统，实时监控及远程控制作业现场的无轨装备的行驶与作业过程。该系统由智能驾驶舱、井下移动装备通信、视频显示系统、车辆智能化改造、视距遥控、自主行驶、门禁与安全管理系统组成，操作人员可以通过安置于地表或者硐室的操作台，系统同时支持典型无轨铲运装备的自主行驶、固定破碎装备的自主作业等智能功能扩展。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 无轨装备智能控制技术； 2. 无轨装备自动行驶技术； 3. 固定式破碎机自主作业技术。 	该项技术可在地下金属非金属矿山推广应用，可有效保障矿山安全生产、改善现场作业环境，促进传统矿山生产模式从半机械化到机械化、从手动控制到智能化控制的提升，在行业内具有广阔的推广前景及巨大推广潜力。	矿冶科技集团有限公司
217	基于人工智能机器视觉的矿石分选技术	各类矿石智能分选。	基于人工智能机器视觉的矿石分选技术是根据矿石中不同组成成分所对应的物理差异性，采用传感器检测获取相对应的数据，通过机器视觉和人工智能技术，实现每颗矿石数据高速、实时识别分析，驱动高密度喷阀喷射高压气体，快速高效将矿石和废石分离的一种智能分选方法。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 矿石分选人工智能算法（文殊算法™）； 2. 多种矿石成像技术。 	该技术取代传统矿石粗选流程对原矿进行预处理抛尾，既可降低人员成本，也可提高废石丢弃率，减少后续作业处理压力，有效提高选矿效率，推广应用前景广阔。	中关村绿色矿山产业联盟

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
218	井下全自动 有轨运输系 统综合技术	矿山井下和 地表有轨运 输系统。	利用无线WiFi+漏泄通信传输技术，对变频电机车进行无人驾驶技术改造，采用RFID+光电编码器+光电开关三重定位技术高精度定位和校准井下电机车，开发井下电机车单机牵引、折返式、多点对车放矿、多模式操作的电机车无人驾驶系统与视频监控系統，系統自动启动远程全自动信集闭、人员定位显示，同时启动运行11项安全保护技术措施，实现无人驾驶电机车装运卸全流程自动运行（期间无需人员操控电机车）；融合井下溜井测深系统、人员定位系统和无人驾驶系统，实现有轨运输系统机械化、自动化、信息化、智能化、可视化安全运行，形成了井下全自动有轨运输系统综合技术。	1. 电机车全自动无人驾驶系统； 2. 全自动有轨运输系统信集闭技术； 3. 远程全自动装/卸矿系统； 4. 有线+无线WiFi+漏泄通讯传输技术； 5. 一种电机车无人驾驶尾部矿车监控装置（专利）； 6. 无人驾驶系统嵌入式有轨运输区域人员识别系统； 7. 井下专用WiFi手机综合应用技术； 8. 一种井下卸矿曲轨装置（专利）； 9. 井下溜井测深系统。	该技术改善了井下人员作业环境、降低了员工劳动强度和安全风险，提高了有轨运输的生产效率、提升了矿山本质化安全管控水平，有助于建设智能化、无人化井下矿山，在矿山井下和地表有轨运输系统中具有良好的推广应用前景。	甘肃省自然资源厅
219	矿山地压活 动对深部开 采作业影响 的动态监测 及风险管控 技术	金属矿山井 下深部开采 。	矿山地压活动对深部开采作业影响的动态监测及风险管控技术，提供了深层应力监测、断面收敛监测、微震(声发射)监测等3种监测项目，以及1个井下地压在线监测及预警系统平台。综合矿山应力应变、微震监测技术，利用物联网、数字孪生、传感器等现代信息技术，实现监测工作的自动化、数据传输的实时化、预警信息的及时化、监测成果的直观化，进而研究矿山地压活动对深部开采作业的影响，达到安全生产风险管控的目的。	1. 深层应力监测，锚索应力计； 2. 巷道收敛监测，巷道收敛仪； 3. 微震监测，拾振器； 4. 井下地压在线监测及预警系统平台。	该技术融合多种地压活动监测技术，形成在线监测及预警系统平台，可以为深部开采中的安全保障提供技术支撑，有着很大的市场潜力和应用前景。	山东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
220	地下复杂空区协同探查技术与稳定性动态评价方法	矿山采空区安全防治与残矿资源高效回收利用，国家基础工程建设。	在矿产地质调查初步确定采空区空间位置、规模、形态特征的基础上，以现代信息技术为支撑，采用地-物-测-采-工等多专业协同作业、交叉校验的采空区联合探查集成技术方法，利用自主研发的磁性源地-空瞬变电磁装置对隐蔽空区实现精准探查；融合工程地质调查作出定性-半定量分析，结合数值分析软件开展采空区稳定性定量评价，构建了一套采空区稳定性DME动态评价体系，形成了采空区数据采集→模型构建→稳定性评价→反馈校验→模型修正→再评价的生态闭环。	1. 复杂采空区多专业协同探查技术； 2. 磁性源地-空瞬变电磁探查装备； 3. DME动态评价体系。	该技术实现了多源化、多专业协同的复杂空区探测，可大幅提高地下采空区调查和稳定性评价的时效性和可靠性，减低地下采空区的安全隐患，从而提高矿山保有资源的安全采出率，社会、经济、环境与安全效益突出。除适用于国内大多数矿山企业外，亦可应用于高速公路、隧道、桥梁等国家基础工程建设，市场竞争力强，对行业技术进步有重大的推动作用。	中国矿业联合会
稀有及贵金属类						
一、高效开采技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
221	倾斜中厚破碎矿体低贫损高效开采技术	缓倾斜、倾斜中厚破碎的金属非金属矿体井下开采。	采用阶段空场采矿法与充填采矿法联合进行开采，即将矿房划分为一、二步骤进行回采，先用阶段空场法回采一步骤矿房，二步骤作为矿柱不以回采。待一步骤矿房回采结束后，应用废石胶结充填采空区，充填体达到设计强度后开始进行回采二步骤矿房，最后充填二步骤采空区。	1. 倾斜中厚矿体开采技术； 2. 破碎围岩支护技术。	该技术在技术创新、效率提升、资源经济效益、环境效益等方面表现突出。试验采场数据表明，每年10万吨回采矿量，预计可多回采矿量5000吨。该技术在缓倾斜至倾斜中厚破碎的金属非金属矿体井下开采具有良好的推广应用前景。	中国黄金集团有限公司
222	松软破碎矿体上向进路式胶结充填采矿技术	岩金矿山松软破碎矿体。	针对松软破碎矿体资源现有采矿方法生产能力低、爆破效果差、充填接顶率低和支护成本高等问题，分析岩体构造发育情况及岩石物理特性，建立凿岩爆破和支护工艺分级标准，创新性提出“进路顶板充填管槽+多点下料分次充填”的“凸”型进路断面形状的充填接顶技术，优化进路式胶结充填回采工艺，不仅降低了采矿直接成本，提高采场综合生产能力，同时保证了生产作业的安全性。	1. “隔一采一”上向进路式充填回采技术； 2. “进路顶板充填管槽+多点下料分次充填”充填接顶技术； 3. 喷射混凝土快速充填挡墙技术； 4. “现场试验+数值模拟+理论计算+现场监测”一体化松软破碎岩体巷道围岩控制技术。	该技术在技术创新、效率提升、资源经济效益、环境效益等方面表现良好，具有广阔的应用前景，为松软破碎难采矿体大规模开采奠定了基础，提供了技术保障。	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
223	黄金矿山废石就地回填技术	急倾斜薄和中厚贵金属矿体地下。	首先将一分层6-7m采出的矿石全部运输；其次利用充填假底工艺保证下步采场顶柱安全高效回采；再次利用出矿穿脉等采准废石就地回填充置换矿石损失空间；最后废石回填充完毕，用电耙将废石平场并人工堆成上盘斜三角坡，浇灌0.5m厚的混凝土做成砵斜坡，进行下一分层循环作业。	1. 三角形砵斜坡技术； 2. 以采准废石充填人工假底，保证安全高效回采顶柱。	该技术能够使得矿石回收率最大化，同时，能有效节省运输、充填成本，为黄金矿山废石处理和利用提供了技术路径。	中国黄金协会
二、高效选矿技术						
224	大型堆浸生产工艺优化调控关键技术	金矿堆浸。	根据堆浸生产中矿石饱和含水率、最佳滴淋强度下浸出液浸润渗流速度和饱和渗流速度、矿堆高度及矿石最佳生产工艺条件下的理论浸出时间，建立判定合理浸出周期的数学模型。以模型数据为指导，确定生产中浸出循环液总量，滴淋浸出面积，在保证浸出效果的前提下，提高贵液金品位、吸附率、载金炭品位、载金炭解析率，同时降低浸出、吸附和解吸电解各作业生产成本，实现低成本条件下的堆浸生产。	1. 超大型堆浸生产优化控制技术； 2. 无机螯合阻垢技术； 3. 液相在制品金与载金炭固相在制品金调控技术。	该技术适应性和实用性强，投入低，可有效提高金矿堆浸企业生产效率、大幅降低生产成本，提升生产管理科技水平，在黄金堆浸企业具有较好的推广应用前景。	中国黄金集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
225	金矿细菌氧化处理工艺技术	难处理金矿。	利用细菌的氧化作用，氧化包裹在金颗粒表面的硫化矿物，使其打开包裹，使金能够与浸出剂充分接触，实现金矿中金的有效回收。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生物氧化工程菌的筛选、培养、驯化； 2. 生物氧化反应器的设计； 3. 生物氧化工程菌的放大培养技术； 4. 细菌氧化活性及氧化温度的生产控制技术； 5. 氧化液中有价元素综合回收技术。 	该技术适应性和实用性强，投入低，可有效提高金矿堆浸企业生产效率、大幅降低生产成本，提升生产管理科技水平，在黄金堆浸企业具有较好的推广应用前景。	中国黄金协会
226	含砷难处理金矿加压预氧化关键技术	含砷、含锑、碳质等难处理金矿处置。	在高温氧压条件下湿法氧化包裹金的硫矿物和砷矿物，快速打开被这类矿物包裹的金，使金暴露，从而得以高效浸出金，并将有害物质砷沉淀为稳定无害的砷酸铁。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加压预氧化工艺及技术； 2. 环境友好型的稳定固砷技术； 3. 系统酸平衡、热平衡调控关键技术； 4. 高温高压工艺装备工程化关键技术。 	该技术解决了直接提取回收率低、焙烧工艺污染严重的难题，具有工艺新颖，工艺技术先进，自动化程度高、建设周期短、投资小、达产快等特点，可有效提升金的回收率，提高资源利用率和企业经济效益，改善生态环境，在含砷、锑、碳质等难处理金矿具有较好推广前景。	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
227	低毒环保型贵金属（金、银）浸出剂及其应用技术	大多数采用氰化法提金的黄金生产企业。	<p>环保型低毒贵金属浸出剂是一种复合多种浸金组分的混合物。其主要成分包括碳化三聚氰酸钠、碱性硫脲、碱性盐类等，其中碳化三聚氰酸钠是产品的核心组分。</p> <p>碳化三聚氰酸钠在碱性条件下转化为氰尿酸钠盐（$C_3H_2N_3NaO_3$）并能与金生成络合物使金从矿石中溶解出来：$Au^{3+}+(C_3H_2N_3NaO_3)^- \rightarrow Au(C_3H_2N_3O_3)^{2+}$。碳化三聚氰酸钠中的氰基（-CN）是以共价键的方式连接在一起的，在碱性条件下不会解离出游离氰根离子，可以络合、溶解金，因此与氰化物相比，碳化三聚氰酸钠的毒性极低，浸出剂的其他辅助成分会产生协同作用，帮助金的溶出。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以纯碱和尿素为原料低温合成中间产物的技术与装备，包括低温反应釜、自动计量装置和气动物料输送等； 2. 中间产物高温催化合成碳化三聚氰酸钠技术与装备，包括高温反应釜、造粒冷却机； 3. 废气处理技术与装备。蓄热式焚烧炉，回收热能的换热器等。 	<p>该技术毒性低，保管、使用、运输安全，贵金属浸取率高，尾渣可低毒排放。随着全球和中国加大了对贵金属生产的环境污染治理及监管力度，环保型贵金属浸出剂的需求加大，因此，该技术推广前景和市场广阔。</p>	中国黄金协会、中国黄金集团有限公司
三、综合利用技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
228	高硫低铜金矿选冶联合绿色回收金铜关键工艺技术	含铜、高硫铜金矿综合利用。	利用铅盐与碱的协同作用，在硫化物表面产生钝化膜，降低耗氰物质的活性，降低氰化钠消耗，浸出液中铜离子浓度大幅下降，节约后续除铜、破氰成本，硫精矿提金氰化钠耗量从7kg/t左右下降至1kg/t左右，同时浸出贫液铜浓度从1500mg/L以上降低至150mg/L以下，保障了氰化系统的顺利运行；梯级破氰以及金铜回收技术，调控双氧水破氰反应过程，达到高效、低成本、稳定的破氰效果，破氰后液铜和氰根浓度稳定在1ppm以下，实现贫液中残留金、铜的综合回收，同时减少了回水中可溶性盐的累积。	1. 铜硫混合精矿选择性解吸-高效铜硫分离技术； 2. 铅盐硫精矿高效钝化预处理技术； 3. 高铜氰化贫液梯级破氰-回收铜利用技术。	该技术解决了难处理金矿采用常规浮选技术难以实现铜金高效分离等共性问题，降低了选冶药剂成本，实现了铜金的高效回收利用，提升了资源回收利用水平和利用率，为难处理高硫低铜金矿石资源的高效开发利用提供了示范，推动了行业技术的进步。	中国有色金属工业协会
229	炭浆尾液深度净化与综合利用工程化技术及装备	产生污染物的废水综合治理。	通过臭氧-因科复合高级氧化技术、高效混凝除铜及铜回收技术、高级催化氧化法技术及改进型曝气生物滤池技术等系列技术，将传统曝气生物滤池的单级运行改为多级串联运行、单一介质改为多种介质，以提高其抗冲击负荷的能力。	1. 臭氧-因科复合高级氧化技术； 2. 高效絮凝技术； 3. 高级臭氧催化氧化协同贵金属回收技术； 4. 新型曝气生物滤池技术。	该技术可减少矿山新鲜水的用量，符合清洁生产的要求，同时优化了选矿工艺生产指标，为矿山带来的经济效益显著，具有较好的推广价值。	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
230	生物法深度治理黄金生产含氰废水同步回收金技术	含氰和硫氰酸盐废水的深度处理以及废水中的微量有价金属的回收。	利用微生物对氰化物和硫氰酸盐的分解作用，高效率净化含氰污水。通过“生物膜法接触氧化+活性污泥联合处理工艺”，构成活性污泥与生物膜共存的微生物体系，耦合多种功能微生物，实现含氰废水中多种污染物同深度治理与微量金的高效回收。利用金属离子和微生物细胞表面的官能团之间的物理化学作用，高效富集含氰废水中的微量金。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工艺流程：调节池—水解酸化池—一级接触氧化池—二级接触氧化池—辐流沉淀池。 2. 活性污泥； 3. 含氰废水进行缺氧活性污泥吸附金； 4. 含氰废液进行好氧生物处理； 5. 将二沉池产生的剩余污泥（载金污泥）进行浸出提金处理。 	经该技术处理后的废水中硫氰酸盐浓度低于1mg/L，其余污染物指标均能够稳定达到国家《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）规定的一级指标要求，同时能回收废水中的金，大幅度提高了资源利用率，经济效益、环境效益显著。对于低氰高硫酸盐类型的废水处理具有较广阔的推广应用前景。	中国黄金集团有限公司
231	极高浓度氰化尾液回收新技术及配套装备	含氰、重金属、硫氰酸盐、二氧化硫硫等污染物的废水、废气、矿浆综合治理。	向氰化尾液（浆）中加入硫酸，使废水呈酸性，废水中的氰化物转变为HCN。由于HCN蒸气压较高，向废水（浆）中充入气体时，HCN就会从液相逸入气相而被气流带走，载有HCN的气体与吸收液中的NaOH接触并反应生成NaCN，NaCN重新用于氰化浸出。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 四维负压先吹脱后沉淀技术为核心的3R-O新技术； 2. 四维负压吹脱反应器。 	该技术降低了传统氰化物回收工艺的安全风险隐患，实现了高浓度氰化物、铜等有价值物质的高效回收。技术和配套设备运营可靠，对氰化尾液性质变化的适应能力强，运行成本低，可以应用于国内外采用氰化工艺的黄金生产企业，经济效益和安全效益显著，具有很好的推广前景。	中国黄金集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
232	高硫金精矿氰渣全组份无害化利用	氰化尾渣无害化、资源化利用。	<p>一是有价组份综合回收利用。将氰化尾渣中的硫、铁进行高效富集，同时金、银等贵金属得到富集；富集后的高硫高铁精矿进行焙烧制酸，硫组份制成硫酸，铁组份形成高品位铁精粉，金、银等贵金属存在于铁精粉中，得到进一步富集；含有金、银等贵金属的铁精粉进行氯化提金，铁组份制成球团，金、银等贵金属得到高效回收。</p> <p>二是氰化尾渣选硫后尾渣综合利用。选硫尾渣主要组份为二氧化硅、三氧化二铝，其次，含有少量重金属及微量氰根，要将该尾渣无害化处置，必须进行氰根脱除及重金属固化。通过研究，添加一定辅料，烧制陶瓷建材，能达到上述目的。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氰化尾渣高效富集选硫系统； 2. 高硫精矿制酸； 3. 氯化挥发及有价金属回收系统； 4. 选硫尾渣制备欧式连锁瓦系统。 	<p>该技术可应用于黄金冶炼产生的氰化尾渣处置利用，既可以解决氰化尾渣堆存产生的环境问题；又能回收其中的有价组份，增加经济效益，解决了制约上游黄金生产企业尾渣无法利用的困境，延长了黄金行业产业链。</p>	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
233	微细粒金银铁难处理多金属氧化矿冶选联合关键技术	微细粒金银铁难处理多金属氧化矿资源的贵金属矿山。	以“控氰抑铜富氧浸出-差异化优先浸吸-脱泥梯级磁选”为核心，从磨矿开始，分段加药，精确控制游离氰根离子浓度在0.1%以下，降低铜矿物的溶解，选择性浸出金、银。采用助浸剂；改善充氧设施布置，保持矿浆中高氧浓度，实现富氧环境下金、银的快速浸出；根据金、银活性炭吸附解吸行为的差异，前移炭吸附作业，提高提炭频率，降低金取代吸附银行为的发生，提高银的吸附率；采用旋流器预先脱除-0.02mm粒级的矿泥，降低矿泥对磁选的干扰，优化磁选工艺，提高整个磁选作业铁总回收率。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基于金银优先浸出的游离氰根离子浓度精确控制技术； 2. 基于富氧强化的高效浸出技术； 3. 基于金银吸附差异的优先浸吸技； 4. 基于预先分级脱泥的梯级场强分离技术； 5. 带垂直导流槽的浸出槽设备； 6. 助浸剂。 	该技术提高了难选冶金矿多种有色组分的综合利用水平，在我国微细粒金银铁难处理多金属难选冶氧化矿比较集中的川、陕、甘和滇、桂、黔三角地区有广阔的应用前景，在国内其他地区的同类贵金属资源的综合利用方面也有一定的应价值。	中国黄金协会
234	金精矿氰渣污染控制与综合利用技术及装备研究	金精矿氰渣污染控制与综合利用。	利用金精矿（或含硫金矿石）焙烧渣酸浸铜萃取工艺产生的萃余液、焙烧预处理工艺产生的烟气、生物氧化预处理产生的生物氧化液，在生产过程中对氰化浸出工艺产生的含氰废水或氰化尾矿进行催化氧化和稳定固化处理，使氰化尾矿浸出毒性达到一般工业固体废物的要求全部产品化，降低萃余液、生物氧化液中和处理量。	<ol style="list-style-type: none"> 1. WAST系列技术； 2. 高效密闭反应器； 3. 二次气提加药搅拌装置； 4. 高效解吸洗涤技术配套高效洗涤压滤机。 	该技术具有不需要药剂投入、运行成本低、可回收有价物质、处理效果稳定等优点，环境效益、社会效益及经济效益显著，推广应用前景广阔。	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
235	黄金矿山低品位资源动态评估与利用技术	构造破碎带蚀变岩型金矿床；规模较大的生产矿山。	基于盈亏平衡原理，根据金属价格、企业生产条件调整品位指标，在三维矿床模型上展示其数量、质量、分布状况以及工程控制程度，因地制宜设计回采方案，实现低品位资源的动态评估与利用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以级差边际品位优化为核心的黄金矿山低品位资源动态评估技术； 2. 基于矿业软件的低品位矿体圈定及控制工程三维精细化建模技术； 3. 可视化的低品位矿体回采设计，以及低品位矿体合理开采顺序研究； 4. 低品位矿体高效回采技术。 	该技术适用于地质条件差、工程环境复杂的资源回收，经济效益显著，为合理开发利用低品位金资源提供了技术支撑，实现资源的综合利用和高效回收，延长矿山的服务年限，具有广阔的推广应用前景。	山东省自然资源厅
四、绿色低碳技术						
236	黄金矿山浮选鼓风机高压变频节能技术	有色金属矿山浮选鼓风机。	采用高压变频器进行调速，由仅使用风门调速改为采用变频调速方式改变浮选鼓风机电机的转速，保留原有的起动设备，用户可以根据需要，选择变频控制和工频控制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高压变频器； 2. 变频器增设旁路电路； 3. 变频装置的运行监控并入原有DCS系统； 4. STT技术。 	该技术不仅可以节约电费、降低企业生产成本，还能降低设备运行与维护费用，增强电机的保护功能，实现高度自动化，增强系统运行的可靠性，谐波污染小，减少二氧化碳排放量，提高功率因数，广泛适用于有色金属矿山。	中国黄金集团有限公司
五、数字化智能化技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
237	电机车远程遥控装矿控制系统	国内非煤矿山井下装矿作业。	电机车驾驶员通过观察HMI监视器上利用无线通信传回的位于放矿点上的高清摄像机视频图像，将电机车准确停稳至放矿点。遥控操作装置位于电机车驾驶室内，电机车驾驶员操控信号通过无线通信传至电振放矿机的自动控制单元，从而达到远程遥控装矿的目的。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 视频操作监控系统； 2. 点对点通信系统； 3. 电振放矿机自动控制系统 4. 车载能源管理系统。 	该技术有助于企业效率提升并可改善企业经济效益，降低安全风险，是地下“数字化矿山”或“数字化采矿”流程中一个重要的环节，对矿山企业加快“数字化矿山”建设方面具有重要技术支撑作用。	中国黄金集团有限公司
238	三维激光扫描仪在矿山生产中的应用技术	矿山井下、地表所有工程的扫描、验收工作。	利用三维激光扫描仪对矿山井下数据进行数据采集，收集有用数据，建立三维模型，实现工程量的计算、分析。同时，地质技术人员，利用已扫描三维数据、影像资料，进行数据化地质编录，建立构造模型，实现岩体结构面精细探测及精准建模。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以三维激光扫描仪为关键技术装备； 2. 采集云数据，建立真实三维矿井模型； 3. 利用MAPTEKPointStudio对点云数据进行处理，实现数据共享。 	该技术将地质构造素描精度提高至毫米级并且效率极高，数据收集效率比传统方法提高6倍以上，数据精准度高，推动了在井下工作环境恶劣、数据收集困难、劳动强度增大的背景下建立智慧化矿山的进程。该技术应用范围广泛，对环境没有特殊要求，使用方便、易于操作，推广前景广阔。	中国黄金协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
239	井下碎石机远程控制技术	矿山井下固定式液压碎石机等固定式设备。	以碎石机远程控制以局域网控制总线系统（CAN-BUS）为基础，通过交换机和光模块，组建碎石机控制千兆专网，完成控制信号的传输，实现碎石机专网与井下工业环网、办公局域网的互联互通。通过碎石机控制专网将采集的控制信号传输到碎石机硐室，再由本地远程模块对控制信号进行信号转换和解码，该模块通过IQAN CANbus总线技术进行通讯，以实现地表人员对液压站的远程启停操作和设备运行状态的监控。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 井下碎石机远程控制技术和设备； 2. 井下碎石机数据采集和传输技术及设备； 3. 井下碎石机系统通信技术及设备； 4. 中控室操控台分时控制多台破碎设备技术； 5. 井下碎石机系统安全监控技术和设备。 	该技术减少井下现场作业人员数量，降低劳动强度，可减少生产等待时间，提高作业效率和人员安全，提升矿山智能化水平。适用范围广，可在各种金属矿山进行推广应用。	中国黄金协会
240	地下采空区智能数字化系统应用	煤矿和非煤矿山的地下实景信息数字化复刻。	针对历史遗留、无勘查地质资料的未知采空区，基于物探、钻探的方法获得采空区的分布后，对采空区的稳定性进行评估，合理确定“崩、充、封、撑”的方案选择依据。针对采空区的治理效果检验，形成一套对采空区治理效果的有效评估体系。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用于地下封闭采空区精确测量的钻孔式三维激光扫描测量装置； 2. 采用LADAR-PP软件构建空区三维模型。 	该系统能够通过激光扫描、数字孪生等技术，将露天和地下矿山的真实面貌和测绘信息实景复刻至计算机，实现矿山所有区域的快速数字化，为矿山的智能化、无人化提供数据依据。适用于煤矿和非煤矿山的数字化建设，具有广阔的市场前景。	中关村绿色矿山产业联盟
化工矿产类						
一、高效开采技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
241	平底结构分段凿岩阶段出矿嗣后充填高效采矿技术	上覆高承压含水层等“三下”矿体，急倾斜及倾斜金属非金属复杂难采矿床开采。	在上覆高承压含水层等“三下”开采的，急倾斜及倾斜金属非金属矿体，采用垂直矿体走向布置矿房，底部结构设计方向和凿岩巷角度更便于铲车出矿，矿房之间留设6-8m宽的间柱暂时不回采，最初矿房依靠两帮原岩支撑的方式保证顶板安全，是在原岩及充填体支撑的暴露面积下回采与充填。依靠原岩矿柱和充填体共同支撑顶板，爆破后利用无人遥控铲车进入空区进行出矿及残矿回收，矿房回采完毕后，利用空区探测装置对空区轮廓线进行三维扫描，确定空区轮廓后通过在上中段施工的充填巷道或者充填钻孔进行充填采空区。充填使用分级尾砂和自主发明的胶固剂胶结充填。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 三维空区探测仪； 2. 3Dmine软件及数字化应用技术； 3. 控制采空区顶板爆破成型技术； 4. 遥控铲车的运用技术； 5. 充填接顶技术； 6. 空气囊置换充填体技术； 7. 地压监测技术； 8. 充填胶固剂技术； 9. 平底结构分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿专利技术。 	该技术相比其它采矿方法大大的降低了掘采比和采矿成本，提高了出矿效率和回采的安全性，在类似矿井有较大的推广价值。	河北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
242	盐岩水溶充填开采技术	可溶盐类水溶法开采矿山。	<p>本技术利用工业固体废渣充填水溶开采形成的采空区。在采空区内，随着固体废渣充填增多、时间增长，固体充填物在重力及挤压的作用下沉降、凝结、密实，其体积模量和剪切模量不断增大，形成一定强度的充填体，支撑采空区底板和侧壁，将上覆岩层应力传递到侧壁和底部岩层，改善采空区的应力环境，阻止上覆岩层变形，抑制采空区收缩，提高采空区的整体稳定性，消除采空区安全隐患。注水中添加一定比例制碱废钙液（主要成分为CaCl₂），通过氯化钙与岩盐伴生芒硝、钙芒硝发生反应，将硫酸钠转化成氯化钠，实现低品位芒硝及钙芒硝资源化利用。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 废液、废渣调浆混合技术； 2. 固体废渣注入井下采空区技术； 3. 复合渣浆充填采空区凝固技术。 	<p>该技术解决了岩盐伴生钙芒硝资源无法淡水开采的技术难题，提高了岩盐伴生钙芒硝资源的综合利用率，不仅仅适用于盐矿开采，也可推广到各种水溶井采的盐类矿产，硫酸盐（如无水芒硝、芒硝、钙芒硝）、碳酸盐（如天然碱）等盐类矿床。</p>	江苏省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
243	复杂地质条件下厚大缓倾斜磷矿体安全高效开采关键技术	复杂地质条件下厚大缓倾斜磷矿体安全高效开采。	在研究矿山地质条件、开采技术条件的基础上，针对缓倾斜厚大难采磷矿体采用分两层切顶开采；以锚杆锚网锚索联合锚固方法控制顶板事故发生；应用人工矿柱支撑采场顶板，控制地压，并达到安全高效开采、提高矿石回收率的目的。该技术主要包括缓倾斜厚大磷矿体的采矿方法研究、设备研发及关键设备运用研究和采空区安全处理等重大技术难题的试验研究与应用。重点涉及安全高效采矿方法、连续化生产设备选型及采场顶板锚杆锚网锚索联合锚固等一整套核心技术。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分层切顶房柱与两步回采充填采矿结合采矿技术； 2. 复杂地质条件下顶板、矿柱锚杆锚索锚网联合锚固技术； 3. 采空区安全处理关键技术； 4. 地压监测技术； 5. 实用设备研发运用技术。 	该技术是安全高效采矿的示范样板，为湖北、贵州、四川、云南等国内同类矿山的采矿工作提供实践依据。	湖北省自然资源厅
244	水平中厚矿体厢式充填采矿技术	近水平、中厚层磷矿床地下开采。	分析研究采场围岩失稳方式及规模，对充填材料及方式优化组合，形成合理、经济的充填体，达到控制空场冒落、实现安全生产、避免诱发地表开裂、塌陷等地质灾害的目的。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 毛石混凝土充填体侧壁保护技术； 2. 近水平条件下细石混凝土接顶技术； 3. 干料反压及充填高度控制技术。 	该技术为近水平、中厚矿体磷矿的充填开采提供了成功经验和案例借鉴，市场应用前景广泛。	湖北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
245	喷淋湿式充填技术	磷矿井下充填采矿。	喷淋湿式充填技术主要是将胶结材料（如水泥）制备成浆液后，利用输送泵通过输送管道将水泥浆泵送至井下料场并喷淋到废石上面，利用水泥浆液自行下渗和铲运机搅拌，使废石和水泥浆混合均匀，形成合格的充填体后，铲运至充填区域充填。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通过地面制浆，长距离管道输送，现场喷淋搅拌充填，改干拌为湿喷，降低充填作业区域粉尘； 2. 通过连续制备输送料浆，改传统的间歇式充填为连续充填，提高充填效率； 3. 通过PLC自控系统，实现以水泥掺量确定水的掺量，精准控制水灰比，确保充填体强度。 	该技术简化了充填工序，提高了充填效率，降低了充填成本和劳动强度，减少了作业区域粉尘等职业危害因素，明显改善了作业环境，可在采用废石充填的矿山广泛推广。	湖北省自然资源厅
246	便携式单体支柱与柔性网联合支护	磷矿地下巷道安全支护。	将便携式单体支柱的抗压强度大、可缩性、简便耐用等特点与柔性网的抗冲击性强，可塑性特点进行有机结合，形成优势互补。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 便携式单体支柱升降孔间隔为15cm，孔径1.2cm，便于升降调节； 2. 半球形支垫采用螺栓与顶部套管连接，活动仰角20度，确保了支柱在不平整顶板的支撑接触面积，实现了支柱受压后的稳固。 	该支护技术与液压顶支护相比具有投资少，构造简单、耐用，故障率低等特点，适宜在地下开采磷矿推广。	湖北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
247	固体钾矿浸泡式溶解转化开采技术	察尔汗盐湖资源的后续开发和其他类似资源的开发。	向地层中注入不饱和溶剂，破坏原有的相平衡，依据相图理论，使溶剂与盐层中的石盐、光卤石或钾石盐发生交换，形成新的溶液，析出新的固体，达到新的平衡状态。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低品位固体钾矿溶剂制取方法； 2. 低品位难采固体钾矿溶解开采工艺技术； 3. 低品位难采固体钾矿溶解开采工程化技术； 4. 低品位固体钾矿溶解开采临界品位建立； 5. 固液转化过程中的盐岩层地质特征变化规律。 	通过低品位固体钾矿的溶解转化技术成果产业化，实现固体钾资源的有效开采利用，将盘活察尔汗盐湖矿区低品位固体钾矿，增加可采钾盐资源储量，延长矿山服务年限，实现资源高效综合利用，经济效益显著，对马海盐湖等类似资源开发具有示范推广意义。	中国化学矿业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
248	中厚急倾斜破碎磷矿体安全高效开采综合技术	中厚缓倾斜~倾斜破碎矿床开采。	根据中厚急倾斜破碎磷矿体的开采技术条件，采用框架式人工假顶下向交错分段充填采矿法。通过预筑人工假顶和假底的框架式护顶结构，在脉内凿岩巷端部掘进切割上山，以切割上山为自由面进行采场分段爆破，落下矿石在框架式护顶结构保护下后退式回采。采用全套无轨采掘设备进行打眼、出矿、支护等工作。通过对爆破块度测量，合理调整爆破参数，有效控制矿石块度。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 框架式人工假顶下向交错分段充填采矿技术； 2. 锚索与锚杆悬吊、内置钢筋与金属网构筑的高承载能力钢混人工假顶技术； 3. 井下图像采集的摄影支架和爆破块度图像快速分析技术； 4. 用于节理裂隙发育破碎岩体支护的蟹形锚杆托盘； 5. 能够在矿岩局部破碎地带有效维护围岩稳定的锚杆加穿带组合支护的装置； 6. 采用砖结构鼓形充填隔离墙、预置采场的塑料管及管顶端配重，将充填料浆固液分离后多余的溢流水迅速排至隔离墙外，解决了磷石膏料浆脱水慢、养护周期长的难题。 	该技术是我国成功实现中厚急倾斜破碎矿体安全高效开采的典型，为我国松软破碎、埋藏深、价值高等复杂难采矿体安全开采提供了技术储备，具有广阔的推广应用前景。	贵州省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
249	磷矿全尾矿充填采矿技术	大中型磷矿采选结合一体化矿山。	充分利用磷矿浮选尾矿、重选尾矿等各类尾矿，采用化学反应方法降低尾矿中的磷、氟含量，开发了适用不同工况的胶结充填工艺和磷尾矿无害化充填治理采空区工艺，该技术在保证充填体强度的同时，还避免了充填料浆对充填采空区的环境及地下水的污染问题，形成化工矿山充填采矿、浮选或重介质选矿、尾矿充填“三位一体”的无废开采技术。	1. 浮选全尾矿胶结充填技术； 2. 重选全尾矿胶结充填技术； 3. 磷尾矿无害化充填治理采空区技术。	该技术提高了资源回采率，减少了资源浪费，延长了矿山的服役年限；充分利用矿山选矿所产生的尾矿，实现了尾矿的变废为宝，解决了尾矿堆存的环境污染、占地问题；极大提高了井下采矿的安全性。对我国化工矿山的合理、有序、科学开发具有重要推广意义。	中国中化控股有限责任公司、贵州省自然资源厅
250	磷矿重选尾矿加压充填采矿技术	大中型磷矿地采重选结合矿山充填采矿。	将胶结材料（如水泥）制备成浆液后，利用输送泵通过预埋的注浆管道强行将浆液压入至已预先充填好的废石充填体中，并让浆液均匀浸润、填充整个废石充填体的孔隙，待浆液凝固后即达到胶结充填的目的，有效解决膏体泵送胶结充填成本高、易堵管及传统块石胶结充填粉尘大、作业环境差、劳动强度高、效率低等问题。	制作注浆管——预埋注浆管——废石充填——挡墙封闭——浆体制备——浆体压浸——浆体凝固胶结	该技术成本低、工序简单、劳动强度小、不会产生硅质粉尘，且不易堵管、充填效率高，适用范围广，可应用于各类充填采矿的矿山。	湖北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
251	重介质尾矿充填料低流速输送技术	磷矿等矿种低流速低功耗低磨损充填。	通过开展低流速低功耗低磨损充填输送实验，选用超大管径无缝钢管作为充填管道，通过工艺技术创新，将传统的流速降至0.5m/s以下，从而降低因流速过快造成管道磨损，使得充填管道选材的范围增大，不仅最大程度上降低了充填成本，而且使系统充填输送能力达到设计要求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 长距离满管低流速稳压输送技术； 2. 交错间断制备工艺； 3. 充填系统。 	该技术可大幅降低充填管道磨损，延长管道使用寿命，降低运营成本。同时，能有效解决因磷矿资源开采导致的尾渣地表堆放、重金属污染、尾矿库扬尘等地质灾害和环境污染问题，大幅减少土地占用，显著提升矿区生态环境质量，综合效益显著。	湖北省自然资源厅
252	磷矿山矿井水无害化处理技术	磷矿及类似矿山，缓倾斜矿体侵蚀基准面以下开采涌水处理。	以矿井水处理为中心，根据磷矿山矿井涌水特点，基建阶段研究注浆堵水技术，降低矿井水量；生产阶段研究分阶排水实现清污分流和井下多级沉淀，保证达标排放。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 注浆堵水； 2. 分段排水和清污分流； 3. 矿井水无害化处理。 	该工艺技术适用于侵蚀基准面以下开采涌水处理，实现了在基建期治水，在生产期排水，安全、节能、降耗，推广应用前景广阔。	湖北省自然资源厅
二、高效选矿技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
253	光电智能分选设备及工艺技术	金属、非金属和煤炭等固体矿产。	基于X射线透视和物质识别，使用X射线对每块矿石进行准确分析和识别，由探测器采集数据，通过智能算法识别区分矿石与废石，经过集中控制系统，利用高速气排枪，对入选矿石颗粒精准击打，将精矿与尾矿分离。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高灵敏X射线探测器； 2. III类射线装置； 3. 多光谱融合识别技术； 4. 进化型AI智能算法软件； 5. 高速、自清洁分选执行机构； 6. 智能化电控操作平台； 7. 智能分选机。 	该技术可在非金属矿产、金属矿产和能源矿产，如：磷矿、萤石、铁矿、锰矿、铜矿、铅锌矿和煤矿等矿石分选方面应用，通过预先抛废、矿石提精和块煤排矸等流程，达到有用矿物富集目的，实现智能分选替代人工手选，显著提高分选效率，大幅降低劳动强度，在提高矿山经济效益方面有重要作用。	湖北省自然资源厅、中关村绿色矿山产业联盟
254	硫酸亚型盐湖卤水生产硫酸钾技术	利用硫酸亚型盐湖卤水生产硫酸钾。	利用光卤石矿分解、浮选，得到氯化钾精矿，综合利用氯化钾浮选尾矿和氯化钾精矿转化软钾镁矾矿，得到的软钾镁矾矿和氯化钾精矿通过洗涤、升温结晶得到硫酸钾颗粒。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光卤石矿分解、浮选技术； 2. 泄利盐和氯化钾精矿转化技术； 3. 硫酸钾结晶洗涤技术； 4. 成套装备设计制造技术。 	该技术使盐湖卤水利用向复合型利用开发方面发展，对于盐湖型硫酸钾制造企业在硫酸盐短缺时，为卤水晒制及装置工艺调整提供新方向。对青海、西藏、新疆等利用盐湖资源生产加工钾肥的企业，尤其对于硫酸亚型盐湖资源具有广阔的推广前景。	国家开发投资公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
255	硫酸钾浮选尾矿管道溶钾回收利用技术	盐湖钾肥生产尾矿中钾镁硫资源综合利用。	采用 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} // Cl^- 、 SO_4^{2-} - H_2O 五元水盐体系相图为理论指导，开发出新型的选择性固液转化浸取剂-低钾高钠型工艺卤水。利用尾矿输送管道内部的混合流场为固液间发生选择性离子交换和迁移提供场所和动力，在输送尾矿料浆到尾矿坝的同时选择性回收了钾、镁离子和硫酸根等资源。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 选钾尾矿氯化钠同步溶解技术； 2. 选钾尾矿钾、镁离子和硫酸根回收技术。 	该技术先进、可靠，操作简单且流程短，设备投资少，技术指标理想，实现硫酸钾尾矿中 K^+ 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 的浸出率超过60%，对国内同类盐湖矿山尾盐资源的综合回收利用起到典型示范和带动作用。	国家开发投资集团有限公司
256	固体钾盐矿冷分解结晶与氯化钾浮选技术	钾资源制备氯化钾。	通过饥饿成核与晶核避碰调控晶核形成和晶体生长，促使氯化钾晶体生长至较大粒度，大幅改善其浮选、过滤、干燥等工序的产品质量、资源回收率、能耗、粉尘污染等；利用弱酸性介质环境氯化钾与氯化钠的表面电性差异及其对阳离子捕收剂的吸附特性，通过精准控制给药量，促使药剂在氯化钾表面与氯化钠表面的吸附量差距增大，改善氯化钾浮选精矿质量。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 光卤石矿饥饿成核与晶核避碰分解结晶技术； 2. 结晶器关键装备； 3. 氯化钾分速浮选技术； 4. 绿色高效浮选剂。 	该技术实施后，选矿加工回收率由国内同类技术的65%提高到80%；加工工艺节能5%以上，节水10%以上；经济效益显著。在国内外钾肥企业的技术改造和工业生产中均有一定规模应用前景。	中国中化控股有限责任公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
257	中低品位胶磷矿脱除铁铝杂质选矿技术	中低品位高铁铝胶磷矿选矿。	针对中低品位硅钙质胶磷矿资源性质，采用精准个性化方案。采用开发分级分步正反浮选方法，把矿物的粒径控制在窄范围，降低磨矿成本约50%，利用有机高分子药剂解决矿泥的不利影响，提高分选性，降低精矿铁、铝倍半氧化物含量。采用脱泥、两段反浮选联合选矿工艺，有效降低磷矿石中杂质含量。利用脱泥去除部分铝和硅，调整药剂制度去除镁、铁，引入阳离子絮凝反浮选工艺破解脱硅铝作业段泡沫流动性问题。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分级分步正反浮选方法； 2. 脱泥、两段反浮选联合选矿工艺； 3. 聚丙烯酰胺-氧肟酸盐磷矿新型调整剂。 	我国的磷矿资源经过长期的开采利用，部分矿区的磷矿物均呈现贫、细、杂、难等特征，中低品位磷矿的利用比例逐步提升。该技术为开发中低品位难选钙硅质及混合型胶磷矿提供良好的技术支持，对我国的磷肥工业可持续发展具有重要意义。	中国中化控股有限责任公司
258	反浮选—冷结晶氯化钾生产工艺技术	从氯化物型盐湖卤水钾镁盐矿中提取氯化钾。	利用光卤石、氯化钠在特殊捕收剂上的吸附能力不同使光卤石与氯化钠分离，使光卤石原料的纯度达到工艺所允许的范围（NaCl≤7.0%），然后加水分解光卤石，氯化镁进入液相，控制光卤石分解体系中氯化钾的过饱和度，达到在常温条件下使氯化钾颗粒长大的目的。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 反浮选机理研究及应用； 2. 尾盐回收关键技术及10万吨/年氯化钾生产装置建设； 3. 氯化钾结晶过程研究和粒度生长控制技术； 4. 氯化钾结晶器流场模拟技术； 5. 100万吨反浮选—冷结晶氯化钾生产设备改造、改进和工艺的优化。 	该技术进一步提升了装置的自动化控制水平，促进技术、产品升级和选矿回收率提高，从而实现我国盐湖钾矿利用水平的升级，对节约氯化钾资源、增加钾肥总量具有重要意义。	中国化学矿业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
259	综合利用磷肥及磷化工工业废水——WFS选矿技术	中低品位磷矿石反浮选。	采用磷肥及磷化工工业废水WFS作为调整剂代替硫酸。脉石矿物在调整剂WFS的作用下，疏水性更为明显。整个环境中的[H] ⁺ 浓度较低，对矿物的性质不发生改变，保障了矿浆稳定的pH值环境，为选矿创造了良好的选别条件。	1. 磷矿选矿与制酸、制肥内循环工艺； 2. 磷化工工业废水WFS替代硫酸作为胶磷矿反浮选调整剂。	该技术对不同品位的胶磷矿、纤维状磷灰石、隐晶质磷灰石、结晶状磷灰石等都具有非常好的适应性。生产过程中不需要添加其他辅助材料，工艺操作简单，安全性能较高，能有效综合利用化工废水，解决化工废水处理问题，有效降低环保风险，环境效益显著，适合大规模生产。	贵州省自然资源厅
260	碳酸盐磷块岩矿石反浮选捕收剂——WF-01选矿技术	碳酸盐型磷块岩矿石反浮选。	通过药剂改变矿物表面性质，提高矿物表面活性，将有用矿物和脉石矿物进行分选，原矿入选品位（P ₂ O ₅ ）可由30.75%下降至20%左右。	胶磷矿高效反浮选捕收剂WF-01研制技术。	该技术能够有效分选中低品位磷矿石，提高资源利用率，经济效益显著，对充分利用中低品位磷矿具有重要意义，对云南、四川、湖北、贵州等磷矿选矿有重要指导意义和推广价值。	贵州省自然资源厅
三、综合利用技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
261	低品位湖盐综合回收技术	湖盐边角矿、低品位矿和尾矿的综合回收利用。	一是按盐层等厚线划分出低品位矿，采用挖掘机采掘、汽车运输将盐矿拉运至生产场地；二是根据氯化钠易溶于水的特性，采用淡水溶解盐矿，依据各物质比重的不同在澄清器内分离，泥沙、硫酸钙等比重大的物质沉积到澄清器底部，饱和卤水从顶部溢流进入清卤罐，通过输盐泵供碱厂生产用盐。	1. 机械洗盐生产关键技术； 2. 液体盐生产工艺关键技术。	该技术可广泛用于湖盐矿床的采掘、选矿等生产环节，生产工艺简单、成本低、可操作性强，为盐湖边缘贫矿和生产尾矿的开发利用提供了技术参考，在盐产品的开采、生产、加工等领域具有广泛用途。	中国盐业集团有限公司
262	天然碱矿地下热溶开采与加工技术	大型盐、碱、硝类矿产资源。	根据矿石易溶于水、矿床埋藏深等特点，采用钻井水溶法开采。利用加工厂来的不低于75℃的各种热杂水进行热溶开采。通过深薄层天然碱的水平复合井建设，对矿层混合压裂，双层同时开采向生产加工装置提供生产所需卤水。卤水经一效或多效常规蒸发制纯碱技术，通过湿分解工艺，有限降低单位产品能耗，吨产品综合能耗下降。在制纯碱过程中产生的二氧化碳气和含碱废液采取碳化法生产优质小苏打，实现资源高效利用。	1. 循环水溶采天然碱贫尾矿技术； 2. 水平钻井溶采天然碱技术；深薄层天然碱、盐、硝对井多层连通开采工艺； 3. 天然碱矿的热溶开采技术； 4. 盐类矿床钻井水溶采法开采井口装置； 5. 含NaHCO ₃ 碱卤湿分解蒸发制碱工艺； 6. 天然碱制纯碱(倍半碱流程)工艺技术； 7. 天然碱加工纯碱废液、废气综合利用技术。	该工艺技术适合于大型盐、碱、硝类矿产资源；矿床埋藏深浅皆可，更适宜于深层资源开采，减少注水压力风险；可提高资源综合利用率，减少排放二氧化碳温室气体，在节能高效发展循环经济领域应用前景广阔。	河南省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
263	微比重差磷矿重介质精准分选技术	磷矿等微比重差下需要进行物理分选的矿种。	利用磷矿物与脉石矿物的密度差，原矿经破碎到单体解离粒度与悬浮液给入无压三产品重介质旋流器中，分选出精矿和尾矿。悬浮液经回收净化，循环使用。	1.重介质磷矿分选新工艺。包括磷矿重介质分选系统、介质净化回收系统、粗矿粉回收系统以及矿泥水处理系统； 2.磷矿专用型双供介无压给料三产品重介旋流器。采用无压给料，渐开线式双口切向供介方式，一段采用圆台结构，二段采用圆柱与圆锥组成的结构方式。	该技术可用于硫铁矿选矿、萤石矿选矿以及其它碳酸盐选矿等领域，可为中低品位磷矿石的综合利用提供可靠的技术支撑，同时也为其它矿石资源高效分选提供了新思路，应用空间广阔。	湖北省自然资源厅
264	低品位含铀硼铁矿选矿工艺技术	低品位含铀硼铁矿及类似共伴生资源的矿物加工分离。	在矿石一定粒度条件下，把握硼、铁、铀紧密共生的特点，充分利用目的矿物集合体和脉石矿物物理性质的差异，通过磁选方式实施粗粒抛尾作业，重点抛掉蛇纹岩等脉石；通过严格控制集合体破碎磨矿的粒度水平，提高各个目的矿物的单体解离度水平，采用“磁选-筛分”工艺富集含硼铁精矿；对磁选尾矿根据不同的粒度，采用不同的重选方式进行晶质铀矿的回收，二段闭路磨矿以后作为硼精矿产出，实现重选阶段无尾选矿。	1.干式抛尾再选回收工艺； 2.阶段闭路磨矿-湿式磁选； 3.磁选尾矿重选回收技术。	该技术使占我国内地固体硼总储量58%的翁泉沟硼铁矿资源得到利用，每年盘活资源量200万吨，工艺清洁、设备先进，具有较强的示范性。	中国化学矿业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
265	高镁锂比盐湖卤水的吸附法提锂技术	察尔汗盐湖钾肥生产排放老卤中锂资源回收综合利用。	从生产钾肥排放的超高镁锂比（最低500:1）老卤中提取微量的锂离子，通过有选择性吸附能力的吸附剂吸附，再用淡水从吸附剂内脱析出来，形成含少量镁离子的含锂溶液，该溶液经膜法深度除镁工艺除去镁离子，得到锂离子含量较高的富锂溶液。	1. 吸附剂制备及制造技术； 2. 吸附法提锂生产工艺及装备； 3. 锂吸附剂选择性吸附性能； 4. 膜法在卤水提锂工艺中的应用； 5. MVR在卤水提锂中的应用。	该技术可以应用于盐湖原矿卤水、深部卤水、油田深部卤水中进行锂元素的提取，还可在青海、西藏乃至国外低品位含锂盐湖中推广使用。	中国化学矿业协会
266	磷矿伴生碘资源回收技术	磷矿伴生碘资源，以及卤水、油气田水和其它含碘废水中碘的回收。	采用强氧化性的H ₂ O ₂ 作氧化剂，用SO ₂ 来吸收从稀磷酸中吹出的碘，通过SO ₂ 对吹出的碘进行循环吸收，使碘得到富集，从而达到碘回收的目的。	开发催化氧化、两段吸收的改进吹出法工艺。工艺主要包括催化氧化萃取工序、两段还原吸收工序、净化工序、结晶和干燥工序。	该技术实现了磷矿伴生极低品位碘资源的工业化回收，使过去被废弃的磷矿伴生极低品位碘资源得以有效利用，资源效益和环境效益显著，可在磷化工行业广泛推广。	贵州省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
267	磷石膏转化制硫酸铵的研究与产业化技术	磷化工企业。	磷石膏经过预处理后，与碳酸铵进行碳化反应，反应料浆经过滤后，滤液在沉淀澄清室进一步澄清。澄清后的硫酸铵溶液与硫酸在中和工段进行中和反应，中和溶液中残余的碳酸铵和部分游离氨，提高氨的回收率和硫酸铵溶液的浓度，随后将溶液送至蒸发浓缩工段，通过三效蒸发浓缩，得到粒状的结晶体，经过离心机将晶体同母液中分离，进行干燥、冷却、送至料仓，再经过计量、包装后得到产品硫酸铵。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 磷石膏法制粒装磷酸铵技术； 2. 三效蒸发浓缩工艺。 	该技术利用磷石膏转化生产硫酸铵，生产成本低，能耗低，无“三废”排放，可以在磷化工行业推广应用，可以大量的消耗磷石膏，减少磷石膏的堆存压力，减排二氧化碳，综合效益显著。	贵州省自然资源厅
268	磷肥厂酸性废水回收磷制取饲料级磷酸氢钙技术	磷化工企业。	磷肥厂废水经预处理除去部分有害杂质，过滤后采用石灰中和，通过控制结晶条件，得到饲料级磷酸氢钙晶体，过滤干燥得到产品。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一步脱氟、脱砷去除有害杂质； 2. 沉降槽和新型表面过滤设备； 3. 新型气流干燥技术。 	该技术解决了大型磷化工厂含磷废水的资源化再利用问题，实现了酸性废水处理和磷资源有效回收的双重效果，提高了磷矿资源的回收率，降低企业废水处理成本，在磷化工企业以及磷化工下游企业均有较好的推广应用价值。	贵州省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
269	磷矿伴生氟资源回收技术	磷化工企业。	以湿法磷酸生产过程中副产的氟硅酸为原料，脱砷后浓缩，浓氟硅酸与硫酸制得HF；HF进一步处理得到满足国标要求的无水HF产品；SiF ₄ 气体返回到接触器浓缩原料氟硅酸。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 氟硅酸脱砷技术； 2. 无水氟化氢防腐技术； 3. 精馏提纯技术； 4. 氟硅酸浓缩技术。 	该技术实现了磷矿中氟资源的产业化回收，回收的氟资源可用于生产无水氟化氢，生产工艺中不加入任何污染物质，是典型的清洁生产新技术，其资源经济效益显著，促进了资源综合利用和循环经济发展，具有广阔的推广前景。	贵州省自然资源厅
四、数字化智能化技术						
270	采选充一体化智能管控集成技术	非金属大中型矿山。	以数字信息化、虚拟智能化、系统集成化为基础，综合考虑生产、经营、管理、环境、资源、安全和效益等因素，监控矿山生产中的采矿、选矿和充填闭式过程多源信息，在开采、选矿和充填等系统中运用自主研发的数字矿山信息平台基础上，融合集成构建采选充一体化的基础信息数字平台、采掘设备智能管控平台、生产信息管控平台和通讯网络传输系统的“三平台一系统”。	<ol style="list-style-type: none"> 1.生产过程的可视化与无人值守技术及管控平台； 2.缓倾斜超长距离高扬程泵送充填浆料智能控制系统技术； 3.机械采掘作业的精准化与遥控化装备与控制技术； 4.低品位磷矿精准分级选别全流程无人值守智能管控技术； 5.生产辅助系统智能管控与无人值守系统。 	该技术可在我国乃至国外的大中型矿山企业推广应用，从而全面提升矿山行业的信息化、自动化和智能化水平，推动传统行业转型升级。	湖北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
271	地下开采的磷矿山井下智能通风管控技术	各类井下开采的地下矿山，特别是条带开采矿山。	以智能管控为手段，通过传感器和感应器件将井下通风信息传到智能控制中心，再用专业软件将井下作业人员、设备需风量等数据的实时解算方案编成程序对井下风门进行远程自动控制，在确保安全环保的前提下，使井下通风管控智能化、效益最大化。	该技术综合运用采矿工程、信息工程、系统工程、自动控制以及计算机软件模拟计算等多学科知识，通过井下风路节点的风速测量、计算机软件模拟、井下风门设置、通风信息传输系统构建、按需配风程序编写设定、井下风速测量装置和系统运行调节等一系列过程，实时变频调节风机工况参数，实现按需通风，提高风机风能利用率，节省通风用电量，使智能通风系统良好运行。	该技术实现了通风动态系统的最佳运行；让生产需求与风量供给协调，实现按需通风；井下生产作业连续性、通风系统安全可靠大大提高；形成了一套完整的矿井智能通风技术，可在全国非煤矿山全面推广。	湖北省自然资源厅
272	分区联动自动排水工艺技术	固体矿产深部开采、水文地质条件中等至复杂的矿山。	该工艺技术通过在不同地段建设水仓，拦截涌水流向最低位，实现分区排水，减小排水扬程耗电，降低排水费用；通过3个水仓定时、定量联动排水管理，实现了错峰用电；通过均衡排水、避免环保处理药剂投放不均匀，节约药剂费用；通过变频调速，调节各排水设施运行参数，经过智能仪表检测、远传，建立后台数据处理平台，形成自动排水控制系统，构建分区联动自动排水体系。	该工艺包括3个水仓错峰蓄水-水仓液位控制-电价错峰计算-水泵自动工作-联动排水-地面污水处理装置均衡给料等运行系统。通过建立井下光纤通讯网络，形成光纤环网，为3个水仓信号传输搭建平台；通过对各水仓设备加入自动化调速装置、智能仪表，建设高、低压变频控制系统，实现对各分子系统自动控制；通过子系统自动控制，开发综合控制系统，形成分区联动自动排水系统。将各水仓控制点的视频监控信号传输到地面集控室，为自动控制系统提供直观显示。	该工艺技术适合地下深部开采矿山。因目前峰平谷电价相差较大，通过在就近水平建立水仓、智能排水，错峰排水，降低成本，对水文地质条件较复杂的地下矿山有较好的借鉴意义。	湖北省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
非金属类						
一、高效开采技术						
273	露天矿山精准台阶爆破技术	采用台阶爆破方式开采的所有类型的露天矿山。	在传统露天矿山台阶爆破施工基础上广泛采用计算机、无人机、互联网等高新技术手段，引入系统工程、深度学习等研究思想，在台阶爆破施工的设计、施工、监管、汇报、反馈等工序中实现精准化、数字化、智能化，形成以人员为核心、以信息为纽带、以精准、高效、安全、绿色爆破为目标，实现工程爆破的可持续发展。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 数字化爆破技术； 2. 智能爆破技术； 3. 数字化评价技术； 4. 爆堆块度智能分析软件； 5. 露天爆破一体化智能管控技术； 6. 定制化的混装乳化炸药技术； 7. 数字化测量与评价仪器； 8. 钻机角度精准控制装置； 9. 爆破安全距离精准测量装置； 10. 爆破孔精准测定装置。 	该技术可显著提高台阶爆破施工精准度，加快施工进度，提升矿山施工数字化、智能化水平。显著提高了回采率和资源综合利用水平，综合能耗明显降低，以爆代磨，节电效益突出；粉尘降低率可达2%，固废利用率提高3%左右，推广潜力大。	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
274	高硅白云质灰岩制灰技术	含难利用高硅、白云质灰岩夹层的熔剂灰岩综合利用。	将难利用高硅、白云质灰岩与熔剂灰岩进行适当配比，对煅烧窑内衬喷涂料和出灰装置进行改造，采用PLC全流程数字智能自动化控制技术，煅烧生产公路二级灰和加气砌块灰。以往采用优质灰岩（水泥灰岩）烧制，本技术首次采用熔剂灰岩矿体夹石—高硅、白云质灰岩烧制公路二级灰和加气砌块灰，解决了熔剂灰岩矿山高硅、白云质灰岩夹石长期难以利用，只能用于普通建筑石料的难题，盘活了难利用矿体夹石，实现了矿产资源综合利用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高硅白云质灰岩矿石的CaO、SiO₂和MgO含量实时检测技术； 2. 节能环保智能型煅烧窑技术； 3. 采用PLC全流程数字智能自动化控制技术； 4. 改进型节能环保智能型煅烧窑。 	该项制灰技术可以盘活矿山难利用资源，技术稳定，经济效益和资源环境效益高。为我国现存大量的难利用高硅白云质灰岩或水泥灰岩实现高效综合利用提供技术路径。随着我国经济建设不断发展，公路灰和加气砌块灰市场需求量显著增加，该技术推广潜力大。	浙江省自然资源厅
275	萤石选矿尾砂分级及尾泥充填采空区技术	国内井下开采的萤石矿井下采空区充填。	利用矿石在选矿过程产生的尾砂，通过新型高效充填技术将尾砂胶结料充填至井下采空区，释放更多萤石资源，提高开采回采率，实现无尾矿山生产，进一步实现高效环保绿色化矿山建设。	选矿产生的尾砂，从选厂输送至螺旋分级机进行尾砂筛选，粗颗粒尾砂用于建筑材料，尾泥进入深锥高效浓密机，加入絮凝剂及分散剂将尾砂沉淀至浓密机底部，上部清水送回选厂循环利用，尾泥通过浓密机底流与水泥仓的水泥一起进入高效卧式双轴搅拌机搅拌，将胶结材料泵送至井下采空区胶结充填，释放矿柱，提高萤石资源回采率。	该技术可以实现萤石行业现存大量的尾矿和低品位萤石资源的再利用；又可实现井下矿柱资源回收，提高资源综合利用水平、减少环境污染、促进绿色化矿山建设，提高经济效益和环境效益，推广前景广阔。	福建省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
276	萤石矿重介质选别及其尾矿充填技术	萤石矿开采、选矿及矿山回填。	<p>提精抛废：利用原矿中不同品位矿石的密度不同，经破碎后达到一定的解离度，选用合适的重介质制取悬浮液，使合适粒径的矿石和悬浮液在旋流器内的离心力场内根据离心力不同进行分选，通过调整悬浮液密度，调整分选矿石的品位，分选出的矿石经过脱介、洗介，介质通过磁选机进行回收，循环利用。</p> <p>尾矿干排：浮选尾矿经过旋流器进行分级，200目以上的颗粒通过脱水筛脱水后制成细砂销售，-200细泥经过膏体浓密机浓密后进入板框压滤机进行压滤，压滤后的滤饼运至矿山充填站作为原料进行膏体充填。</p> <p>充填法采矿：将矿山固体废弃物料与水制备成具有一定稳定性、流动性、可塑性的牙膏状结构流浆体，在外加力(泵压)或重力作用下通过管道输送到地下采空区完成充填作业。</p>	<p>1. 提精抛废技术：主要设备包括三产品重介旋流器、两产品重介旋流器、介质桶、混料桶、弧形筛、脱介筛、香蕉筛、浓密器、磁选机、密控系统 等；</p> <p>2. 尾矿干排技术：主要设备包括分级旋流器、脱水筛、膏体浓密机、压滤机；</p> <p>3. 充填法采矿技术：主要设备有柔性搅拌机、充填泵。</p>	该技术可以消耗萤石矿开采产生的尾矿，提高资源的综合利用效率，经济、社会与环境效益明显，在萤石资源领域具有推广价值。	中国矿业联合会
二、高效选矿技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
277	多金属矿伴生萤石盐酸剥离活化及低温浮选技术	多金属矿伴生萤石的选矿。	运用浮选溶液化学原理、胶体化学原理以及化学合成等方法。运用浮选溶液化学原理及胶体化学原理，开发出盐酸剥离活化技术及复杂脉石分步抑制技术；运用化学合成方法，开发出耐低温萤石捕收剂。并结合浮选选矿方法形成复杂多金属矿伴生萤石资源盐酸剥离高效浮选关键技术，最后通过萤石选矿工业试验实现新技术的工业化应用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 盐酸剥离活化技术； 2. 耐低温萤石捕收剂； 3. 复杂脉石分步抑制技术。 	该技术有效解决了多金属矿伴生萤石资源回收产品品质、选矿回收率较低的难题，在复杂多金属矿伴生萤石回收领域具有很好的应用价值。目前，我国萤石储量中，多金属矿伴生萤石资源储量远高于单一矿床萤石资源储量，该技术的推广应用将具有广阔空间。	中国五矿集团有限公司
278	陶瓷玻璃原料抑铁浮选药剂应用技术	从石英矿、长石矿及中粗粒花岗岩中提取玻璃或陶瓷原料；从含有石英或长石的选矿尾矿中提取玻璃或陶瓷原料。	采用自主研发的新型浮选捕收剂，去除产品中的深色铁质及其他杂质，降低产品中 Fe_2O_3 （或 TiO_2 ）的含量，增加产品白度，有效提高产品的质量品级。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 选别流程采用磁选-浮选联合工艺流程； 2. 浮选采用自主研发的新型捕收剂，捕收能力强、选择性好。 	目前我国优质陶瓷、玻璃原料消耗迅速，优质资源短缺问题日益突出。该技术很好的解决了低品位资源及尾矿在陶瓷、玻璃原料的应用中除铁增白关键问题，扩大了资源利用途径、应用前景广阔，易于推广实施。	广东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
279	萤石选矿碳酸钙高效抑制剂应用技术	含碳酸钙矿物的萤石矿选矿。	利用离子间的相互作用，通过胶体化合物离子间充分结合并与碳酸根离子紧密结合，从而使碳酸根矿物亲水疏油，达到抑制的目的。萤石原矿中碳酸钙含量最高达到40%，应用该技术后，精矿中碳酸钙含量可降到1%以下，提高选矿回收率10%。	1. 萤石选矿碳酸钙高效抑制剂的制备； 2. 萤石选矿碳酸钙高效抑制剂的应用。	该技术可使萤石中的碳酸钙得到有效抑制，有效解决了此类萤石矿选矿技术难题，其推广应用将有效提高难选碳酸盐型萤石矿资源的利用率，盘活大量难利用萤石资源，还可减少之前生产工艺中存在的水污染问题，推广潜力大。	中国非金属矿工业协会
280	非金属矿物深度提纯超导磁选装备与技术	弱磁性难分选非金属矿物的深度提纯。	磁性矿物在磁场中受到的磁场力与矿粒的体积磁导率、背景磁场强度和磁场梯度成正比，其中磁场梯度借助于铁磁介质产生。磁性矿粒在强磁区域被铁磁介质捕获，在弱磁区域被冲洗下来，从而实现磁性矿粒与非磁性矿粒的分离。超导磁选机具有磁场强度高（3-6T），对于高岭土中一些细颗粒、弱磁性矿物可轻松捕获，可以达到精细化的高效除铁效果。该技术针对我国弱磁性难分选非金属矿物，根据矿物高值化用途，建立以超导磁分离为核心的深度提纯除杂选矿技术，可以替代传统的化学除杂方法。	1. 大口径（直径600mm）的超导磁选机； 2. 动态零挥发技术； 3. 开发以超导磁分离为核心的非金属矿分选技术。	该技术可有效解决非金属矿的低成本高效物理除杂问题，提升产品的品质。技术装备具有产能大、产率高、除杂效果优、环保节能、稳定性高等优点，推广前景良好。	中国非金属矿工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
281	提高石墨鳞片保护率的短流程浮选技术	晶质石墨矿的选矿提纯。	采用碎磨一体化高压辊磨工艺代替常规的第三段破碎和粗磨工艺，获得的破碎产品内部裂纹发育充分、矿物解离效果好，不仅有利于破碎过程中对鳞片的保护，同时产品可直接用于粗选，省去了粗磨工艺，减少了粗磨过程对鳞片的破坏。采用预选分级的工艺，在大鳞片石墨品位合格的时候及时将大鳞片石墨分选出来，避免大鳞片石墨的“过磨”，然后将剩下的细鳞片石墨继续磨浮，以达到合适的产品品位。在精选过程中，采用具有较长分析路径的浮选柱代替浮选机，可以较快的实现鳞片石墨精矿品位的提升，从而缩短浮选流程。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 碎磨一体化高压辊磨技术； 2. 浮选柱精选工艺技术； 3. 大鳞片石墨预先分级技术。 	该成套技术有效提高了石墨选矿的大鳞片比例，有效减少粗磨对石墨鳞片的破坏，减少了设备投资、降低了能耗、节省了用地，对提升我国晶质石墨资源高值化利用提供了有效技术支撑，推广应前景广阔。	中国非金属矿工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
282	硬岩机制砂石高效加工成套装备技术	黑色金属、非金属矿产的选矿和矿物加工过程。	该技术产品主要由旋回破碎机、振动给料机、鄂式破碎机、圆锥破碎机、立轴式冲击破碎机、振动筛、皮带机等设备组成。设备中内置智能模块和传感器，配合相关软件实现设备从启动、运行到正常停机过程的全过程自动化，即无人值守，助推矿物加工企业实现用智能换人工，填补国内高端矿山设备空白。采用GPS定位和先进的传感器技术，使矿山机械设备各种运行数据得到全面采集。配套绿色矿山智慧化管理系统有助于建立统一矿山控制和数据矿山，整合各类矿山数据资源，关联矿山各类软件系统与数据流程，为矿山生产运行、安全管理、污染防治、节能降耗等提供数据平台和决策支持，实现采矿自动化与智能化。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圆锥破碎机的轴承式偏心套机构、立轴冲击式破碎机的深腔转子结构； 2. 设备中内置智能模块和传感器，实现设备全过程自动化； 3. GPS定位和先进的传感器技术，全面采集矿山机械设备各种运行数据； 4. 绿色矿山智慧化管理系统。 	该技术应用于非金属矿产、黑色金属的选矿和矿物加工过程，在利用尾矿废石，盘活资源储量、提高产品质量，节能、节地、节水综合利用等方面取得了显著的成效，在土木工程原材料领域也具有巨大的潜在应用前景。	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
283	高效洗砂、细砂回收工艺及一体装备技术	砂石骨料水洗砂工艺环节。	针对目前砂石骨料产线水洗砂环节设备工艺回收指标差，成品砂细砂流失率高，占地面积大等问题，开发了高效洗砂、细砂回收工艺及一体装备。降低了细砂回收旋流器来料粒度上限，细砂回收旋流器采用渐开线进料、多锥体、渐缩平底等专利新结构提高了旋流器对细砂的回收率，+0.075mm细砂回收率达到90%以上，脱水筛方面高弹性聚氨酯筛板的开发提高了脱水筛整体脱水性能，使产品砂水分与含泥量进一步降低，产品水分可确保15%以下，含泥3%以下，另外筛下闭路工艺以及旋流器泵池液位补偿的应用提高了系统上下游设备的耦合匹配性与运行稳定性。通过以上四个方面实现了高效洗砂细砂回收工艺的实施，也使洗砂系统总体的砂回收率从常规的95%提高到98%以上。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高效轮斗洗砂机； 2. 高效细砂回收旋流器； 3. 高弹性聚氨酯筛板； 4. 自动补偿装置。 	该技术从系统角度出发，从洗砂机性能、旋流器性能、脱水筛性能、系统水量平衡四个方面着手，将三个环节通过系统的方式进行集成，解决了目前水洗砂工艺细砂回收率低的问题，也降低了系统的占地面积，可广泛应用于砂石骨料水洗砂环节。	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
284	液压高频筛设备技术	砂石骨料、矿山、建材等行业。	<p>液压油站内的电机带动液压泵工作，液压泵输出高压油至液压振动上的液压马达，从而带动液压马达转动，进而带动振动器偏心块转动。基于液压振动器偏心块转动产生的激振力，带动了上方的振动梁频繁振动。振动梁产生振动后持续拍打筛网，使得筛网产生往复运动，进而保证物料经过筛网时实现物料的分级作用。振动梁与筛箱侧板间采用了剪切弹簧进行隔振，确保了整体筛箱不参振，使得振动器产生的激振力可直接作用于筛网上，降低设备的能耗损失，提高了设备有用功的输出，在可控的能耗下实现能耗的利用率最大化。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大角度安装液压高频筛； 2. 高频振动； 3. 配备专用分料器； 4. 振网筛技术； 5. 除粉设计。 	<p>该设备对于干式细物料的筛分有良好的应用效果，同时在细物料湿法筛分上也有一定的应用价值。该设备对国内筛分机行业是一个很大的提升，符合国家产业政策，在砂石生产筛分装备领域有广泛的推广前景。</p>	中国砂石协会
285	大型单缸液压圆锥破碎机技术	砂石骨料、矿山、建材等行业，尤其是砂石生产的破碎环节。	<p>电机通过联轴器带动小齿轮总成旋转，从而带动偏心总成旋转，偏心总成推动主轴总成绕着破碎机的中心做圆锥摆动，动、定锥衬板构成的破碎腔实现周期性的变化，从而对矿石实现挤压破碎的效果。一般而言，多破少磨是砂石加工的基本准则；提高破碎效率，利用石料揉搓改善粒形，有助于后端流程对目标元素的提取。同时破碎效果也有助于节能减排，提高矿山资源的利用率。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 层压破碎技术； 2. 智能控制技术； 3. 防尘技术； 4. 过载保护技术。 	<p>该技术打破国外厂商对高端大型矿山设备的垄断，可用于铁路、公路、城市建设中的采石场，可延伸推广到水电、金属矿山、建材行业、煤炭深加工等行业。</p>	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
286	高品质骨料粒形级配优化技术	高等级公路、桥梁、高铁、大坝等工程用高性能混凝土骨料的破碎加工工艺。	从一般破碎的普通混合石料中分离出针片状颗粒，利用整形机对针片状颗粒进行精准破碎整形；机制碎石筛分后，引入级控料斗，基于标准级配要求，对碎石进行专门的级配调整；级配优化后的石料先进行预湿润并堆放不少24小时，待石料表面泥粉松软粉化后，再进行水冲洗除去泥粉。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 针片状颗粒筛分技术； 2. 骨料级配调整技术； 2. 精准破碎整形技术； 3. 针片状专用条形筛网； 4. 砂石骨料整形机； 5. 级配调整装置。 	该技术可以有效的降低机制碎石针片状颗粒含量，优化砂石级配，调整空隙率指标，对高品质机制砂石生产具有普遍的指导意义。	中国砂石协会
三、综合利用技术						
287	高岭土伴生石英除杂与分级利用技术	高岭土尾砂及难选石英砂。	基于产品粒度要求和石英晶体特征规律开发梯度产品，并使资源利用率最大化；开发一种在不大幅降低石英砂粒度的前提下可去除表面杂质的高浓度擦洗技术，-0.6+0.3mm粒级进行低强度选择性磨矿以打开裂隙，选矿后获得高品级产品；根据不同形状颗粒在流体中运动轨迹不同的规律，开发白云母的径厚比增强技术以及多环节协同去除云母技术；开发低成本高效药剂浮选去除石英中长石，去除率高达98%，浮选成本约为传统药剂的60%。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高浓度擦洗-选择性磨矿技术去除粗糙表面及裂隙杂质； 2. 提高径厚比后重选去除白云母； 3. 剥片分级-絮凝浮选技术去除微细石英粉中铝； 4. 新型高效药剂浮选去除石英中长石。 	该技术利用高岭土尾砂生产工业用玻璃砂原料和光伏玻璃用石英砂，实现了高岭土伴生石英资源分类分级高效利用，属于近零排放的绿色环保技术，对于我国主要的砂质高岭土产区处理尾矿资源具有重要的推广价值。	中国非金属矿工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
288	低品位高岭土资源综合利用技术	燕山期花岗岩残积土区域低品位高岭土矿综合利用。	根据燕山期花岗岩残积土中伴生高岭土特点，应用分质、分级、分选、复合工艺技术，获得工业级高岭土、复合球土和石英砂等产品，实现资源高效综合利用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多台磁选机间的间歇式分配冲洗技术； 2. 永磁、电磁、低温超导不同介质多梯度协同效应分选技术； 3. 小口径旋流器分段压力分级技术； 4. 剪切、研磨，融合粒度分布、流变性能，材料物性复合精深加工技术； 5. 水热碱溶法解决六配位铝难溶技术。 	该技术根据燕山期花岗岩残积土区域城建工程渣土中伴生高岭土特点，实现了资源整体高值化、绿色环保无害化综合利用，对城建工程渣土中伴生非金属矿产回收和高值化利用具有示范作用和推广意义。	中国非金属矿工业协会
289	石英细尾砂除杂与分级利用技术	脉石英选矿过程中产生的细（尾）砂。	采用选矿过程中产生的脉石英分级细（尾）砂为基础原材料，根据石英与脉石矿物资源禀赋及杂质赋存特点，进行矿物资源的合理配置和提纯加工。对石英矿加工过程中产生的细（尾）砂采用梯度磁选技术、无氟浮选新技术提纯，经无污染磨矿及风力分级，可产出陶瓷釉料级、电工级、电子级、胶粘剂化工级的多类硅微粉，改性后改善流动和分散性能，用作活性硅微粉。部分产品可继续进行深度提纯后经无污染磨矿及窄粒级精确风力分级技术，可产出TFT-LCD玻璃基板用石英粉，其细粒部分经再次收集除杂可用作高纯超细高端硅微粉使用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 矿物原料分类分选及配置利用技术； 2. 多段梯级磁选回收工艺； 3. 无氟酸性浮选深度提纯技术； 4. “高强度擦洗+药剂循环利用”关联技术及成套装备； 5. “无污染磨矿+二次分级”联合工艺； 6. “分级粉磨+粉体改性及二次分级”技术及成套装备。 	该技术实现了石英细（尾）砂的高值化综合利用，石英尾砂制备高品质矿物功能材料综合利用技术及相关产品的应用，解决了行业细尾砂利用的难题，具有较好的推广前景。	中国非金属矿工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
290	矿山固废免托板制砖技术	矿山硅酸盐尾矿制砖。	行走装置与转向装置能够带动成型机进行前后移动；装置动力传动次数少，传动效率高，动能利用率高。压头与模框制动组件提供一种脱模时可预防压头装置与模框装置做相对运动的压头与模框制动组件，制动效果好，可以实现压头与模框的同步脱模。成型模框包含模框主体，该成型腔的腔壁设有防滑槽，防滑槽沿横向延伸。砌块砖脱模的过程中，压头的挤压以及成型腔的出口的塑形，砌块砖外壁不会产生与防滑槽对应凸楞的外形。基于人工神经网络和专家系统的云服务品台平台支持在线监测、远程升级、远程故障预测与诊断、装备健康状态评价、生成装备运行与应用状态报告等功能。	包括底料配料机、面料配料机、底料行星式搅拌机、面料行星式搅拌机、颜料系统、称量系统、粉罐、螺旋输送系统、移动式免托板多层砌块成型机、摆渡车、叉车式混凝土转运、液压四面夹，轨道等。其中，核心装置为移动式免托板多层砌块成型机，由成型机架、移动式振动装置、成型模框及压头装置等组成，压头装置与成型模框的一侧设有可根据设定层数自动调节模框与压头脱模位置的脱模高度自动调节装置，成型机架的底部也有行走轮，行走架与成型机架上设有可控制各行走轮行走或制动的行走制动装置。	该装置及其技术可利用废弃建筑混凝土和废弃砖石生产粗细骨料，生产相应强度等级的砌块、地砖，还可以用于制作铺道砖、花格砖等建材制品以及乐高砖等大型砌块的水利用砖，在无废城市建设中具有广阔应用空间。	中关村绿色 矿山产业联 盟

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
291	硬岩骨料绿色制备工艺与智能控制技术	建材、公路交通、水泥、沙石、冶金，建筑垃圾处理等行业，适用于粗碎、中细碎的破碎，筛分，整形制砂领域。	该技术充分利用挤压破碎原理的高效破碎优势，通过将颚式破碎机、圆锥破碎机、立轴冲击式破碎机、振动筛等设备进行组合设计，形成粗中细碎的柔性生产工艺，原料经粗碎设备（颚式破碎机）后通过皮带机将破碎物料输送至缓冲仓，之后通过皮带机将破碎物料输送至中碎设备（中碎圆锥破碎机），中碎破碎后的物料通过皮带机输送振动筛，经过筛分后的物料进行分层出料。不合格的物料再次经过细碎、超细碎后生产出合格产品。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 层压破碎、揉搓整形、负压除尘的制砂集成新工艺； 2. 运用梯度减应力钎焊和硬质合金界面强化技术，发明了一种细晶粒耐磨高锰钢； 3. 破碎腔容积优化方法、摩擦盘限位装置和平行轴圆锥破等技术，提升破碎机的可靠性和维护性； 4. 智能综合控制技术，实现了硬岩骨料成套装备智能化运行。 	该技术能够提高硬岩骨料破碎效率，降低硬岩机制碎石针片状颗粒含量，优化产品级配，同时可加快尾矿废料的重复综合利用，可广泛应用于机制砂建筑骨料行业。	中关村绿色矿山产业联盟

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
292	水泥灰岩矿山白云质灰岩资源化利用技术	与水泥灰岩伴生的白云质灰岩或部分白云质灰岩。	<p>优化配料：随着熟料MgO含量从0%提高到4.5%，熟料出现结粒偏粗，窑头飞沙的问题。通过按照1%MgO对应降低0.5%Fe₂O₃的关系，适当降低Fe₂O₃含量，提高铝氧率,缓解窑操作困难，稳定熟料质量。随着熟料MgO含量继续从4.5%提高到6.0%，操作出现窑头飞沙严重，窑皮不整齐，频繁出现结大球现象。通过调整熟料三率值、Fe₂O₃含量，降低p，降低液相粘性；同时调整SO₃和K₂O、Na₂O含量，并可以提高C₃S实际含量和C₃S/C₂S比值。</p> <p>中控煅烧操作:采取薄料快烧，稳定窑速。严格控制关键点温度。控制好炉窑用煤比例；加强系统密封堵漏；燃烧器调整，提高窑前温度；加强篦冷机操作。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配料优化调整技术： 2. 中控煅烧操作优化调整技术。 	该技术可推广到石灰石矿山MgO含量较高的水泥企业，提高高镁石灰石综合利用水平，实现水泥企业长远发展。	山东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
293	悬浮煅烧制备粉石灰的工艺技术与装备	利用熔剂用石灰岩、建筑石料用石灰岩、水泥用石灰岩等生产制备粉石灰、石灰生产的企业。	采用逆向悬浮煅烧技术，配套自动控制、余热回用等技术，解决了石灰生产行业资源利用率低、能耗高、污染重等关键技术问题。本悬浮煅烧装置在生产过程中由自动控制系统控制，实现精准进出料、控温、送风等。另外，悬浮煅烧装置内的余热经引风机送入预燃炉内，经喷煤粉加热后烟气再送回煅烧窑内，达到余热再利用目的；悬浮煅烧装置配有高效除尘、脱硫、脱氮设施，最终实现超低排放。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 悬浮煅烧技术； 2. 配套自动控制技术； 3. 余热回用技术。 	该技术具有原料利用率高、热耗较低、占地面积小等优点，适合我国粉状石灰悬浮预热分解煅烧窑应用，具有一定的推广价值。	浙江省自然资源厅
294	机制砂石细粉回收与废水循环利用技术	建筑石料及其他非金属矿加工相关领域。	以建筑石矿含泥砂悬浮液为对象，使用高效旋流分离技术实现了砂、泥的高效机械分离；基于小循环工艺强化料层截留筛分技术实现了砂、水的高效分离和细砂的高效回收；采用稳态沉降和机械压滤两段排泥工艺，实现了泥、水的高效分离。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高效泥沙旋流分离技术：实现了0.045mm泥砂的高效旋流分级； 2. 料层截留及强化技术：合理控制循环量，强化料层利用大筛孔筛网实现微细砂料的充分回收和脱水，筛网可靠性大幅度提升； 3. 管流混凝稳态沉降和压滤两段排泥工艺：实现了-0.045细泥的高效机械回收和脱水；循环水浓度低、滤饼水分低，便于储运及利用。 	该技术实现取水量、排污量、土地资源占用量的大幅度减少，以及资源回收率和清洁生产水平、环境保护水平的大幅度提升，可推广到建筑石料生产行业，促进行业的整体工艺技术水平提升。	浙江省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
295	优质机制砂生产工艺与技术	机制砂石的生产加工。	针对原状机制砂，采用细筛筛出部分+3mm粗砂粒并形成0-3mm细砂，采用水洗工艺洗去-0.045以下的泥质物，采用细砂回收工艺回收+0.045~1mm的特细砂；针对超标的+3mm采用高速冲击式破碎机进行进一步细碎，加工成0-5mm机制砂；根据0-5mm机制砂、0-3mm细砂、0.045-1mm特细砂级配、亚甲蓝等指标，按比例进行充分混合，加工成符合GB14684《建设用砂》用砂标准、可以替代天然砂的机制砂产品。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3mm砂粒无堵塞高效筛分技术； 2. 砂粒除泥和特细砂回收技术； 3. 砂粒高速冲击破碎和整形技术； 4. 砂粒皮带混合生产优质机制砂技术。 	该技术可减少天然砂和泥砂尾矿量，有利于我国天然砂限采政策的推广，降低砂石矿山尾矿对环境造成的影响，易于推广实施，应用前景广阔。	浙江省自然资源厅
四、绿色低碳技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
296	矿石下向运输系统与能源转化综合技术	山坡矿山矿石下向输送。	<p>在山地矿山矿石开发运输中，利用地形高差，采用下运连续输送机替代燃油卡车断续输送矿石的物流模式，运输成本较传统车辆公路运输方式降低75%，并彻底杜绝了粉尘、尾气、噪音污染和交通安全事故。同时利用矿石运输地形落差进行再生发电，将矿石在运输过程中从高位向低位转化的势能高效转换为电能，实现矿石运输过程的零排放甚至负排放，较同等条件下的汽车运输的碳排放总量降低90%以上，充分发挥山地矿山矿石开发的高效转运及能源转化的综合利用效能。并采用PLC远程集中操作控制系统及音视频设施辅助，使设备运行效率更高效，设备运行互锁，使设备运行更安全，且运行过程中异常情况第一时间能够预警及处理。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 复杂地形连续输送设计技术； 2. 矿石下运势能发电技术； 3. 多驱动多工况驱动制动技术； 4. 安全运行节能降耗的智能控制系统； 5. PLC远程集中操作控制系统； 6. 视频监控系统； 7. 远程音频对讲系统。 	<p>该技术不仅可降低运营成本，明显减少对环境的污染，运输可靠、能耗低，还可以解决沿途运输过程中的粉尘污染问题，降低噪音污染，具有广阔的市场前景和使用价值。</p>	中国华电集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
297	高品质膨胀珍珠岩低碳生产工艺及技术	珍珠岩制砂、膨胀。	一是通过筛分系统增加主筛A、B和副筛A、B来控制矿砂粒径上下限，即筛上物余量和筛下物通过量，通过导流管道和调节阀门来控制产品的颗粒级配，在原来成熟的制砂线上再增加整型机，使矿砂粒形完整，达到理想的长径比，砂粒圆型度可达到84%以上。二是利用低氮燃烧系统，降低能耗，节约能源，低碳环保，提高产品质量与产能，提升次品矿石和尾矿利用率。	1. 珍珠岩矿砂粒径分布精准控制及粒型控制； 2. 低氮燃烧系统技术，主要由膨胀炉、预热炉、传送装置、料仓、分装等设备； 3. 热能回收再利用的热风管理系统，包括天然气低氮燃烧控制系统和余热回收再利用技术。	该技术解决了制约单条生产线产量规模小的问题；实现了低品位珍珠岩资源的高效利用，提高资源利用率；降低了投资成本、生产成本和能耗，实现低碳排放；进一步稳定提高珍珠岩矿砂、球型闭孔膨胀珍珠岩（玻化微珠）的产品品质，在珍珠岩行业推广前景广阔。	中国非金属矿工业协会
298	低品位菱镁矿和菱镁矿细尾矿节能煅烧技术	低品位菱镁矿节能煅烧及生产。	活性氧化镁煅烧系统采用悬浮预热器+回转窑+回转冷却机组合的节能型活性氧化镁煅烧系统。利用烘干粉磨设备装置、烟气处理装置、生料预热装置、活性氧化镁轻烧系统装置等工序技术，通过物料及烟气平衡理论设计回转窑管径及废气处理工艺装备，根据下游产能设计回转窑转速及装备参数，可实现多级粒度的低品位菱镁矿煅烧生产。	活性氧化镁悬浮预热回转窑生产线主要由原料系统、焙烧系统、成品系统、公辅设施等系统组成，其中悬浮预热器、回转窑、回转冷却机是焙烧系统的三大关键设备。	该技术解决了利用矿山开采的粉末菱镁石以及0-30 mm固体粉末菱镁石为原料生产活性氧化镁，并有助于环境治理，减少对环境污染，固体粉末菱镁石利用率可由原来的80%增至100%，提高了资源利用效率，应用前景广阔，易于推广实施。	中国非金属矿工业协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
299	砂石骨料生产废水零排放智能化关键技术及装备	砂石骨料及其他行业固液分离、水循环利用领域。	<p>砂石污水经过细砂回收系统，将74微米或40微米以下的石粉和污泥排出，排出的污水通过自流或用泵送入智能高效浓密系统的混合器，同时加药泵将制备好的絮凝剂溶液一同送入混合器，研发的无人值守PAM制备系统，具备自动上料、自动连续配置、自动配比浓度的优点。污水和絮凝剂溶液经混合槽充分混合后形成絮凝团，智能加药检测系统提取絮凝后的污水检测，通过测量絮凝团的沉降速度来判断加药量的大小，当沉降速度过快时，智能加药检测系统反馈给加药泵信号，降低电机频率减少加药量。污水进入浓密系统后上清液溢流进入清水池再次回用。污泥再池底形成沉降层，刮泥机通过检测刮臂阻力的大小判断沉降层的污泥浓度，该系统相比重力沉降罐处理量大，开发的大容积滤室高效隔膜压滤机，具有处理量大，不用人工干预自动脱泥。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 智能制剂变量加药系统：采用真空透视装置、光电监测装置、变频驱动装置、自动调节阀和PLC控制系统，研发了智能制剂变量加药机，实现浓密系统智能加药； 2. 智能高效浓密系统检测：优化扭矩测量仪，采用PLC控制系统实现对浓密机底流浓度的精准在线监测，实现智能排泥； 3. 研发改进了大容积滤室高效隔膜压滤机，对设备的控制系统、卸饼装置、洗布装置、滤板结构及配方、机架的抗拉强度等进行了优化改进，提高了压滤机的综合性能。 	<p>该技术不仅能够有效的回收上来大部分流失的物料，减少浪费，分离出来的水还能回流至生产环节，进行循环利用，实现资源的可持续发展，同时也减少了企业的经营成本，创造了一定的经济效益。该项技术科技创新和设备开发相结合，市场前景好。</p>	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
300	露天矿山压缩空气储能（CAES） 运输-钻爆-破碎绿色生产技术	各类大型露天矿山。	在大型露天矿山开采中，以空气为介质，通过电动压缩机将其压缩数倍后形成空气能，利用长距离高压输气管道及配气管道组合成储气库，实现大规模空气能的储存与输送，给多类矿山气动机械设备提供压缩空气动力，并在受气端形成雾化水气后，进行原矿的钻爆、破碎生产。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 采用“以管代罐”、“储输一体化”的管道储能方法，实现“输气入矿”采矿。利用各类管材的组合成大型储气腔，通过错峰用电、“谷储峰用”实现降低储气动力成本。受气端管道互联互通，可回收风动机械运行过程中的富余空气能量，达到了节能降耗。 2. 以智能化电动集气站替代传统的单台柴油机集气，以高压储能管道输气替代传统的油车配送，以储气管网入矿采矿替代传统的高压电网入矿采矿的方法。 3. 采用凿岩设备模块化分解，实施“大型设备小型化转型”，实现了“一机多用”。 4. 采用无动力孔底水雾湿法收尘技术，使得凿岩施工时的粉尘排放优于国家标准。 	该技术可使采矿凿岩工序节能30%，我国现存规模以上露天矿山2万余座，各型凿岩钻机存量10万台以上。其中90%以上仍然采用传统柴油动力，因此该技术具有广阔的推广应用前景。	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
301	矿山松散物料永磁驱动带式输送装备与技术	建材、煤炭、冶金、电力等行业的散状物料输送。	大型永磁驱动带式输送高端装备是一种通过驱动滚筒与输送带的摩擦驱动实现连续运输物料的机械，主要由低速大转矩永磁直驱电机、直线段和转弯段机架、输送带、托辊、滚筒、张紧装置、逆止装置、断带抓捕装置、智能化控制系统等组成。该装备以低速大转矩永磁直驱电机作为驱动装置，替代传统的异步电动机+减速机的落后驱动方式，并且能够适应矿山复杂地形要求，实现大角度上下坡和空间转弯输送，是矿山物料输送的节能环保装备。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 带式输送系统大功率永磁电机直驱技术； 2. 带式输送系统空间转弯技术； 3. 带式输送机自适应控制技术； 4. 带式输送系统故障检测技术； 5. 大功率智能永磁直驱电机。 	该技术在低碳、节能、节地、节水及综合利用等方面成效显著，在煤炭、矿山、建材、冶金、电力等行业市推广前景广阔。	中国砂石协会
302	矿石开采利用过程粉尘分区防控关键技术	非金属矿、煤矿、金属矿等矿山，矿石开采、运输、转载、加工、储存等各主要生产产尘环节。	针对不同无组织排放尘源特点，通过采用密封技术或加装密封装置在尘源点建立密闭或半密闭空间，根据矿石粒度、处理量、含尘气流的流量、流速、风压等特性参数进行模型匹配，综合运用多相惯性控尘技术、超声雾化引射抑尘技术、多级分离湿式负压诱导除尘技术、干式循环负压诱导除尘技术等多种技术，实现控尘、抑尘、除尘的优化配置，达到对室内的“超低排放”及对室外大气的“近零排放”。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多相惯性控尘技术； 2. 超声雾化引射抑尘技术； 3. 多级分离湿式负压诱导除尘技术； 4. 干式循环负压诱导除尘技术； 5. 选型模拟节能优化技术。 	该技术可达到对室内的“超低排放”及对室外大气的“近零排放”，克服单一治理技术投资不合理、能耗高、使用维护成本高等问题，可应用到不同类型矿山的开采、运输、转载、加工、储存等环节。	中国砂石协会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
303	短流程低能耗高品质砂石制备技术	非金属矿山砂石骨料加工生产。	用短流程破碎、低能耗楼站式集成处理系统，高品质制砂、干法生产工艺，生产过程环保，无污水粉尘排放；创新研发了新型大产量低能耗锤式破碎机、RV制砂机和制砂楼站；工艺和设备的优化组合，模块化设计，保证了成品砂石的粒形优，颗粒级配合理，石粉含量可控；系统高度集成，从前端预处理到成品仓储装生产工艺全面涵盖并纳入统一智能控制系统。运用模块化、集成化理念开发楼站式高品质制砂系统布局，具有节能降耗减排效果突出的技术特点，实现绿色低碳、制备高品质砂石骨料。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 石灰石破碎高产低耗设备； 2. 石屑制备机制砂高产高质低耗设备； 3. 机制砂高效脱粉技术； 4. 楼站式集成制砂系统。 	该技术可提升非金属矿山节能降耗减排效果和绿色低碳技术水平，尤其适合石灰岩原料，具有广阔的应用前景。	中国砂石协会
304	电石原料加工装备工艺优化技术	非金属矿山破碎加工。	利用大型齿辊式破碎机，并经过优化，电石原矿经过电石粗齿辊破碎机破碎后，传输到电石细破车间内进行筛分，再经过水洗车间的振动筛，最终符合规格要求的原矿进入电石仓，改善了原矿利用率低的问题。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 齿辊式破碎机破碎齿间距改变关键技术； 2. 振动筛筛面规格材质选择。 	该技术可以改善电石生产过程中原矿利用率低的问题，适用于各类非金属矿石破碎加工，应用前景广阔，易于推广实施。	安徽省自然资源厅
五、数字化智能化技术						

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
305	熔剂石灰石矿数字化开采技术	石灰石资源综合高效利用。	通过对矿石资源有用成分和有害成分详细分析，掌握境界内矿石品位分布情况及开采技术条件。根据用户产品需求质量标准，完善生产工艺系统，增加分储分运系统，优化破碎筛分工艺，为各种产品生产提供设备保障。优化采剥方法确保各品种的均衡生产和各生产系统的高效运行，在满足用户稳定需求的同时实现生产过程的稳定。制定全流程生产工艺标准和质量控制体系，确保生产计划落实和多种产品质量。采用数字化条件下大区域爆破技术，在三维模型条件下的中深孔爆破精准设计以及穿孔数据无线传输与钻机作业精准定位。实现效益最大化和资源综合高效利用。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 矿体三维数字化模型； 2. “横向推进，纵向辅助”采剥方法； 3. 全流程生产工艺标准和质量控制体系； 4. 数字化条件下的大区域爆破技术。 	该技术已经形成了完整而实用的成套技术，适用于同类熔剂石灰石矿山企业，对类金属、非金属露天矿山资源高效回收具有重要的借鉴作用，推广前景广阔。	甘肃省自然资源厅
306	花岗岩石屑智能化控制制砂技术	高品质机制砂生产、花岗岩石屑固废综合利用。	0-7mm花岗岩石屑尾料（一级石粉和二级石粉）采用半干半湿法工艺制砂，依托数字矿山平台的智能化控制系统，进一步提升精品机制砂生产线的高效节能、绿色低碳。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 智能生产管理系统； 2. 干湿联合生产技术； 3. 级配调整技术； 4. 泥砂分离技术； 5. 高效水循环利用技术。 	该技术具有节能、节水、低碳的社会生态效益，同时对花岗岩尾泥综合利用具有指导意义，符合机制砂必然替代河砂的行业趋势，其推广潜力巨大。	广东省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
307	全工况增程式智能矿卡技术及装备	大型露天煤矿和铁矿的土方剥离运输；中小型露天煤矿、铁矿、砂石运输；交通、水利、水电等工程运输领域。	一是增程器发动机驱动增程器发电机发电，所发电力根据车辆不同工况通过动力电池向驱动电机供电或者直接向驱动电机供电。驱动电机通过变速箱降速增扭后驱动矿卡运行。二是矿卡运行中需要减速、刹车或者下坡时，驱动电机瞬时从驱动模式切换成发电模式以回收矿卡的动能和势能并转化成电能储存于动力电池。三是通过车载雷达和摄像头等各种传感器采集车辆周边信息送达车载计算中心根据算法策略对车辆运动做出决策并传递到线控底盘执行对车辆运动控制决策。四是通过矿区5G网络和MEC（边缘计算）及矿区控制中心实现对矿区所有智能矿卡的集群运行。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增程器专用高效发电器和驱动系统专用大功率、大扭矩驱动电机； 2. 增程器专用发动机的燃烧室、配气和燃油喷射系统； 3. RCU（增程器控制器）、MCU（驱动电机控制器）TCU（驱动系统控制器）、VCU（整车控制器）等多种新能源矿车专用高效、大功率控制器； 4. 高倍率BMS（动力电池管理系统）； 5. 矿车专用的重载线控底盘（重载情况下的线控转向、线控驱动、线控制动）； 6. 矿山自动驾驶算法系统。 	该技术节油率可达65%，每年可减少二氧化碳排放超过65万吨；经济和社会效益好，同时也具有极大的推广潜力。	中国砂石协会
308	露天采掘运输设备智能应用技术	露天采掘运输设备远程智能化控制。	基于5G网络结合边缘云计算、远程遥控、自动驾驶等技术，利用电子技术与机械技术的结合，将机械化转向自动化，实现穿孔、采掘、运输及溜井口大块处理的远程控制及自动驾驶的智慧矿山方案，提高生产效率、降低人力资源投入。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 平台及应用系统； 2. 5G生产内网； 3. 电铲智能化作业系统； 4. 矿卡智能化作业系统； 5. 牙轮钻智能化作业系统。 	该技术通过5G网络大带宽、低时延的特性，结合边缘计算、人工智能、融合环境感知、车联网技术，实现牙轮钻机远程操作、电铲远程遥控作业、矿用卡车无人驾驶、远程遥控驾驶运输等应用场景落地，为整个矿山实现远程操控无人化的推进奠定了基础，其前景十分广阔。	甘肃省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
309	大比高矿山开拓运输系统远程集中控制技术	大比高矿山（或工艺装备已经定型的矿山）的开拓运输系统自动化信息化技术改造。	以先进传感技术、通信技术、控制技术、电子计算机技术为抓手，以“远程操控、智能管控”为主线，开展生产过程的“破、筛、运、储、输”各环节的智能改造和升级，实现生产工艺全流程的无人值守、远程操控和“设备操控设备、系统监控系统”的智能管控。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立溜井动态监测系统； 2. 溜井口架设防大块进入的装置及大块远程控制处理系统； 3. 有轨车辆远程控制改造； 4. 全系统集中管控； 5. “现场作业无人少人化”的智慧矿山建设； 6. 对供水、供电等公辅系统进行集成整合、统一管控，实现智能运行、自主计量、自动监测、系统分析。 	该技术为智能矿山建设夯实基础，实现了“机械化换人、自动化减人”的目的，在“三化”改造中具有重要意义，有助于提升矿山企业生产和管理效能。	甘肃省自然资源厅
310	砂石骨料生产智能化设计与控制技术	非金属矿骨料生产。	装备主机采用“铁打石、石打铁、石打石”三元组合的破碎原理，在关键设生产装备上安装传感设备采集数据，利用动力学仿真和模态分析技术，对关键设备部位进行检测，实现设备智能化运行；同时，利用人工智能技术选择最佳的控制策略，实现破碎过程的智能控制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 破碎过程仿真与破碎机优化设计技术； 2. 装车、仓储系统和进料智能化技术； 3. 节能降耗的智能控制技术； 4. 智能工厂综合信息管理系统。 	该技术提高了产品固废利用率，可满足高性能混凝土的使用需求，可推广于非金属矿绿色矿山、绿色工厂、绿色基地建设，应用前景广阔。	中国矿业联合会

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
311	采区移动设备智能化监管系统	建筑石料及其他非金属矿加工相关领域。	采用无线网络与安装在调度中心内的车辆监控调度系统构建集车辆监控、派遣、调度一体的现代化的调度系统。每台车上安装现场采集站,读取车辆的位置坐标和工作状态,并与中心站处以同频段数据通信,中心站通过PC每2s循环扫描各个现场采集站数据,并将其存入数据库中,并在显示屏上集中显示,通过话筒进行语音调度。通过RFID技术、车辆自动识别技术,自动记录矿石运输中车辆、采区、平台、挖机、运价、运量、过磅时间、值班人等基础信息,系统能够对平台、挖机、汽车装载运输量及成本信息进行自动统计,同时对汽车超载行为进行控制。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全球卫星定位提供车辆位置、行驶方向、行驶速度信息,减少压车。 2. 移动设备定位,计算移动设备作业距离,移动设备距离过近时移动设备内自动报警。 3. 任意查询车辆任何时段行车情况,在地图上动态显示车辆行车轨迹。 4. 通过ID卡或终端操作确定汽车、挖机与采区、平台联系。 5. 通过ID卡和汽车信号自动提取过磅量过磅车辆、挖机、平台和值班人信息。 6. 远程过磅数据查询和打印,平台、挖机、汽车、值班人过磅量、会计周期过磅信息、成本等自动统计。 	该技术可大幅度减少工人的劳动强度和统计准确性,加强移动设备管理,节约人力物力,降低移动设备安全风险,保证矿山安全高效地进行移动设备调度,提高矿山数字化、精细化、智能化管理水平,可推广应用到其他露天矿山。	浙江省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
312	水泥原料矿山生产智能化管控技术	露天水泥原料类矿山。	以石灰石质量控制为主线，利用数字采矿软件进行矿产资源管理和开采计划管理；结合智能调度系统、在线质量检测系统实现矿山生产调度自动化和质量控制智能化，并依托智能管控平台完成生产、质量、设备等数据的自动采集和管理，从而达到安全、高效、绿色的开采目的。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 融合数字采矿软件平台、生产执行系统平台、三维可视化管控平台、智能调度系统、生产过程监控系统及矿山数据中心为一体的集成技术； 2. 露天矿山矿体三维模型重建与动态更新技术； 3. 以品位均衡和产量为目标，开采台段空间关系为约束的生产计划自动编制及动态优化技术； 4. 复杂爆破区域内数字化爆破模拟与效果预测技术； 5. 结合爆堆品位空间分布不均匀性的多元素品位控制配矿技术及品位异常时的动态自适应调整技术； 6. 基于最优路径决策和矿石运输规划的生产设备动态调度技术。 	该技术能提高矿山生产效率，稳定下山矿石质量，提高资源利用率，解决土地占用问题及环境污染治理问题，有效降低矿山生产成本，该技术在露天矿山应用前景较好。	安徽省自然资源厅

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
313	建材矿山矿石精细配矿与质量优化控制技术	矿体赋存品位变动大，入选品位波动范围有要求，特别是多矿种、多有害物质等情况的矿山。	根据矿山每日开采计划中参与配矿的爆堆信息，以矿石品位及各类有害元素含量为目标，以开采制约和推进顺序为约束，采用智能算法，自动进行采场配矿，得到供矿位置、供矿量等配矿信息。生成配矿指令后，自动接入卡调系统中，同时调度系统和在线分析仪数据进行系统联动，可以实现动态进行矿山质量控制。	<p>1. 地质统计学估值和块段模型技术：运用地质统计学估值方法，创建品位模型。通过数据库和三维模型叠加显示，可对矿体空间展布、储量计算、动态储量报告、品位和不同属性的分布特点进行综合运用。</p> <p>2. 多指标配矿技术：根据爆堆的位置信息、体积信息、质量品位信息为依据，设置配矿目标，系统通过优化算法自动计算配矿，生成配矿计划。</p> <p>3. 质量优化调度技术：以矿石质量控制为第一原则，通过联动品位在线分析仪数据或通过自动取样机和快速化验分析数据，动态进行质量优化调度，有效保证品位波动率在合理的范围之内。</p>	该技术可以有效利用矿产资源，同时实现生产质量动态控制，有效实现矿山企业降本增效，对矿体赋存品位变动大、有精细化配矿要求的建材矿山有一定推广价值。	中关村绿色矿山产业联盟

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
314	露采非金属矿山智能化综合管控技术	露天非金属矿山日常生产管理、地质环境监测、绿色矿山创建等方面。	利用北斗高精度定位、GIS、5G、物联网、倾斜摄影、大数据等技术手段，构建实景三维模型、三维储量动态管理、环境监测系统、电子围栏、边坡监测系统、绿色矿山管理等应用模块，实现露天非金属矿山高精度实景建模、矿山实体储量模型展示以及“人-机-物”三维空间精确定位、数据融合、系统集成等方面的需求，开展数据融合与系统集成，搭建智能矿山综合管控平台，实现矿山智能化、精细化管理。	1. 关键技术：5G技术、北斗高精度定位技术、高分遥感技术、高精度建模及GIS平台展示、数据集成技术； 2. 模块：实景三维模块、三维储量动态管理模块、智能视频监控模块、电子围栏模块、地质灾害监测模块、环境在线监测模块、绿色矿山建设展示模块、技术文档管理模块。	该系统紧密结合绿色矿山建设中智能化建设相关要求执行，可以有效推动大中型露天非金属矿山的智能化建设工作，有着较大的推广潜力。	安徽省自然资源厅
放射性矿产类						
315	切割开窗式地浸工艺井及成井技术	地浸采铀井场。	切割开窗式地浸工艺井的切割开窗段设计在矿层位置，切割开窗段唯一与井相通，其他围岩底层完全被固井水泥封堵。	切割开窗式地浸工艺井分注液井和抽液井，在地浸采铀过程中，从注液井内注入溶浸剂，经切割开窗段（唯一通道）进入矿层，在矿层中向前渗透运移至抽液井被抽出。	该技术是第三代地浸采铀工艺井，符合地浸采铀客观要求，是目前最先进的采铀工程井，未来可在国内地浸采铀行业全面替代填砾式地浸工艺井。	中国核工业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
316	CO ₂ +O ₂ 地浸采铀绿色采冶技术	适用砂岩铀矿，包括但不限于高碳酸盐、高矿化度、低渗透和低品位铀矿资源，也可应用于具备合适水文地质条件的铜、镍、铼等矿床。	该技术采用CO ₂ +O ₂ 浸出液配制、输送、溶浸、吸附、离子交换等工艺，实现铀矿资源高效回收。	<ol style="list-style-type: none"> 1. CO₂+O₂浸出液配制和使用技术； 2. 大流量地浸钻孔技术； 3. 增压注液与高效洗井解堵技术； 4. 浸出液加CO₂带压离子交换吸附技术； 5. 吸附尾液转型树脂和转型废液反渗透处理技术； 6. 合格液酸化常温老化沉淀和母液转化作淋洗剂工艺； 7. 自动化控制技术的应用。 	该技术为我国砂岩型铀矿高效利用提供了技术支撑。	中国核工业集团有限公司

序号	技术名称	适用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位
317	大型矿车铀矿石品位动态定量测量及标定技术	露天开采的放射性矿产（如铀、钍）矿山的矿石品位快速定量测量、选矿和精准配矿等。	通过金属框架顶部的三个伽马探测器，连续测量下方通过的运矿卡车上矿石的放射性强度，结合红外传感器测得卡车的通过速度，依据定制研发的伽马测量的算法，最终计算出代表卡车中矿石的平均铀品位。通过搭建扫描结果与卡车调度系统的实时数据传输平台，实现依据扫描品位分离矿/废（选矿）、按品级分堆矿石及精准配矿、向水冶厂供矿的目的。	<p>1. 关键技术：卡车扫描站关键技术包括卡车动态测量技术；能谱测量的钍剥离技术；矿石品位计算算法；扫描站标定技术。</p> <p>2. 关键设备：NaI探头、红外传感器、RFID阅读器、能谱数据采集板、工程计算机、供电系统。</p>	该技术是一种可以快速定量测量铀矿石品位的软硬件综合系统，扫描站可推广到放射性矿产开发领域，包括露天开采或地下开采的铀矿、钍矿等，可以降低贫化率显著提升矿石的采出品位，降低损失率提高资源利用率。卡车扫描站适合于以下几类情况：一是矿体连续性欠佳、矿体分布复杂，导致设计贫化率和开采贫化率较高的铀矿山；二是缺乏有效解决爆破岩移问题的铀矿山；三是缺乏矿/岩分爆分采条件的铀矿山。	中国广核集团有限公司

申报单位
有色金属矿产地质调查中心

申报单位

中国煤炭地
质总局勘查
研究总院

申报单位

河南省煤炭
地质勘察研
究总院

申报单位

河南省地质
矿产勘查开
发局第一地
质勘查院

中国有色桂
林矿产地质
研究院有限
公司

申报单位

西藏华泰龙
矿业开发有
限公司、中
国地质科学
院矿产资源
研究所、成
都理工大学

陕西省煤田
地质集团有
限公司、陕
西省一八五
煤田地质有
限公司、西
安科技大学
、北京龙软
科技股份有
限公司、陕
西省煤田物
探测绘有限
公司

申报单位

甘肃省地质
调查院

申报单位

西安科技大学

申报单位

中国煤炭地
质总局地球
物理勘探研
究院

中国煤炭地
质总局地球
物理勘探研
究院

申报单位

中煤科工集团西安研究院有限公司

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

申报单位

中煤科工集
团西安研究
院有限公司

中煤科工集
团重庆研究
院有限公司

申报单位

中煤科工集
团西安研究
院有限公司

申报单位

中国地质科学
学院地球物理
地球化学
勘查研究所

华能煤炭技术
研究有限公司、
中国矿业大学
(北京)、
云南滇东雨
汪能源有限
公司

申报单位

晋能控股山西科学技术
研究院有限公司

河北煤炭科学
研究院有限公司

申报单位

安徽省地球
物理地球化
学勘查技术
院

安徽省勘查
技术院（安
徽省地质矿
产勘查局能
源勘查中
心）

申报单位

有色金属矿产地质调查中心

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

申报单位
江西省地矿 资源勘查开 发有限公司
有色金属矿 产地质调查 中心

申报单位

铁福来装备
制造集团股
份有限公司

中煤科工集
团西安研究
院有限公司

申报单位

河南省资源
环境调查四
院

中煤科工集
团重庆研究
院有限公司

申报单位

中煤科工集团
西安研究院有限公司

中煤科工集团
西安研究院有限公司

申报单位

江苏煤炭地
质勘探三队
、中盐金坛
盐化有限公
司

中国神华能
源股份有限
公司神东煤
炭分公司

申报单位

江西省地质
局第七地质
大队

安徽省煤田
地质局第一
勘探队

申报单位

中国石油集团
东方地球
物理勘探有
限责任公司

中国石油集团
东方地球
物理勘探有
限责任公司

申报单位

中海石油
(中国)有
限公司

中海石油
(中国)有
限公司

申报单位

山西省煤炭
地质物探测
绘院有限公
司

申报单位

中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司工程技术研究院、西南石油大学、中国建筑材料科学研究总院有限公司、成都理工大学、中国石油集团工程技术研究院有限公司

贵州页岩气勘探开发有限责任公司

申报单位

中海石油
(中国)有
限公司

申报单位

四川省科源
工程技术测
试中心

申报单位

大庆油田有
限责任公司
采油工程研
究院

四川石油管
理局有限公
司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司石油勘
探开发研究
院

中国石化
工股份有限
公司石油勘
探开发研究
院

申报单位

中国石化
工股份有限
公司石油勘
探开发研究
院

申报单位

中国石化
工股份有限
公司江汉油
田分公司

中国石化
工股份有限
公司中原油
田分公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司中原油
田分公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司西南油
气分公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司西南油
气分公司

申报单位

中化学建设
投资集团科
技产业发展
有限公司、
中国科学院
过程工程研
究所

中国石化
工股份有
限公司西
北油田分
公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司西北油
田分公司

中国石化
工股份有限
公司西北油
田分公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司江汉油
田分公司

中国石化
工股份有限
公司江汉油
田分公司

申报单位

中国石油化工股份有限公司江汉油田分公司

中石化石油工程技术服务有限公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司西南油
气分公司

申报单位

唐山冀东石
油机械有限
责任公司

申报单位

国家石油天然
气管网集团有
限公司科学技
术研究总院分
公司

国家石油天然
气管网集团有
限公司科学技
术研究总院分
公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司石油勘
探开发研究
院

申报单位

中国石化
工股份有限
公司石油工
程技术研究院

申报单位

中国石化
工股份有限
公司石油工
程技术研究
院

申报单位
中石化石油 工程技术服 务有限公司

申报单位

中国石油天然
气股份有限公
司吉林油田分
公司

申报单位

国家石油天然
气管网集团有
限公司科学技
术研究院分公
司

申报单位

武汉时代地
智科技股份
有限公司

申报单位

中国石化
工股份有限
公司中原油
田分公司

申报单位

中煤新集能源股份有限公司

淮北矿业（集团）有限责任公司

申报单位

中煤地质集
团有限公司

申报单位

中国煤炭地
质总局勘查
研究总院、
山西文龙中
美环能科技
股份有限公司

申报单位

淮 北 矿 业
（集团）有
限责任公司
、中国矿业
大学

河南龙宇能
源股份有限
公司陈四楼
煤矿

申报单位

焦作煤业
(集团)有限
责任公司、
淮河能源控
股集团有限
责任公司

山西天地煤
机装备有限
公司

申报单位

天地科技股
份有限公司

河南省正龙
煤业有限公司

申报单位
天地科技股份有限公司
山西天地煤机装备有限公司

申报单位

山西天地煤
机装备有限
公司

山西天地煤
机装备有限
公司

申报单位

中煤新集能源股份有限公司

中国神华能源股份有限公司神东煤炭分公司

申报单位

华能伊敏煤
电有限责任
公司

申报单位

中国矿业大学、陕西煤业化工技术研究院有限公司、长安大学、六盘水师范学院

陕西陕煤韩城矿业有限公司

申报单位

河北浩威旭
光新材料科
技有限公司

辽宁三三工
业有限公司

申报单位

晋能控股煤
业集团有限
公司

申报单位

山东能源新
矿集团责任
有限公司翟
镇煤矿

申报单位
太原理工大学
中国矿业大学

申报单位

晋能控股集团
有限公司

铁法煤业
(集团)有限
责任公司小
青煤矿

申报单位

铁法煤业
(集团)有限
责任公司晓
南矿

铁法煤业
(集团)有限
责任公司晓
南矿

申报单位

山东恒驰矿
业装备科技
有限公司

天地科技股
份有限公司

申报单位

北京国华科
技集团有限
公司

唐山神州机
械集团有限
公司

申报单位

淮 北 矿 业
(集 团) 有
限 责 任 公 司

国 能 淮 能 集
团 有 限 责 任
公 司

申报单位

安徽理工大学、北京君发科技集团有限公司

中煤科工集团沈阳研究院有限公司

申报单位

山西天地煤
机装备有限
公司

北京低碳清
洁能源研究
院（煤炭开
采水资源保
护与利用国
家重点实验
室）、华能
伊敏煤电有
限责任公司

申报单位
内蒙古大雁 矿业集团有 限责任公司
华夏天信智 能物联股份 有限公司

申报单位

江苏嘉轩智
能工业科技
股份有限公司

申报单位

天津美腾科
技股份有限
公司、安徽
中科光电色
选机械有限
公司

申报单位

中煤科工集
团沈阳研究
院有限公司

申报单位

中国煤矿机
械装备有限
责任公司

华能伊敏煤
电有限责任
公司

申报单位

徐州中矿大
传动与自动
化有限公司

申报单位

北京龙软科技
股份有限公司、临沂
矿业集团菏泽煤电有
限公司郭屯煤矿

淮 北 矿 业
(集团)有
限责任公司

申报单位

淮 北 矿 业
（ 集 团 ） 有
限 责 任 公 司

申报单位

中钢集团马
鞍山矿山研
究总院股份
有限公司

中钢集团马
鞍山矿山研
究总院股份
有限公司

申报单位
莱芜钢铁集团莱芜矿业有限公司
首钢集团有限公司矿业公司

申报单位

河北钢铁集团沙河中关铁矿有限公司、华北有色工程勘察院有限公司

海南矿业股份有限公司

申报单位

埃里斯克矿
山工程机械
有限公司

甘肃酒钢集
团宏兴钢铁
股份有限公
司

申报单位

四川安宁铁
钛股份有限
公司

攀钢集团矿
业有限公司
设计研究院

北京科技大
学、北京君
致清科技有
限公司、鄂
尔多斯市君
致清环境科
技公司

申报单位

包钢集团矿
山研究院
(有限责任
公司)

中国科学院
过程工程研
究所、鞍钢
集团矿业有
限公司、鞍
钢矿业资源
利用（鞍
山）有限公
司

申报单位

南京宝地梅
山产城发展
有限公司矿
业分公司

南京宝地梅
山产城发展
有限公司矿
业分公司

申报单位

潍坊新力超
导磁电科技
有限公司

河北省矾山
磷矿有限公
司

申报单位

中钢矿业开
发有限公司
、山东科技
大学

涑源县冀恒
矿业有限公
司

申报单位

中国地质科
学院矿产综
合利用研究
所

北京华夏建
龙矿业科技
有限公司、
中冶沈勘工
程技术有限
公司

申报单位

首钢集团有
限公司矿业
公司

安徽马钢张
庄矿业有限
责任公司

申报单位

首钢集团有
限公司矿业
公司

南京宝地梅
山产城发展
有限公司矿
业分公司

申报单位

内蒙古包钢
钢联股份有
限公司巴润
矿业分公司

玉溪大红山
矿业有限公司、中冶长
天国际工程
有限责任公司、昆明理
工大学、中
国矿业大学
(北京)

申报单位

首钢集团有
限公司矿业
公司

南京鼎尔特
科技有限公司

申报单位

首钢集团有限公司矿业公司、玉溪大红山矿业有限公司

申报单位

飞翼股份有
限公司、北
京科技大学

中国稀土集
团有限公司

申报单位

江西铜业股
份有限公司
德兴铜矿

中国恩菲工
程技术有限
公司

申报单位

中国恩菲工程技术有限公司、大冶有色金属有限责任公司

中国恩菲工程技术有限公司、云南迪庆有色金属有限责任公司、山西北方铜业有限公司

申报单位

广西中金岭
南矿业有限
责任公司、
中南大学

申报单位

南京银茂铅
锌矿业有限
公司

长春黄金研
究院有限公
司、内蒙古
金陶股份有
限公司

申报单位

长沙矿山研
究院有限责
任公司

新疆哈巴河
阿舍勒铜业
股份有限公司

申报单位

铜陵有色金属
集团股份
有限公司冬
瓜山铜矿

申报单位

玉溪矿业有限公司、昆明理工大学

申报单位
中色非洲矿业有限公司
兰州有色冶金设计研究院有限公司

申报单位

广东省大宝山矿业有限公司、矿冶科技集团有限公司、北矿机电科技有限责任公司

湖南柿竹园有色金属有限责任公司

申报单位

锡矿山闪星
锑业有限责
任公司

翁源红岭矿
业有限责
任公司

申报单位

中国恩菲工
程技术有限
公司

紫金矿业集
团股份有限
公司

申报单位

湖南军芘科
技股份有限
公司

申报单位

中铝郑州有
色金属研究
院有限公司

申报单位

矿冶科技集
团有限公司

中国地质科
学院矿产综
合利用研究
所

申报单位

中国有色集团
抚顺红透山
矿业有限公司

五矿稀土江
华有限公司

申报单位

湖南省邑金
投资有限公司

中国黄金集
团内蒙古矿
业有限公司
、长春黄金
研究院有限
公司

申报单位

有研稀土新
材料股份有
限公司

西安建筑科
技大学

申报单位

新疆紫金锌
业有限公司

南京银茂铅
锌矿业有限
公司

申报单位

临武县南方
矿业有限责
任公司

西藏华泰龙
矿业开发有
限公司

申报单位

白银有色集团
股份有限公司

赤峰山金红
岭有色矿业
有限责任公司

申报单位

新疆有色金属工业(集团)有限责任公司

凉山矿业股份有限公司

申报单位

昆明冶金研
究院有限公
司

江西铜业股
份有限公司
德兴铜矿

申报单位

中国恩菲工程技术有限公司、江西铜业股份有限公司德兴铜矿

山西北方铜业有限公司铜矿峪矿

申报单位
洛阳栾川钼业集团股份有限公司
中国地质科学院矿产综合利用研究所

申报单位

山东黄金矿业(沂南)有限公司

申报单位

江苏绿岩生态技术股份有限公司、
有色金属矿产地质调查中心

长沙有色冶金设计研究院有限公司

申报单位

紫金矿业集团
股份有限公司

紫金矿业集团
股份有限公司

申报单位
金川集团股份有限公司
云南驰宏锌锗股份有限公司会泽矿业分公司、驰宏科技工程股份有限公司、矿冶科技集团有限公司

申报单位

紫金矿业集团
股份有限公司

申报单位

西安建筑科技大学、洛阳栾川钼业集团股份有限公司、西安优迈智慧矿山研究院有限公司

洛阳富川矿业有限公司、长沙迪迈数码科技股份有限公司

申报单位
北京北矿智能科技有限公司
矿冶科技集团有限公司

申报单位

北京北矿智
能科技有限
公司

北京北矿智
能科技有限
公司

申报单位

北京北矿智
能科技有限
公司

赣州好朋友
科技有限公
司

申报单位

金川集团股
份有限公司

威海晶合数
字矿山技术
有限公司、
山东黄金矿
业（玲珑）
有限公司

申报单位

中国有色金属工业昆明
勘察设计研究院有限公司

申报单位
嵩县金牛有 限责任公司
长春黄金研 究院有限公 司

申报单位

山东黄金矿业(莱州)有限公司焦家金矿

长春黄金研究院有限公司

申报单位

长春黄金研
究院有限公
司

紫金矿业集
团股份有限
公司

申报单位

广西森合高
新科技股份
有限公司、
长春黄金研
究院有限公
司

申报单位
紫金矿业集团股份有限公司
长春黄金研究院有限公司

申报单位

贵州锦丰矿
业有限公司

长春黄金研
究院有限公
司

申报单位

招远市招金
金合科技有
限公司

申报单位

云南黄金矿业集团股份
有限公司

长春黄金研
究院有限公
司

申报单位

山东黄金矿业股份有限公司新城金矿

长春黄金设计院有限公司

申报单位

长春黄金设计
院有限公司

山东黄金矿业股份
有限公司新城金
矿

申报单位

山东黄金矿业股份有限公司新城金矿

北京徕达泰科科技有限公司

申报单位

河北省矾山
磷矿有限公
司

申报单位

江苏苏盐井
神股份有限
公司

申报单位
湖北兴发化工集团股份有限公司
湖北杉树垭矿业有限公司

申报单位

湖北宜化江
家墩矿业有
限公司

湖北杉树垭
矿业有限公
司

申报单位

青海盐湖工业股份有限公司

申报单位

贵州开磷有
限责任公司

申报单位

中蓝连海设计研究院有限公司、瓮福（集团）有限责任公司

湖北宜化江家墩矿业有限公司

申报单位

湖北三宁矿
业有限公司

远安县燎原
矿业有限责
任公司

申报单位

湖北杉树垭
矿业有限公司、北京霍
里思特科技
有限公司

国投新疆罗
布泊钾盐有
限责任公司

申报单位

国投新疆罗
布泊钾盐有
限责任公司

中蓝长化工
程科技有限
公司

申报单位

中蓝连海设计研究院有限公司

青海盐湖工业股份有限公司

申报单位
瓮福（集团）有限责任公司
瓮福（集团）有限责任公司

申报单位

中盐内蒙古
化工股份有
限公司

河南中源化
学股份有限
公司

申报单位

湖北三宁矿
业有限公司

辽宁首钢硼
铁有限责任
公司

申报单位

青海盐湖工业股份有限公司

瓮福（集团）有限责任公司

申报单位
瓮福（集团）有限责任公司
瓮福（集团）有限责任公司

申报单位

瓮福（集团）有限责任公司

湖北三宁矿业有限公司

申报单位

湖北三宁矿
业有限公司

远安县燎原
矿业有限责
任公司

申报单位

宏大爆破工程集团有限
责任公司、
中南大学、
福建省新华
都工程有限
责任公司、
广州市顺兴
石场有限公
司

申报单位

湖州浙钙宝
业科技股份
有限公司

顺昌县埔上
萤石有限公
司

申报单位

洛阳丰瑞氟
业有限公司

申报单位
长沙矿冶研究院有限责任公司
广东省矿产应用研究所

申报单位

烟台市富林
矿山机械有
限公司

江苏旌凯中
科超导高技
术有限公司

申报单位

苏州中材非
金属矿工业
设计研究院
有限公司

申报单位

浙矿重工股份有限公司、中国矿业大学、浙矿重工股份有限公司院士专家工作站、浙矿重工股份有限公司博士后工作站

申报单位

威海市海王
旋流器有限
公司、威海
市海王科技
有限公司

申报单位

南昌矿机集
团股份有限
公司

南昌矿机集
团股份有限
公司

申报单位

江苏山宝集
团有限公司

武汉理工大
学

申报单位

厦门欣意盛
新材料科技
有限公司

中建材玻璃
新材料研究
院集团有限
公司、凯盛
石英材料
(黄山)有
限公司

申报单位

福建泉工股
份有限公司

申报单位

河南黎明重工科技股份有限公司、
世邦工业科技集团股份有限公司、
郑州机械研究所有限公司

申报单位

安丘山水水泥有限公司

申报单位

浙江钙科机械
设备有限公司

湖州新开元
碎石有限公司

申报单位

湖州新开元
碎石有限公司、南京工
业大学

申报单位

华电重工股份有限公司
、重庆市涪陵区大业建材有限公司

申报单位
河南金辉矿业开发应用有限公司
鞍山新科环保设备有限公司

申报单位

景津装备股
份有限公司

申报单位

湖北楚道凿
岩工程有限
公司

申报单位

力博重工科技
股份有限公司、武穴
市长江矿业
有限责任公司

徐州博源科
技有限公司
、中国矿业
大学、浙江
交投嵊兴矿
业有限公司

申报单位

枣庄鑫金山
智能装备有
限公司、北
京百旺环
境科技股
份有限公
司、高品
质砂石骨
料院士工
作站、高
品质砂石
骨料研发
中心、河
南明天机
械有限公
司

无为华塑矿
业有限公司

申报单位

甘肃酒钢集团
宏兴钢铁
股份有限公司

广州市顺兴
石场有限公司

申报单位

深圳得到运通科技有限公司、北京得到运通科技有限公司、焦作千业新材料有限公司、建筑材料工业信息中心

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司

申报单位

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司

枣庄鑫金山智能装备有限公司、北京百旺环境科技股份有限公司、高品质砂石骨料院士工作站、品质砂石骨料研发中心

申报单位

湖州新开元
碎石有限公司、南京工
业大学

申报单位

安徽海螺水
泥股份有限
公司

申报单位

天河道云
(北京)科
技有限公司

申报单位

安徽巨石地
矿科技有限
公司、安徽
省地质调查
院（安徽省
地质科学研
究所）

新疆中核矿
业科技集团
有限公司

申报单位

核工业北京
化工冶金研
究院

申报单位

中广核铀业
发展有限公司