

附件

矿产资源节约与综合利用先进适用技术目录（2025 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	申报单位
勘查类							
1	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	1.成矿机制：形成了煤系矿产地质系统分析技术，明确了煤系矿产的赋存空间规律及生态耦合关系，阐明了其成矿机制与过程。 2.勘查评价体系：针对不同煤系矿产组合模式，形成了综合勘查技术方法，构建了以煤为主、多矿种协同的综合勘查评价技术体系，为我国煤系矿产资源综合勘查提供技术支撑。提出了煤系矿产精准勘探的技术路径。	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	中国煤炭地质总局勘查研究总院

			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。				
2	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。	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	中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院

3	煤田全数字高精度三维地震勘探技术	煤矿精细勘探	<p>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。它由如下几部分组成：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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国煤炭地质总局	中国煤炭地质总局地球物理勘探研究院
---	------------------	--------	---	---	--	----------	-------------------

4	井工煤矿疏干水识别与管控技术	矿井防治水	解决能源基地地下水管控体系缺失及矿井疏干水溯源难题，创建“水源识别-动态调控”技术链。创新融合同位素示踪与水化学指纹技术，构建多源数据驱动的疏干水定量溯源模型，突破采动含水层补给路径解析瓶颈；研发顶板帷幕截留与采动渗流协同控制技术，建立开采强度-水位响应动态预测模型，实现矿井水分级精准管控。形成煤矿地下水“源-流”协同管控标准体系，支撑煤炭行业水资源智能管理升级。	1.疏干水水源定量辨识技术。 2.水资源精细管控技术。 3.采煤驱动下分水平矿井水动态控制技术。 4.水化学特征库广谱适配技术。	该技术能有效实现北方井工矿区疏干水精细化管理，规避受保护含水层水量过度袭夺、水体混合污染等风险，节约水资源管理和保护成本，在井工矿区地下水管控方面发挥重要指导作用，具有应用价值。	内蒙古自治区自然资源厅	水利部牧区水利科学研究所
5	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。	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	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	河南省自然资源厅	河南省资源环境调查四院有限公司

				反循环水龙头、反循环钻头、保温套管等配套器具。	果明显，具有推广潜力。		
6	煤矿小窑破坏区域探测技术	煤矿采空区探测	基于固体物理学晶格动力学-声子理论，采集不同深度岩体在应力作用下所激发的自然电磁脉冲信号，分析、提取和还原地壳中不同层位地质结构和异常地质信息，有效探测地质体结构。	1.“KD-2”矢量电磁信号接收设备。2.“福昆四轴多旋翼”无人机搭载勘探设备。3.NEMV 数据处理系统。4.NEMV 三维应力建模系统。	该技术可推广到我国煤矿探测领域，实现多层煤采空区、富水异常、构造异常等多种问题的综合勘探，具备快速便捷，成本低，绿色、环保等特点。	山西省自然资源厅	山西煤炭进出口集团左云韩家洼煤业有限公司、华晋焦煤有限责任公司沙曲二号煤矿、陕西浩兴坤达新能源科技有限公司

7	高能环保甲烷气爆人工震源技术	煤炭、煤层气地球物理勘探	将甲烷和氧气按照一定配比在密闭的腔体内进行混合，通过外部导线点火后发生爆轰，在容器内产生高温高压空气，当容器内压力高于阈值时，所释放的能量与周边介质耦合，产生振动，对外部形成冲击产生地震波，形成人工震源。	1.新型环保甲烷气爆震源装置及配套系统（注气系统、激发系统）。2.毫秒级点火装置。	该技术可推广应用用于替代传统炸药震源，从根本上解决炸药震源面临的安全隐患和环境污染等问题，有效提升震源的稳定性和重复性。	山西省自然资源厅	山西省煤炭地质物探测绘院有限公司、四川伟博震源科技有限公司
8	“钻掘采”多震源物探一体化技术	采掘工作面物探	以钻机钻头、掘进机炮头和采煤机滚筒为震源，通过在巷道地质超前钻孔施工过程中、巷道掘进机掘进过程和回采工作面开采过程布置三种域境的地震观测系统，全时接收震动信号；通过干涉处理、去噪相关叠加和成像等改进算法的处理，把机械震源信号转换为近源地震信号、远场地震信号，形成近源信号幅频特征判断岩性、远场信号形成地震勘探信号，从而达到岩性识别与动态超前探测的作用。	1.随钻地震技术及装备。 2.随掘地震技术及装备。 3.随采地震技术及装备。	该技术在减少钻孔施工、提高掘进效率及提前构建工作面等方面经济效益显著，能够保障安全生产和增产增效。	安徽省自然资源厅	安徽省皖北煤电集团有限责任公司

9	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	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.自平衡浮力法下管基本参数计算。</li> <li>2.水泥浮力阀微膨胀水泥浆配合比确定。</li> <li>3.自平衡水泥浮力阀设计计算。</li> <li>4.空管强度与稳定性分析。</li> <li>5. 自平衡浮力法下管高压空气柱泄压放空技术。</li> </ol>	<p>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。</p>	安徽省自然资源厅	安徽省煤田地质局第一勘探队
---	-----------------------	----------------	--	---	---	----------	---------------

10	煤炭资源综合勘查关键技术	煤炭资源综合勘查	<p>通过融合多学科理论与多尺度方法，系统性解决深厚覆盖区资源勘查的核心难题。一是针对“何处找”问题，构建跨煤田高分辨率层序地层格架（整合岩石、生物、年代及层序地层划分），建立煤田尺度“背斜对称翼”及井田尺度“箕斗/堑垒构造”找煤模式，形成多尺度综合找矿理论。二是突破“如何找”技术瓶颈，开发基于井震联合反演的物性参数定量描述方法，结合复杂地质体三维建模可视化系统，构建“六位一体”勘查技术。三是解决“有多少”预测难题，创建以赋煤构造单元-煤种-开发条件为核心的预测模型，开展煤-煤层气-页岩气共伴生规律实现多矿种定量预测，形成资源潜力评价体系。</p>	<p>1.五套创新方法。多重地层划分方式、多尺度找煤新模式、基于高分辨率层序地层的煤系矿产聚集规律、基于井震联合反演物性参数复杂地质构造定量描述方法、基于煤-煤层气-页岩气共伴生规律的煤系气藏定量预测方法。2.三项关键技术。基于地球物理方法的综合煤岩层对比技术、复杂地质构造体的三维建模与可视化系统、以赋煤构造单元-煤种-开发技术条件为核心的煤炭找矿预测技术。3.三个找矿体系。多尺度综合找煤理论体系、煤系矿产“六位一体”勘查技术体系、煤系矿产资源潜力评价体系。</p>	<p>该技术以地层-构造模型定位靶区，通过地球物理融合实现地质透明化，依托共生规律量化资源潜力，显著提升深部勘查精度。在新疆哈密大南湖矿区得到有效应用，对哈密、沙吉海、内蒙古鄂尔多斯盆地、准格尔盆地等矿区有参考价值，在服务勘探、开发、建设及安全生产等方面有较好的应用前景。</p>	山东省自然资源厅	山东省煤田地质规划勘察研究院
----	--------------	----------	---	---	--	----------	----------------



11	多源成像超前探测技术	巷道超前探测	<p>一是 TST 超前探测方法原理。利用地震波在传播过程中遇到不均匀地质体（存在波阻抗差异）时会发生散射的原理，结合巷道的特点，沿巷道后方布置震源和传感器来探测巷道前方地质条件和水文地质条件。二是散射槽波方法原理。当震源激发的槽波沿煤层向远处传播中遇到不连续体，将产生散射槽波信号，利用布设在巷道壁或工作面壁上的检波器，接收散射槽波信号，通过识别和分析散射槽波信号，来判断出煤层不连续体的所在位置。</p>	<p>1.信号采集：共炮点接收模式优化，抗电磁干扰设计，国产 KDZ3114 矿井分布式地震勘探仪。</p> <p>2.信号处理：包络叠加算法（解决弱信号识别难题），频散校正，SCT V2、0 槽波地震数据处理软件。</p> <p>3.三维成像：槽波 CT 层析成像技术，波速等值线图生成，SCT V2、0 槽波地震数据处理软件。</p>	<p>该技术是预防因地质构造不明，导致安全事故的重要手段，在全国煤矿井下构造探测，特别是隐伏构造探测领域有较大推广空间。</p>	陕西省自然资源厅	陕西省一八六煤田地质有限公司
----	------------	--------	--	---	--	----------	----------------

12	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	华能煤炭技术研究有限公司、中国矿业大学（北京）
13	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術水	中国煤炭工业协会	河北煤炭科学研究院有限公司

					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。		
14	缪子射线矿山地质探查技术	煤炭地质勘查	缪子成像地质探查利用宇宙射线产生的缪子特性工作。宇宙射线与大气原子核碰撞生成的缪子穿透力强，能穿数百米岩层，但会因地质体密度不同发生偏转或吸收。探测器捕捉穿透目标的缪子，分析其数量变化与轨迹偏转。高密度体（如矿体）阻挡多，接收量少；低密度区（如溶洞）阻挡弱，接收量多。经数据三维重建，可反推地下地质结构，实现深部无损探测。	1.高灵敏度缪子探测器阵列。 2.高精度数据采集与传输系统。 3.高效成像算法。	该技术具有精度高，成本低，绿色环保等特点，可推广到煤炭地质勘查中。	中国煤炭工业协会	清华大学

15	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。	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，已在多个地热能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	安徽省地球物理地球化学勘查技术院
16	裂隙型带状热储区地热资源勘查技术	裂隙型带状热储地热资源调查及开发利用	全面收集工作区及周边区域地质、物化探、遥感、地热背景，通过综合分析研究，提取区域地质构造、热源、热储、盖层、热流体通道等各种与地热资源研究有关的基础地质信息。分析研究工作区及其外围地质、构造条件，开展野外地热地质调查和地球物理勘探、地热钻探、综合测井、产能测试以及岩矿测试等工作，充分研究地热水资源赋存特征和形成机制，建立裂隙型带状热储地热区的	1.地热成因类型、赋存规律及形成机制研究技术。2.深层地热资源勘查装置与地热钻探技术。3.地热找热理论与成热概念模型。4.“遥感解译+地球物理勘探+地热地球化学勘查+浅层测温+水化学分析”地热勘查技术。	该技术通过综合分析区域地质、物化探、遥感等资料，结合野外调查与物探，能够高效、准确地圈定地热异常区，提高地热资源勘查的成功率。通过优化钻探工艺和研发新型勘查装备，降低了钻探成本，提高了资源勘查经济性。	山东省自然资源厅	山东省煤田地质局第一勘探队

			地热水热储模型，从而为地热水资源的开发提供理论基础，降低地热水开发的风险。				
17	复杂地层区浅层井喷地热井施工关键技术	浅层高温地热井施工	该技术包括套管双挂止水技术、井口放喷倒流装置、快速换阀装置等三项技术。一是采用主防喷导流装置替代传统防喷器，解决地热井喷后水快速结垢防喷器失灵和井口人员防护难题。二是采用套管双挂止水装置解决上部含水层临时封闭的难题，避免后续钻进的钻井液污染、堵塞储层、井喷等问题。三是采用高温井口根部快速换阀技术解决高温地热井生产过程中更换阀门安全问题。	1.套管双挂止水器技术。 2.井口防喷导流装置。 3.地热井井口根部安全快速换阀装置。	主要解决浅层高温地热井井喷和人员防护等方面的难题，可推广应用于浅层高温地热井钻探和维护施工。	陕西省自然资源厅	陕西省一三九煤田地质水文地质有限公司

18	构造叠加晕找盲矿法	热液成因的有色、贵金属矿床深部及外围盲矿预测，以及沉积-变质-热卤水强改造金属矿床	以原生晕轴向分带、原生叠加晕和构造叠加晕理论为指导，通过研究构造蚀变带中原生叠加晕特征，以及构造蚀变带每一期次形成矿体-原生晕的轴向分带、不同期次成矿形成矿体-晕在空间上同位-部分同位叠加或同一期次成矿形成矿相近多个矿体或串珠状上下矿体前-尾晕叠加特点，建立矿床构造叠加晕模式，确定盲矿预测标志，用模式和标志对深部盲矿预测，提出预测靶位，预测潜在矿产资源。	1.构造叠加晕找盲矿采样技术。 2.指示元素外、中、内浓度最佳分带标准确定技术。 3.叠加晕图上识别矿体“前缘晕-近矿晕-尾晕”元素技术。 4.叠加晕叠加结构识别技术。 5.盲矿预测指标定量化技术。 6.构造叠加晕定位预测盲矿技术。	随着找矿工作向深部拓展，盲矿找矿需求不断增加，构造叠加晕找盲矿技术将得到更多应用，推广潜力巨大。该技术具有采样、分析工作量少，预测准确度高，适用范围广等优势。相比传统找矿方法，该技术能够更有效地识别深部盲矿体，提高找矿成功率。	中国冶金地质总局	中国冶金地质总局地球物理勘查院
19	固体进样光电直读光谱仪检测技术	岩石、土壤、沉积物等样品中元素定量测试。检测范围可从微克级至百分含量	通过直流电弧在石墨电极中激发产生 4000-7000K 的持续高温，利用高温环境使粉末样品蒸发、原子化或电离并产生特征发射光谱；利用高密度光栅衍射与 CCD 检测器分离并捕获各元素的特征谱线信号，再依据罗马金公式建立光谱强度与元素含量的定量关系，实现对矿石	1.关键技术：锂、铍、硼、铌、钽、稀土等二十余种重要战略矿产资源的野外现场检测技术。2.主要装备：车载型光电直读光谱仪。	该技术凭借其高性能激发源与分光系统，实现了粉末样品中 Ag、Li、Be、Nb、B、Sn、Pb 等二十余种元素的定量检测，在室内及野外找矿现场均可使用，能有效服务于地质找矿、环境监测等	湖北省自然资源厅	湖北省地质实验测试中心（国土资源部武汉矿产资源监督检测中心）

			样品中元素含量的精确分析。		多行业，显著提升工作效率，降低勘查成本，是推动绿色勘查技术发展的先进手段，推广潜力巨大。		
20	深覆盖区富铁矿勘查关键技术	深覆盖区富铁矿勘查领域	针对深覆盖区富铁矿找矿“成矿就位与富集机制不清、弱异常识别提取难、矿体定位难度大”等难题，在地质成矿与找矿理论指导下，以区域地质、重磁资料为基础，全面优化探测技术方法组合及施工参数，创新矿致弱异常提取方法，建立深部矿致弱异常“三区叠合”重磁联合提取技术，精准圈定成矿有利区，研发隐伏成矿地质体重磁多元位场转换及三维反演成像识别技术，推动定量解释技术由剖面形态反演向三维物性联合反演转变，系统	1.矿致弱异常“三区叠合”重磁联合提取技术。 2.隐伏成矿地质体重磁多元位场转换及三维反演成像识别技术。 3.覆盖区矽卡岩型富铁矿地质-综合地球物理（重磁电震井）-钻探有效互补的精准探测技术体系。 4.深覆盖区矽卡岩型富铁矿地质（三位一体）-地球物理综合找矿预测模型。	本技术成果实现了在深覆盖区寻找富铁矿的理论创新与技术突破，提升了深部资源协同勘查的技术水平和能力，开辟了低缓磁异常、深覆盖区的找矿新空间，为寻找深部隐伏矿提供了新的方法手段，可在覆盖区推广应用。	山东省自然资源厅	山东省地质矿产勘查开发局第一地质大队（山东省第一地质矿产勘查院）、山东省煤田地质规划勘察研究院

			集成了深覆盖富铁矿地质-综合地球物理（重磁电震井）-钻探有效互补的综合探测技术体系，实现深覆盖区富铁矿多方法、多参数、多尺度、多角度三维精准探测，准确识别成矿有利部位，极大提高富铁矿找矿效率。				
--	--	--	--	--	--	--	--



21	扩频激电法技术及装备	金属矿产勘查、煤火探测及污染渗漏探测等领域	基于扩频通信、矿与非矿激电异常区分及相对相位谱压制电磁耦合感应原理，采用无线分布式阵列采集、北斗高精度同步及微弱信号检测、大功率多波形发射、多装置多极距组合处理等关键技术实现矿与非矿激电异常区分及大深度、高精度、高效率勘探。	1.扩频信号同步发射及解调技术。 2.矿与非矿区分技术。 3.无线分布式阵列采集技术。 4.多频点多装置组合技术。 5.扩频激电发送机及采集仪器。	该技术与传统的激电法技术相比，勘探深度突破1000m，扩大了激电法的应用范围，提升找矿成功率，同时通过高精度勘探减少钻探数量，减少了地表破坏，实现了矿产资源的绿色勘查。同时，进一步减少钻探成本，通过提升找矿成功率，增加矿产资源储量，带动下游产业发展。	湖南省自然资源厅	长沙巨杉智能科技有限公司、中南大学
22	深部矿产勘查微动勘探技术	目标地质体与围岩具有波速差异的深部矿产等资源勘查工作	依据天然场源面波勘探理论，利用专用仪器设备与台阵观测技术，采集环境微动信号；通过数据处理与分析技术，提取瑞雷波频散曲线，反演获得地下地质体的横波速度结构，实现对地下构造的精确推断。	1.野外数据采集技术。2.频散曲线提取技术。3.频散曲线反演技术。	该技术绿色环保、使用方便灵活，与其它地球物理勘查方法一起综合使用，可用于基础地质调查、矿产资源等勘查工作，对较复杂环境条件下的深部和隐伏矿产勘查具有一	湖北省自然资源厅	湖北省地质局第一地质大队

					定有优势。可有效服务矿业可持续发展，助力地方经济增长，应用前景广阔。		
23	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。	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	有色金属矿产地质调查中心

24	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	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>2.大比例尺构造-蚀变-矿化综合信息地质填图技术。</li> <li>3.“多中心复合成矿作用”勘探模型。</li> <li>4.多尺度综合勘查评价技术体系。</li> </ol>	<p>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。</p>	中国黄金集团有限公司	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
----	---------------------	-----------------------	---	--	---	------------	-------------------------------------

25	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。	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	安徽省勘查技术院（安徽省地质矿产勘查局能源勘查中心）
26	纳米镀金膜土壤汞气测量仪	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，并能很多好的释放出来，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、	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	江西省地矿资源勘查开发有限公司

			小岩体)赋存深度、规模、产状，确定其地质意义。				
27	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资源调查评价	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。	中国有色集团有限公司	中国有色桂林矿产地质研究院有限公司

28	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）。	1.关键技术：矿区深边部及外围构造岩相学专项填图与找矿预测技术。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。	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	有色金属矿产地质调查中心
----	--------------------	---------------	--	---	---	------------	--------------

29	无人机仿地磁测技术	金属矿勘探、油气调查、灾害应急与工程勘查等领域	以轻型多旋翼无人机为仿地飞行平台、搭载小型化高精度光泵磁测系统的高分辨率无人机仿地磁测系统，采用沿地形起伏飞行的测量方式，获取近地表高精度磁测数据，实现对地磁场的高分辨率探测，从而应用于矿产与地质勘查领域。	1.无人机磁测准备。 2.空域与航线规划。 3.航磁数据采集。 4.磁测数据处理。 5.成果解释与应用。	该技术能够有效地降低航空磁测的飞行高度，更好地适应在工作程度低、地形复杂的山区开展航磁调查工作，适合在地形复杂的矿山及外围开展大比例尺航磁调查，直接为地质找矿服务，具有广阔的应用前景和推广价值。	中国有色金属工业协会	有色金属矿产地质调查中心
30	穿透性地球化学勘查技术	覆盖区地球化学勘查	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。	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。	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，绿色节能环保等特点，具有较大的推广前景和应用潜力。	中国地质调查局	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

31	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国地质调查局	中国科学院地球物理地球化学勘查研究所
----	--------------	--------------------------	--	---	--	---------	--------------------



32	高温超导瞬变电磁探测技术	煤炭、黑色金属、有色金属、非金属矿产等的探测	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	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所
33	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	甘肃省地质调查院

34	地球化学数据元素序结构分析技术	地球化学应用与研究	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；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。	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技术。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。	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。	中国有色金属工业协会	有色金属矿产地质调查中心
35	滨海砂矿勘查快速识别与精准取样技术	滨海砂矿资源（锆石、金红石、独居石、磁铁矿、钛铁矿等）勘查	滨海砂矿的形成受波浪潮汐河流搬运等动力作用控制，重矿物（如锆石、钛铁矿）因密度差异在特定水动力条件下富集。通过“地形地质测量+地球物理探测+地质钻探+镜下验证”四维闭环技术体系，快速锁定矿体富集区并获取代表性样品。	1.高精度海底地形测量技术。 2.高分辨率地球物理探测技术。 3.船上快速矿物学鉴定技术。 4.多波束测深系统。 5.单道地震浅地层剖面测量系统。 6.海底沉积物的多点位取样装置。 7.高采取率海域钻探取样设备。	通过该项技术开展海洋矿产资源勘查，探明的海砂资源、锆石砂矿等资源为战略储备资源，对于保障国家能源资源安全具有重要意义。	山东省自然资源厅	山东省煤田地质局第一勘探队

36	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	江苏煤炭地质勘探三队、中盐盐穴综合利用股份有限公司、中盐金坛盐化有限责任公司
----	-----------------	-----------	--	--	--	----------	--

37	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	河南省自然资源厅	河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院
----	--------------	------------------	--	---	-----------------------------------	----------	---------------------

38	无人机航空磁测技术	磁性相关的铁、铜、铅、锌等多金属，金刚石等非金属矿产以及油气资源勘查	通过系统集成无人机飞行平台与高精度航空磁力仪、数据采集器等测量仪器，利用不同岩矿石间的磁性差异，通过测量地磁场总强度或磁场梯度的空间分布变化，感知地下磁性体分布的磁异常。在获取原始地磁场数据后，采用磁补偿（目前仅在固定翼无人机上使用）、日变校正、IGRF 校正和滞后校正等一系列数据处理技术消除各种干扰，从而实现快速、精准推断地质构造、圈定矿体或辅助资源勘探等，具有高分辨率、低成本及灵活高效的特点。	1.基于无人机航磁测量系统的多种无人机平台改装技术。 2.高精度航空铯光泵等磁力仪。 3.航磁数据采集器。 4.无人机航磁测线规划及数据处理软件平台。	该技术高效、灵活、低成本，在矿产和油气资源勘查、基础地质调查等领域展现出巨大的推广潜力。随着无人机载重和续航能力的提升，该技术将在资源勘探等领域发挥更大的作用，应用市场前景更加广阔。	中国地质调查局	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所
----	-----------	------------------------------------	--	--	---	---------	----------------------

39	回线源地-空瞬变电磁探测技术	金属矿产、煤田采空区、非金属矿产等地下电性结构探测	<p>回线源地空瞬变电磁法是将发射回线布置在探测区域地面上，使用搭载无人机飞行平台的接收系统快速测量地下目标地质体中产生的瞬变电磁场。在不接地回线中供以双极性脉冲电流产生激发电磁场，在该电磁场的激励下，导电地质体受感应而产生涡旋电流。当发射回线的脉冲电流从峰值跃变到零，场源立即消失，而地下和导体中感应涡流并不立即消失，有一个瞬变过程，这个过程的特征与地下电性结构有关。导体的导电性愈好，涡流的热损耗愈小，瞬变过程则愈长。这种涡流的瞬变过程，在空间上形成的相应瞬变磁场被称为二次瞬变电磁场或异常场。在脉冲电流关断期间，可在空中不同位置观测到瞬变电磁场。通过研究二次瞬变电磁场在空间和时间上的变化特征，可发现地下导电地质体的存在，进而确</p>	<p>1.空中宽频传感器绕制技术。2.收发高精度同步技术。3.空中数据自动组道叠加、连续点号采集技术。4.任意发射源人机交互三分量解释技术。</p>	<p>该技术在我国老矿山和矿集区深部找矿工作中得到应用，技术高效、实用，有效推动我国战略性矿产资源勘查开发利用，推广前景广阔。</p>	中国地质调查局	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所
----	----------------	---------------------------	---	--	---	---------	----------------------

			定地下导体在钻孔周围或底部的空间展布。				
40	固定翼时间域航空电磁探测技术	地形相对平缓地区的区域性多金属矿产资源勘查、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	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所

41	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 45m, 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→岩矿心整理→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	江西省地质局第七地质大队
油气类							
一、综合勘查技术							



42	油气藏四维应力场数值模拟与储层裂缝定量预测技术	石油、天然气等能源勘探与开发	一是采用“古应力场产生裂缝、后期应力场改造裂缝”的思路定量预测构造裂缝三维分布；二是在古今构造应力场数值模拟的基础上，建立多期构造裂缝密度地质力学预测模型，预测储层裂缝关键参数空间发育规律。	1.地震多属性检测-融合岩石力学参数反演技术。2.地质力学非均质建模与多期应力场模拟技术。3.缝洞型储层地质力学孪生建模技术。4.四维应力场地质力学一体化建模技术。5.多期裂缝地质力学定量预测技术。	该技术在塔里木油田、胜利油田等多家单位已经得到规模应用，可提高地质力学模型网格精度，减小模型预测地应力大小与井点实测数据误差，提高构造裂缝定量预测方法预测精度。	湖北省自然资源厅	中国地质大学（武汉）
43	虎鲸热举高效测试排液技术	海上探井石油储层测试排液作业	通过在测试管柱内构建内环空空间，地面通过连续管注入高压热动力液在井底产生负压，将石油吸入到内环空空间中，通过环空将石油快速携带至地面，实现石油产量的准确快速测试。	1.内环空热举排液技术。 2.井下射流举升技术。 3.地面动力液加热和注入技术。	该技术可应用于海上石油资源的勘查作业中，能够准确快速落实石油产量，具备快速便捷，成本低、效果显著等特点，具有较大的推广前景和应用潜力。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司深圳分公司

44	电动永磁直驱顶驱 钻井技术	油气、非常规油气、地 热、水文水井等勘探与 开发,亦可用于各类矿 产资源的勘探	电动永磁顶驱是一种先进的 顶部驱动钻进系统,顶驱主 电机采用变频调速永磁电 机,循环密闭水冷,辅助液压 控制,顶驱可从井架上部空 间直接旋转钻杆,沿专用导 轨向下送进,完成钻杆旋转 钻进、接立柱、上卸扣和倒 划眼等多种钻井作业,提高 施工效率和安全性,降低作 业时间和生产成本。	1.稀土永磁同步电机技术。 2.交流变频电动直驱技术。 3.循环密闭水冷电机技术。 4.双油泵液压站下置技术。	该技术传动效率高,在钻 井设备领域电动永磁直驱 顶驱技术的渗透率不断提 升,也可以拓展到矿山开 采、海洋工程等领域。	中国矿 业联合 会	河北永 明地质 工程机 械有限 公司
----	------------------	--	---	--	--	-----------------	--------------------------------

45	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 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>	河南省自然资源厅	河南省地质研究院
----	---------------------	-----------------	--	--	--	----------	----------

46	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.采用高精度 GPS 结合恒温晶振（OCXO）发射机和接收机收发同步。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	山西省煤炭地质物探测绘院有限公司
----	------------------------	---------	--	--	---	----------	------------------

47	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</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。 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	四川省科源工程技术测试中心
----	------------------	-------	--	--	----------	---------------

			已知标准区含气量的基础上 进行类比计算。					
--	--	--	-------------------------	--	--	--	--	--

48	复杂构造区页岩气勘探开发关键技术	深层、地表-地下双复杂构造区页岩气勘探开发	<p>一是基于构造“形态转换+断层级别+倾角变化+埋深差异”四端元精细刻画细化分区，通过分区页岩气差异特征刻画，优选构造、储层、工程类（含应力）关键参数，建立复杂构造区分类分级甜点定量评价指标体系，开展甜点区优选；二是基于地质精细刻画与模拟研究，建立复杂构造区“构造、断缝、地应力、高程差、储量动用、净现值”六位一体差异化井位优化设计，形成“大夹角、中段长、变井距、断层避大用小”差异化井位部署模式，保障钻井部署的可实施性、安全性及开采效益；三是以构建高效渗流裂缝系统为目标，基于储层渗流及裂缝扩展机理、CFD-DEM 两相耦合模拟等方法，建立“多级调控”裂缝精细利用压裂模型，实现不同压力场条件下的人工裂缝、天然裂缝以及裂缝流动</p>	<p>1.复杂构造区甜点定量评价技术。</p> <p>2.复杂构造区“六位一体”差异化井位优化设计技术。</p> <p>3.复杂构造区（深层）“多级调控”裂缝精细利用压裂技术。</p>	<p>我国海相页岩气勘探潜力巨大，但地层时代老、演化程度高、埋深大，多期构造运动改造叠加导致地表地形复杂、高差大、溶洞发育，地下断缝发育、含气性差异大、保存条件复杂，应力场复杂，高质量勘探及有效开发挑战巨大，该技术可为我国复杂构造区页岩气资源勘探评价和开发提供有效技术支撑。</p>	四川省自然资源厅	中国石油化工股份有限公司西南油气分公司
----	------------------	-----------------------	---	--	---	----------	---------------------

			能力最优匹配，提高深层复杂区页岩气井改造效果。					
--	--	--	-------------------------	--	--	--	--	--



49	超深水弱成岩地层 油气作业关键技术	超深水超浅层天然气 藏勘探，特别弱成岩、 超压、高孔高渗储层勘 探	利用开路电缆测井解决超深水超浅层无隔水管环境下的测井作业难题，节省单井工期；通过数值模拟、仪器改造及工艺优化，实现超疏松地层高效流体取样和井壁取心，有效支持勘探评价；采用全封闭式保形取心工具结合精细化钻参控制，确保疏松弱成岩储层取心的完整性与收获率，为储层实验研究打下良好基础；通过构建热-流-力耦合模型明确产出机制、建立临界压差判据及四相流动防治体系，实现超深水弱成岩地层油气优快作业的目的。	1.超深水超浅层开路电缆测井技术。2.超疏松地层井下样品采集技术。3.超深水超浅层取心技术。4.超深水超浅层产能测试技术。5.疏松岩心钻测装置。6.宽频调速液压泵。	该技术可应用于我国近海南海北部、渤海及东海浅层目标广泛发育，远海盆地大部分海域是深水区，盖层比较薄，目的层在泥面之下较浅，是重要的勘探层系，天然气资源潜力大。目前，初步估算远海浅层两大勘探领，落实 28 个大型目标，推广应用前景广阔。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司海南分公司、中海油田服务股份有限公司
二、高效开采技术							

50	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。	<p>构建了超深海相碳酸盐岩可压性定量化评价方法，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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.超深低品位碳酸盐岩差异化降破工艺技术。</li> <li>2.超深层非均质碳酸盐岩超高压分层酸压技术。</li> <li>3.超深水平井长井段定点分流酸压技术。</li> </ol>	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。	四川省自然资源厅	中国石油化工股份有限公司西南油气分公司
----	------------------------	--------------------	--	--	---	----------	---------------------

51	ESCOOL 全系列超高温高压电缆测井技术	覆盖区地球物理勘探	<p>该系统融合电缆高速数据传输技术和井下总线高速通讯技术，通过深度融合微服务架构、云端协同、5G+卫星通信及移动端技术，构建电缆测井领域“数据采集-实时传输-可视化展示-远程控制-即时通讯-专家联合诊断”全链路闭环支撑体系；通过数据通讯接口，实现高速率电缆传输，同时具有降速工作模式，支持裸眼测井、套管测井、地层测试和井壁取心作业服务。在实现常规作业服务的基础上，提升大数据量仪器的测井速度，有效缩短作业时间，为勘探开发深部、高温高压的油气资源和地热资源提供了技术支撑。</p>	<p>1.超高温高速传输系统。 2.235℃/175Mpa 超高温高压大满贯测井仪。 3.205℃/140Mpa 电成像测井仪。 4.205℃/140Mpa 声成像测井仪。 5.205℃/140Mpa 核磁共振测井仪。 6.205℃/140Mpa 地层测试仪。 7.205℃/140Mpa 大直径旋转井壁取心仪。</p>	<p>该技术可应用于深层、超深层油气藏的勘探与开发，是新领域油气勘探开发所必需的技术，该技术打破了国外技术封锁和市场垄断，对我国油气的增储上产和保证国家能源安全具有重要意义，在石油天然气工程与地球物理勘探领域具有广泛用途。</p>	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司
----	-----------------------	-----------	--	--	---	--------------	--------------

52	“海脉”海底节点物探采集成套技术	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.低频有源力反馈动圈检波器技术。2.高精度时钟同步技术。3.高适配自研节点数据旋转技术。4.海底节点释放过程中放缆偏移动态调整技术。5.顾及声速时域变化的水下非差声学定位技术。6.窄带信号检测和微弱声学信号处理技术。7.复杂声场条件下的高精度定位技术。8.信道密排条件下的多目标无互扰定位技术。	该技术可有效提升海洋地震成像品质，为海洋油气勘探新方法、新技术实施提供装备支撑，助力中国海洋开发走向深水深层。	中国海洋石油集团有限公司	中海油田服务股份有限公司物探事业部
53	海上丛式井网加密与提高采收率关键技术	海上油田高效开发及提高采收率	实现大井距、多层合采合注条件下剩余油空间分布量化描述，首创海上油田综合调整挖潜模式，解决丛式井网整体加密难题，大幅度提高了海上油田采收率。	1.海上大井距陆相砂岩储层小尺度构型精细描述技术。2.高含水期剩余油微观赋存规律及定量表征技术。3.高含水期剩余油动用机制及立体调整挖潜技术。	项目成果已经在渤海水驱油田全面推广应用，近10年来，有力支持了渤海秦皇岛油田、蓬莱油田、旅大油田等15个在生产油田开展一次加密调整。未来将推动渤、锦州等14个油田开展二次调整方案研究。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司天津分公司

54	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 <math>\beta</math>-(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℃-140℃均可降解的聚合物棒料。最后再采用甲基胍硅烷和烷氧基硅烷表面改性，使</p>	<p>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>	<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℃-180℃的缺口。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>	四川省自然资源厅	中国石油化工股份有限公司西南油气分公司
----	-------------------	------------------------------	---	---	---	----------	---------------------

			得该材料在 130℃、20%盐酸 中耐酸时间提高 2.5 倍。				
--	--	--	------------------------------------	--	--	--	--

55	深层致密砂岩气藏 难动用储量效益开 发关键技术	深层特低孔致密砂岩 气藏	一是集成断褶裂缝精细刻 画、分频重构叠前随机反演 储层预测技术，实现断缝体 精准刻画及薄储层高精度定 量预测；二是制定不同类型 甜点差异化开发技术政策， 实现气井高产稳产；三是创 建高压高应力场致密砂岩气 双缝耦合压裂技术，提高单 井产能。	1.输导体致密砂岩气成藏模 式及富集高产规律。2.断褶裂 缝体精细刻画与分频重构叠 前随机反演储层预测技术。3. 连续基质-离散裂缝建模数模 一体化技术。4.超高压、大排 量、高强度复杂缝网压裂技 术。	该技术已在川西 大邑须三气藏推 广应用，可实现四 川盆地须家河组 气藏高效开发，助 力川渝千亿气田 致密砂岩气百亿 方目标实现。	四川省 自然资 源厅	中国石 油化 工股 份有 限公 司 西 南 油 气 分 公 司
56	常压致密砂岩气藏 低伤害高效压裂技 术	常压致密砂岩气藏	通过气体与储层作用机理、 低伤害压裂液优化、注气及 压裂参数精细优化等研究， 以增强裂缝净压力、降低滤 失伤害、提高返排能量为目 标，形成常压致密砂岩气藏 低伤害高效压裂技术，扩大 改造体积、减少储层污染、补 充储层能量。	1.前置气体占位储能压裂技 术。 2.全过程注气压裂参数优化 技术。 3.低渗致密气藏纳米改性低 伤害压裂液技术。	该技术成果及经 验可推广到我国 其它类似地区的 天然气勘探开发 中，促进常压致密 砂岩气藏储量的 有效动用，提高气 藏采收率，具有较 大的推广前景和 应用潜力。	四川省 自然资 源厅	中国石 油化 工股 份有 限公 司 西 南 油 气 分 公 司

57	平台井智能排水采气关键技术	致密气、页岩气等非常规气田	<p>建立基于流型尺度的气井积液动态在线仿真模型，研发气井全生命周期排水采气工艺智能决策系统，实现自动诊断积液、自动提示异常、自主推荐工艺的一体化工作流，决策时间达分钟级；建立基于泡沫流型、积液变化的泡排剂自适应加注算法，研制井群轻量化撬装智能泡排装置，实现井群智能高效泡排；建立平台井智能气举与连续柱塞复合举升技术，实现低压低产井连续智能高效排液。</p>	<p>1.平台井积液实时诊断与排采智能决策技术。</p> <p>2.平台井智能泡沫排水采气技术。</p> <p>3.平台井智能气举与连续柱塞复合举升技术。</p>	<p>非常规气藏具有“低渗透、低品味、快速减”特征，采用平台井整体开发模式，单井产量低，平台井数多，排采工作强度大，排采阶段过渡快，单一措施效率低，精细管理难度大。该技术突破传统“人工诊断、人工决策、人工作业”排水采气模式，发展“实时诊断、自主决策、智能作业”智能排水采气技术，大幅提升气田稳产能，对提高非常规气藏采收率、保障国家能源安全具有重要示范意义。</p>	四川省自然资源厅	中国石油化工股份有限公司西南油气分公司
----	---------------	---------------	---	---	--	----------	---------------------



58	南海超深水气田高效开发关键技术	海上深水～超深水天然气开发	一是采用限制性中央峡谷水道多维地震数据重构与储层精细刻画技术，实现强非均质性浊积水道砂体空间展布精细预测，刻画精度提升至砂层组级；二是采用基于聚类差异分析水驱气藏水侵预测及均衡开发技术，有效提升预测精度，实现串联开发模式下复杂驱动类型气藏均衡开发；三是构建深水气田长距离高落差多相混输全生命周期流动保障技术，保障深海气田平稳生产。	1.限制性中央峡谷水道多维地震数据重构与储层精细刻画技术。2.水驱气藏水侵预测及均衡开发技术。3.深水气田长距离高落差多相混输全生命周期流动保障技术。	深水领域油气资源潜力丰富，是未来油气资源增储上产的主战场，该技术能有效解决深水气田开发面临的系列难题，为深水天然气开发提供技术支撑，可带动诸多深水气田的高效开发，具有良好的推广应用前景。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司海南分公司
三、综合利用技术							
59	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	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撑，对同类气田开发生产具有借鉴意义。	四川省自然资源厅	中国石油化工股份有限公司西南油气分公司

			解堵等，保障气田安全高效生产。				
四、绿色低碳技术							
60	大位移水平井绿色开发超滑水基钻井液技术	油气开采	通过含多氨基与羧基的小分子化合物构建多功能基液，利用其仿生“海葵效应”实现分子级多点吸附，在钻具和地层表面形成致密保护层，实现对界面的高效润滑与稳定保护。	1.超支化聚合物技术。 2.仿油基润滑水基钻井液技术。 3.纳米级自适应封堵技术。	该技术兼具高性能与环保特性，其推广应用能够提升效率和降低成本，在带来直接经济效益的同时，通过技术迭代实现节能降碳，商业推广前景广阔。	湖北省自然资源厅	荆州嘉华科技有限公司

61	深远海半潜浮式风电与油气融合开发关键技术	深远海油气田开发区域	通过深海浮体设计、动态输电系统、多种能源协同控制、资源共享机制四大维度的创新，实现海上风电与海洋油气开发的物理连接和能源互补。	1.浮式风电与油气融合开发技术。2.三角形四立柱半潜浮式风电平台。	“海油观澜号”在南海 120 米水深、136 公里离岸距离的严苛环境中稳定运行，验证了其三角形半潜浮体设计对台风、涌浪的抵抗能力。该装备可直接迁移至全球类似海域，例如北海（台风频发）、墨西哥湾（强流环境）等油气富集区。其动态海缆技术和智慧电网架构，为全球 80% 以上深远海油气田的绿电改造提供了标准化解决方案。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司湛江分公司
----	----------------------	------------	---	-----------------------------------	--	--------------	-------------------

62	海上 CCS/CCUS 驱封一体化关键技术	海上碳捕集与封存 (CCS/CCUS)	通过地质油藏精细描述，寻找咸水层封存地址或需要二氧化碳气驱提高采收率油藏，利用海洋工程技术建立海上施工平台分离和压缩二氧化碳，利用钻完井技术建立封存或驱替路径，将二氧化碳封存与地下咸水层中或驱替油层提高采收率。	1.CO <sub>2</sub> 咸水层封存地质体评价与表征技术。 2.CO <sub>2</sub> 非混相驱提高采收率技术。 3.海上 CCS/CCUS 回注封存建井关键技术。 4.海洋工程二氧化碳脱水增压回注技术。 5.海上高浓度 CO <sub>2</sub> 分子筛脱水技术。	该技术在大亚湾、惠州等项目成功应用，在加速推进岸碳入海和粤港澳大湾区绿色发展目标实现中发挥重要作用，具有较好推广价值。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司深圳分公司
63	盐岩水溶建设储气库技术	盐岩埋深 300m-2000m, NaCl 含量不低于 60%，地质体具有良好封闭性、稳定性的盐岩矿产	通过连续不断地向盐岩层注入清水，对盐层进行溶蚀，通过管柱将卤水排到地表，对卤水进行处理获取所需的盐，利用盐岩水溶开采后形成的人造腔体来存储天然气。	1.盐化老腔改建储气库技术。 2.盐岩造腔新建储气库技术。	该技术已推广至平顶山、淮安和楚州储气库建设当中，同时在中石化、港华、苏盐所属盐穴储气库建设中得到应用，为全国储气调峰提供有效支撑。	国家石油天然气管网集团有限公司	国家管网集团储能技术有限公司

64	盐穴腔体声纳测量设备	盐矿盐穴腔体测量,包括盐穴造腔和周期监测	在地面主控系统控制下,由井下测量仪器依次开展不同深度声纳数据采集,由数据解释软件完成回波信号处理,实现盐穴腔体形状和体积的测量。	1.地面主控设备,硬件主要包括声纳信号处理机、显控台及测腔声纳配套软件等。 2.井下测量仪器,适用于盐穴储气库腔体三维形状测量,满足在高温高压(<100℃,<40MPa)、多介质中(如卤水、天然气)测量工况,且保持连续测量的稳定性和可靠性。	该设备可广泛应用于盐穴等地下腔体的测量,可适用高温高压、多介质等复杂环境,稳定性和可靠性高,在盐穴储氢储氮、盐穴压气蓄能、盐穴储油等场景用途广泛。	国家石油天然气管网集团有限公司	国家管网集团储能技术有限公司
65	海洋石油平台放空气回收与综合利用技术	海洋油气开发生产	通过压缩装置回收油田开采过程中产生的低压伴生气,利用小型燃气轮机将其转换为电能,同时通过烟气直燃型溴化锂吸收式冷热机组回收利用燃气轮机烟气余热,形成以热、电、冷多联产能源梯级利用系统,实现能源的高效转化和利用。	1.国产 2MW 小型燃气轮机。 2.国产水润滑无油单螺杆压缩机。 3. 国产烟气直燃型溴化锂吸收式冷热机组。	该技术可推广到我国海洋油气田低压小流量伴生气回收利用应用场景,特别是对于日伴生气量无法与传统高功率等级燃气轮机良好匹配的油气田,具有显著的适应性和应用价值。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油(中国)有限公司

### 五、数字化智能化技术

66	钻井实时监控与全过程智能分析技术	油气田智能钻井	<p>该技术有效解决智能钻井面临的井下数据获取难、智能分析精度差和闭环控制滞后等难题。通过研制全井筒随钻测量和数据传输新装备，提出复杂钻井工况“多源数据-机理知识”融合新认识，开发一体化智能钻井分析软件，形成多元协同油气钻井井下状态监测-分析-控制新技术，打造“数据驱动-智能分析-闭环控制”的钻井智能化分析技术。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.井下测量及信息高效传输装备。</li> <li>2.钻井数据-机理联合分析技术。</li> <li>3.钻井智能决策及闭环控制技术。</li> </ol>	<p>该技术已在国内外多个重要油气区（包括大港、渤海湾、川渝、长庆及挪威北海、中东等）成功应用，能够提高钻速，降低钻井复杂事件率，经济效益显著，在国内外油气勘探开发领域拥有广阔的推广前景。</p>	湖北省自然资源厅	长江大学
----	------------------	---------	---	--	--	----------	------

67	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"> <li>1.综合多学科一体化研究技术。</li> <li>2.地震导向和地质导向同步技术。</li> <li>3.井场实时数据解析接入技术。</li> <li>4.深度域和时间域同步地层对比技术。</li> <li>5.真垂厚和视垂厚的地层对比技术。</li> <li>6.高精度井轨迹参数计算技术。</li> <li>7.钻井工程防碰和轨迹防偏预警技术。</li> </ol>	<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。更重要的是，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，经济社会效益都十分显著，在国内外油气田勘探开发中具有广阔的推广前景。</p>	湖北省自然资源厅	武汉时代地智科技股份有限公司
----	------------------	----------------	---	--	--	----------	----------------

68	海上油气装备智能运维透平远程诊断技术	海上油气平台及陆地终端部署的透平发电机组和压缩机组	以工业大数据和控制图理论为核心，融合边缘计算、智能算法、专家系统等多项技术，实时采集透平机组运行数据，基于大数据挖掘算法构建健康评估与异常检测模型，最终实现远程故障预警、专家辅助诊断与维护建议闭环。	1.基于控制图理论的异常检测方法。2.健康评估与异常检测模型。	该技术可广泛应用于透平发电机组，可提升远程监测与健康管理的覆盖率，减少非计划停机，延长大修周期，降低生产成本，为能源装备数字化、智能化转型提供技术参考，具备良好通用性与扩展性，可向尚未接入的压缩机组和发电机组全面推广应用。	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司
69	海上油田生产智能注采联动技术	海上油田注水开发生产	将人工智能算法、物联网技术与石油工程理论算法融合，攻关海上油藏-井筒-注采一体化联动技术，建立“油藏动态智能评价—开发方案自主制定—海陆远程调控”协同应用场景，实现分析管理智能化、海陆决策智能化、指令执行线上化等功能。	注采“动态监测-指标评价-方案制定-远程控制”技术。	经过渤海油田应用实践，海上油田智能注采联动技术在砂岩型注水开发油田应用效果良好，为油田整体注水开发提供智能注采优化解决方案，为海上油田生产指标动态评价、注采方案实	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司天津分公司



					时优化、油水井生产即时调整、高效开发提供支持。		
70	海上油气田无人化（台风模式）生产技术	南海、东海油气田开发	以生产经营痛点难点为导向，利用数据湖、人工智能、边缘计算、实时感知等新一代信息技术建成“台风模式、无人平台、运营中心”三大核心应用场景，实现深海石油“无人工厂”。	1.海上平台台风天气生产无人化安全保障技术。 2.台风模式全工况生产应急响应技术和设计标准。	中海油采用该技术建成海上油气田数字化生产运营管理中心，实现海上油气田智能化台风远程操控生产模式，打造海上油气田无人化生产运营新范式，将无人化生产运营模式和技术体系输出给其他海上油田，已完成26个海上平台的应用，对海上油气田	中国海洋石油集团有限公司	中海石油（中国）有限公司深圳分公司

					开发具有借鉴意义。		
煤炭类							
一、高效开采技术							
71	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	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	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。	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	中国煤炭地质总局	中国煤炭地质总局勘查研究总院

			<p>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>		<p>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>		
--	--	--	--	--	---	--	--

72	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体，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"> <li>1.致灾隐患区预测技术技术。</li> <li>2.非顶驱钻机多分支水平井钻井技术。</li> <li>3.灰岩、砂岩中分支水平井钻探技术。</li> <li>4.煤层顶、底板区域治理的判层技术。</li> <li>5.含水层构造充填浆液控制技术。</li> <li>6.注浆钻孔水平取芯验证评价。</li> </ol>	<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	中煤地质集团有限公司
----	--------------------	-----------	--	---	--	----------	------------

73	高地应力底分层工作面沿空留巷关键技术	分层开采底分层沿空留巷	<p>在计划留巷的工作面采用切顶技术，将巷道与采空区上方的基本顶及其下方的岩层切断，避免留巷上方顶板出现“O-X”破断情况，减弱采空区顶板垮落动压对留巷的影响，使巷道顶板形成短臂梁结构，采取补强支护措施强化短壁梁的结构，提升短壁梁整体的承载能力，确保留巷顶板稳定；工作面回采后，在留巷采空区一侧采取挡矸措施，使采空区沿切缝垮落的顶板沿挡矸设施形成巷帮，配合临时支护措施支护顶板减小围岩动压对留巷的影响，当留巷渡过动压影响后，回撤临时支护完成沿空留巷。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.切顶参数精准设计技术。</li> <li>2.密集钻孔切顶卸压技术。</li> <li>3.分阶段三次张拉锚索巷道补强支护技术。</li> <li>4.巷旁挡矸防护技术。</li> <li>5.滞后区临时支护技术。</li> <li>6.底分层综采面无煤柱沿空留巷围岩控制技术。</li> </ol>	<p>该技术减少了接替工作面一条回采巷道的掘进工程量，加快矿井采掘接替；取消了区段煤柱，提高了采区回采率；使巷道维护条件得到改善，延长了对临近工作面瓦斯的持续预抽时间，能够有效改善矿井安全生产技术条件。该技术已在古汉山矿全面推广应用，应用前景广泛。</p>	河南省自然资源厅	河南焦煤能源有限公司古汉山矿
----	--------------------	-------------	---	---	--	----------	----------------

74	深部孤岛工作面“无棚式超前支护”巷道协同控制技术	煤矿巷道支护	以“协同学”为基础，通过孤岛工作面巷道围岩力学强度测试、围岩裂隙发育范围测试和围岩变形特征模拟分析，研究巷道协同控制机理，形成深部孤岛工作面“无棚式超前支护”巷道协同控制技术。	1.深部孤岛工作面围岩变形特征分析技术。2.“无棚式超前支护”巷道协同控制技术。	该技术已在河南省内多个煤矿推广应用，为全国煤矿行业同类巷道及边坡、隧道等工程岩体稳定性控制提供借鉴，能够明显改善围岩应力分布状态、有效抑制巷道围岩变形、减少安全生产事故，显著减轻巷道维护工作量。	河南省自然资源厅	永煤集团股份有限公司新桥煤矿
75	高瓦斯大采长工作面以孔代巷瓦斯综合治理技术	以孔代巷瓦斯治理	在研究大采长工作面顶板采动裂隙发育及卸压瓦斯运移规律的基础上,采用千米定向钻机施工大孔径顶板高位定向长钻孔，抽采工作面采动卸压区、采空区的瓦斯，解决工作面上隅角和回风流瓦斯超限问题,在工程上减少或避免施工高位抽采巷,降低治理瓦斯成本。	1.以孔代巷区域瓦斯治理技术。 2.全方位旋转履带式全液压轻型定向钻机。	该技术可推广应用于具有高瓦斯大采长工作面的煤矿，具有治理瓦斯时间短、效果好、原煤回采效率高的特点。	河南省自然资源厅	平顶山天安煤业股份有限公司八矿

76	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	<p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>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，具有较好的经济社会效益显著，推广潜力巨大。</p>	河南省自然资源厅	河南省正龙煤业有限公司
----	-------------------	------------	--	---	--	----------	-------------

77	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	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>2. 双侧采空超长煤柱工作面过空巷群围岩控制技术。</li> <li>3. 深孔预裂卸压装置及其护巷设备、巷道注浆设备。</li> </ol>	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经济效益，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	河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿
----	------------------------	--------------------------------	---	--	--	----------	-------------------



78	采注协同绿色开采与建筑数智预警防护技术	“三下”煤炭资源开采	<p>利用煤炭开采过程中覆岩内形成的离层空洞，从地面布置钻孔并以矿井处理的废水为载体向离层空洞充填煤基固废，达到支撑覆岩、控制地表沉陷、保护地表建（构）筑物目的；同时利用采注协同测度与离层注浆充填全过程智能管控系统，实现沉陷控制导向的工作面开采与离层注浆充填协同精准控制，并进行建（构）筑物变形超前动态预测预报；根据预测预报结果对工作面开采与离层注浆充填进行协同调控，实现建（构）筑物安全风险超前防控。</p>	<p>1.沉陷控制导向采注协同定量精准控制技术。2.数据挖掘建筑数智动态安全预警防护技术。3.采注协同智能管控与效能评价技术。</p>	<p>该技术可推广应用于煤基固废和呆滞煤炭资源开采，可提升建（构）筑物下煤炭资源开采的安全性、高效性、绿色化与智能化。</p>	<p>山西省自然资源厅</p>	<p>山西焦煤山煤国际霍尔辛赫煤业有限责任公司、山东科技大学、山西文龙中美环境科技股份有限公司</p>
----	---------------------	------------	---	---	---	-----------------	---

79	综放工作面巷道错层布置冲击地压防治技术	冲击地压矿井	<p>通过工作面“错层”布置方式，将下区段顺槽布置到上区段采空区之下，错层位立体布置采掘工作面；将下区段顺槽布置于上区段采空区卸压带内，避开煤柱应力集中区，降低工作面巷道掘进、回采期间的冲击地压危险性；分层工作面顺槽交替内错布置，形成连续卸压区，实现应力场-裂隙场-瓦斯场协同调控；消除区段煤柱，阻断自然发火通道，同时提高了煤炭回采率。</p>	<p>1.三维地质动态建模技术：融合地质勘探数据，精准刻画煤层赋存条件（厚度、倾角、构造）。</p> <p>2.无煤柱协同开采装备：配备大采高液压支架（ZF12000/23/42D）与两顺槽超前支护。</p> <p>3.矿压综合监测预警平台：集成微震监测、应力传感实时反馈系统。</p>	<p>该技术能够优化矿井采掘布局，消除煤层煤柱重叠布置，避免留有窄小煤柱，减少巷道压力，达到冲击地压从源头治理的效果，巷道维护投入小，降低工作面巷道掘进、回采期间冲击地压的危险性，有效保证工作面安全，同时提高采区回采率。在具有冲击地压的特厚煤层综放开采矿井以及地质条件复杂、传统开采方式受冲击地压威胁的矿井中可推广应用。</p>	甘肃省自然资源厅	窑街煤电集团有限公司
----	---------------------	--------	--	---	--	----------	------------

80	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，具备定向钻孔施工技术条件、深孔定点密封取芯技术能力的矿井和地区	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。	安徽省自然资源厅	淮河能源控股集团有限责任公司
----	---------------------	--	--	--	---	----------	----------------

81	松散含水砂层注浆改造与薄基岩煤层控水控灾开采技术	具有松散含水砂层的薄基岩层,需要注浆加固改性的矿井	采用地面钻孔连续劈裂、扩散、渗透、压密注浆改造,改变含水层内粘颗粒占比结构,阻隔含水层的径流、补给条件,变含水层为隔水层或等效隔水层,人为可控扰动工程控制突水溃砂水量及渗流流态,结合控水控灾关键层条件、阻隔水性能与闭合规律,进行超前注浆处理,形成煤层控水控灾开采和治理新模式。	1.松散饱水砂层基岩、构造、富水等特征分析技术。2.松散饱水砂层超前防治技术。3.松散饱水砂层超前注浆治理效果监测技术。	该技术为我国松散含水层下薄基岩煤炭资源绿色、安全、高效开采提供了技术保障,具有重大的社会及经济价值。	安徽省自然资源厅	皖北煤电集团有限责任公司
82	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。	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	安徽省自然资源厅	淮北矿业(集团)有限责任公司、中国矿业大学

					可盘活资源量5000多万t，增加产值200多亿元、税费10多亿元。		
83	煤矿深埋煤层底板注浆保水关键技术	煤层埋深大，煤层底板高承压强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	淮北矿业（集团）有限责任公司

84	井下“采选充”协同关键技术	煤矿井下采选充一体化	采用“长壁逐巷采煤、井下智能分选、矸石就地胶结充填”三者协同一体化方法，将分离的采煤、选煤和废料处理环节高度集约化，实现“采煤-选矸-充填”的闭环，达到矸石零排放和资源高效回收的双重目标。	1.关键技术：长壁逐巷充填开采技术；井上下充填材料输送技术；非均质胶结充填材料配比优化技术；岩层移动规律与地表沉陷控制技术。 2.关键设备：井下智能分选机及其配套设备。	该技术可广泛应用于地下煤矿的开采、选矿、充填等生产环节，技术工艺安全、高效、绿色、环保，为煤炭行业绿色开采、节能减排、实现“双碳”目标提供技术参考，在压覆资源解放、矿山固废处置及生态环境保护等领域具有广阔应用前景。	山东省自然资源厅	汶上义桥煤矿有限责任公司
85	薄煤层工作面沿空留巷技术	薄煤层回采工作面	基于“切顶卸压”的核心原理，综合采用超前预裂爆破、可伸缩 U 型钢支架挡矸支护，以及永磁皮带与巷道修复机联合作业等技术方法，实现了在显著减小巷道围岩压力的同时，完成挡矸、支护、出渣等工序的机械化与高效化，达到了安全、低耗、高效的沿空留巷目标。	1.关键技术：深孔预裂爆破卸压沿空留巷技术。2.关键设备：可伸缩 U 型钢支架；双层金属经纬网；转载机；永磁电动滚筒皮带；巷道修复机。	该技术可广泛应用于薄煤层矿山的开采环节，技术工艺安全、经济，能有效提升生产效率，降低劳动强度，为煤矿井智能化建设提供技术参考，具有良好的应用前景。	河北省自然资源厅	冀中能源股份有限公司章村矿

86	高品位软破富水矿体安全高效开采技术	松软、破碎、含水性强、品位高矿体的全高效开采	针对北区矿体软、破、富水特点，通过岩石力学试验分析，建立矿岩指标评价体系，以采场静态与动态稳定为目标，优化结构参数和开采顺序，构建凿岩硐室顶板压力模型，揭示围岩失稳机理，创新提出导硐式采矿法保障安全，对爆破参数进行优化，提高回采率降低爆破震动，实现软、破、富水矿体的安全开采。	1.“地质+工程”双因素九指标评价技术。 2.棋盘式开采技术。 3.导硐式超宽预控顶中深孔落矿嗣后充填采矿法。 4.中深孔和深孔爆破延期时间优化技术。	该技术可推广应用用于软、破、富水矿体开采，可大幅提升了复杂矿体开采的安全性，减少人员伤亡风险，保障矿工生命安全，可减轻对地表及围岩的扰动，降低地质灾害隐患，保护周边环境，具有较大推广应用前景。	河北省自然资源厅	河北钢铁集团沙河中关铁矿有限公司
87	深部底板奥灰岩及薄灰岩水全时空防治技术	受灰岩水威胁的煤层开采矿井	通过对矿井深部开采底板突水机理和特点、深部开采底板奥灰防治面临的问题、深部多层次立体区域探查治理模式、“羽”状分支布孔的区域治理工程、井上下立体交叉探查治理和工作面回采安全评价等方面研究，总结深部底板奥灰薄灰水害五维度特征，建立深部煤层底板奥灰薄灰水突水模式，提出“四位一体”立体网状全时空深部底板奥灰薄灰水害防治方	1.深部底板奥灰薄灰水害五维度特征。 2.深部煤层底板奥灰薄灰水突水模式。 3.“四位一体”立体网状全时空深部底板奥灰薄灰水害防治方法。	该技术可广泛应用于受灰岩水威胁的煤层开采矿井，为类似矿区的防治水工作提供技术参考，在煤矿采矿安全及防治水领域具有广泛用途。	河北省自然资源厅	冀中能源峰峰集团有限公司梧桐庄矿

			法，实现深部底板奥灰岩及薄灰岩水全时空防治。				
88	坚硬顶板条件下底板水突水机理及防治技术	煤层顶板坚硬、底板受水威胁的矿井	通过对滞流区水文地质特征、野青工作面底板奥灰岩赋存及富水特征、野青工作面矿压显现规律、高承压含水层压力变化与采动应力响应规律等方面研究，基于半无限体理论和对数螺线方程建立底板突水力学模型，厘清突水机理及主控因素，采用滞流区立体引流注浆加固、工作面底板水害采前区域治理，消除致灾因素，实现保水开采全周期治理和煤层底板区域治理，形成深井坚	1.封闭水文地质单元滞流区立体引流高效注浆技术。 2.底板区域治理注浆加固效果多手段联合检测技术。	该技术可广泛应用于受高承压底板水害威胁的煤矿采矿，技术工艺安全、可靠、绿色环保，为深部煤炭资源的安全、高效、绿色开采提供技术参考，在煤炭行业矿井水害防治领域具有广泛用途。	河北省自然资源厅	冀中能源峰峰集团邯郸宝峰矿业有限公司九龙矿



			硬顶板条件下底板水害全周期治理模式。				
89	高阶低渗煤层高效瓦斯抽采关键技术	高瓦斯矿井低渗煤层	针对九龙矿煤层瓦斯治理过程中存在的高阶低渗煤层瓦斯治理难题，以时空交叉为主要方式，选择瓦斯灾害较为严重、且治理难度较大的煤层，采用点线面相结合，以“钻冲一体化”“压抽交变”等强化增透技术为手段，实现高阶低渗煤层区域卸压增透和瓦斯有效解吸流动，以提高高阶低渗煤层瓦斯抽采效率，实现高阶低渗煤层的安全开采。	1.关键技术:瓦斯渗流主控因素对瓦斯抽采的控制机制；“钻-冲-抽”一体化出煤卸压、强化瓦斯抽采技术；“压-抽”交变、多孔协同的瓦斯增产抽采技术；新型两堵一注“膨博封孔袋”强化封孔技术。2.主要设备：高压水泵 2 套；水射流割缝系统 2 套；深孔松动爆破装备(爆破筒)100 套、送药杆 5 套、封孔器 20 套。	高阶低渗煤层网络化协同增透高效瓦斯抽采关键技术，思路新颖独特，具有较强的实用性和可操作性，具有重要的理论意义和较大的经济效益。该项研究成果不仅可以从理论上和设计上对九龙矿高阶低渗煤层安全开采提供可靠依据，而且还可为相似条	河北省自然资源厅	冀中能源峰峰集团邯郸宝峰矿业有限公司九龙矿

					件下综采工作面安全开采提供科学依据和实用技术手段，具有广泛的推广应用前景。		
90	陷落柱探查技术	陷落柱发育矿区	利用地面三维地震勘探进行大范围、快速的初步筛查，识别地质异常区。利用地面区域探查治理钻孔，对工作面范围内构造情况进行探查，对可能发育的陷落柱进行探查与治理。根据探测资料勾画陷落柱平面位置，待井下巷道掘进至附近时，采取超前物探、钻探结合的手段对陷落柱位置，形态等进行精准探查，最后通过井下直接揭露，收集一手资料，验证并	1.综合立体探查技术。 2.探查治理一体技术。	该技术可广发应用于隐伏陷落柱发育的煤矿采矿环节，有效弥补常规勘查方法的不足，解决了陷落柱安全隐患问题，提高了回采率，为煤炭安全开采提供技术参考，具有良好的应用前景。	河北省自然资源厅	冀中能源峰峰集团有限公司羊东矿

			修正前期所有探测结论，总结陷落柱发育规律。				
91	大型露天矿综合智能管控技术	大型露天煤矿	以露天开采“整体优化设计—生态化低碳开采优化—智能化无人生产管控”为主线，从露天矿“多要素整体优化-生态冲击量化-低碳经济评估-生态化设计”、“采矿装备无人化-智能生产配矿-集群智能调度一体化”两大方面入手，建立露天矿“低碳优化-智能生产一体化”关键技术体系，实现露天矿山绿色、低碳、高效、智能和安全开采。	1.露天矿多要素整体优化技术。 2.绿色低碳的生态化矿山优化技术。 3.露天矿多矿种多目标精细化智能配矿技术。 4.露天矿生态化整体优化软件系统。 5.复杂工况下多源融合精准感知与泛化识别技术。 6.多决策并发轨迹规划与多目标协同自适应精准控制技术。 7.动态指派-最优路由-车流控制融合的集群智能调度技	该技术可广泛应用于大型露天矿山生产，在节能减排、提质增效及安全保障方面效益显著，为露天矿山的绿色、智能、安全、高效生产提供技术参考，具有良好的应用前景。	辽宁省自然资源厅	东北大学

				术。 8.露天矿百吨级新能源无人 驾驶矿卡。			
--	--	--	--	------------------------------	--	--	--

92	10m 大采高工作面支护及围岩控制技术	部分 9-10m 煤层工作面	以建成 9~10m 煤层高可靠性液压支架支护装备及实现围岩稳定性控制为目标，从液压支架与围岩耦合理论研究、高性能支架关键元部件研发以及 10m 超大采高液压支架整体设计进行突破，构建 10m 超大采高工作面高效支护成套技术与装备，形成了完整的技术和装备标准，为 9~10m 特煤层高效开采提供技术途径。	1.超大采高工作面覆岩关键块动力学模型。2.超大采高煤壁片帮力学模型。3.液压支架动态优化设计方法。4.刚-液耦合超大采高液压支架动力学模型及刚柔耦合液压支架瞬态动力学模型。5.10m 超大采高液压支架稳定性分析技术。6.液压支架集中分布式液压系统仿真模型。7.10m 超大采高工作面成套开采装备系统性设计方法。8.10m 超大采高工作面高能积比配套模式。9.顺槽全断面封闭强力超前支架组。	该技术能有效解决 9~10m 特厚煤层超大采高工作面围岩控制难题，已成功转让到郑州煤矿机械集团股份有限公司、兖矿东华重工有限公司、中煤北京煤矿机械有限责任公司、林州重机集团股份有限公司等公司生产，并经批量化生产后在曹家滩煤矿顺利通过地面联调，有效提升特厚煤层生产效率及资源回收率。	陕西省自然资源厅	陕西陕煤曹家滩矿业有限公司
----	---------------------	----------------	---	---	--	----------	---------------

93	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	<p>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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>3.三软煤层沿空留巷采空区封闭工艺、技术及材料。</p>	<p>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。</p>	陕西省自然资源厅	陕西陕煤韩城矿业有限公司
----	--------------------------	------------	---	--	---	----------	--------------

94	沿空留巷切顶卸压-分区补强支护关键技术	部分无煤柱开采矿井	<p>开展大松动圈围岩沿空留巷切顶卸压-分区补强支护关键技术及应用研究,确定影响围岩失稳的主要影响因子;建立大松动圈围岩顶板沿空留巷顶板稳定性控制力学模型,分析各参数对围岩力学稳定性的影响;研究不同钻孔参数对大松动圈围岩沿空留巷切顶效果的影响,分析不同切顶间距顶板的破裂路径;对不同围岩应力段进行划分,分析不同划区内围岩应力与顶板结构形态,提出不同分区围岩差异化控制机理;提出“切顶卸压+锚索补强+U36 型钢棚支护”为主的分区差异化调控支护技术。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.水泥基-粉煤灰基围岩注浆再造承载层技术。</li> <li>2.破碎围岩锚杆多段锚固与挤压式锚固技术。</li> <li>3.沿空留巷破碎围岩超前段密集钻孔切顶卸压技术。</li> <li>4.大松动圈围岩沿空留巷分区联合支护调控技术。</li> <li>5.沿空留巷超前支承体受力与围岩精准监测技术。</li> </ol>	<p>该技术已在河南、贵州等地区煤炭企业得到应用,取得经济效益 11.87 亿元,经济、社会、环境效益显著,应用前景广阔。</p>	河南省自然资源厅	永煤集团股份有限公司顺和煤矿
----	---------------------	-----------	--	---	---	----------	----------------

95	烧变岩水害防控及水资源保护关键技术	具有烧变岩的矿井	<p>烧变岩水害防控及水资源保护技术是通过垂直钻孔、浅层定向钻孔注浆在烧变岩裂隙介质中建造一道截水帷幕墙，以达到阻隔地下水通过烧变岩向井下采掘空间补给，减少矿井涌水量，避免造成井下透水事故，解放烧变岩下压覆煤炭资源，同时保护水资源，防止区域生态恶化，实现安全采煤和水资源保护相协调。</p>	<p>1.完整烧变岩断面分区注浆技术。2.三维度孔序优选增效技术。3.双位双向引流注浆技术。4.烧变岩帷幕注浆即时检验技术。</p>	<p>该技术可推广到我国晋陕蒙、新疆等西部烧变岩分布地区，可解放煤炭资源量100亿吨以上，具备施工效率高、成本低、截水率高、资源回收率高、绿色节能环保等特点，具有较大的推广前景和应用潜力。</p>	中国煤炭工业协会	中煤科工西安研究院（集团）有限公司
96	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	<p>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</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国煤炭工业协会	太原理工大学



			采煤炭资源的安全高效开采。				
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,适合矿山的地层多变性。	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	辽宁三三工业有限公司

98	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国煤炭工业协会	中国矿业大学
二、高效选矿技术							
99	炼焦煤浮选工艺优化技术	炼焦煤洗选加工	<p>通过深入研究不同煤泥的浮选特性及工艺设备的效果差异，系统分析多组合工艺（“浮选柱+浮选柱”、“浮选机+浮选机”、“浮选柱+浮选机”、“浮选机+浮选柱”、“预先脱泥后二次浮选”）适应性，形成能够精准适配不同煤质条件的高效浮选工艺选择方案，为实现煤泥深度降</p>	<p>1.高灰细泥夹带特性及脱除技术。 2.难浮煤泥特性及矿化回收与分离技术。 3.难浮难选煤泥高效矿化回收技术。 4.脱泥浮选技术。</p>	<p>该技术解决了浮选精煤灰分高产生的重介背灰难题，为降低浮选精煤灰分、提高精煤产率开辟了新路径，已在新汶矿业集团成功应用，适用于国内外炼焦煤选煤厂，对推动</p>	中国矿业联合会	新汶矿业集团有限责任公司洗煤分公司

			灰与资源高效回收提供关键技术支持。		行业清洁高效转型具有重要意义。		
100	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。	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	淮北矿业（集团）有限责任公司

101	高变质无烟煤深度分选技术	重介质选煤厂	<p>在研究磁性介质含量与煤泥含量对分选指标影响机理基础上，根据高变质无烟煤密度（1.95 g/cm<sup>3</sup>）确定悬浮液固体体积浓度，通过调节介质粒度组成、加大系统排泥能力，有效降低了悬浮液粘度，提升了分选精度与稳定性，实现高密度、高煤泥含量无烟煤的有效分选。</p>	<p>1.悬浮液系统优化技术。2.三产品旋流器结构改进技术。3.粗煤泥分选工艺。</p>	<p>该技术从理论上填补了高密度、高含矸、高煤泥量老年无烟煤分选的部分空白，从实践上证明了此技术的可靠，为其它高密度或低密度煤种的洗选提供了经验借鉴，具有良好的应用推广前景。</p>	河北省自然资源厅	冀中能源股份有限公司章村矿
102	干法矿物高效分离技术	煤炭干法分选	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国煤炭工业协会	唐山神州机械集团有限公司



104	伴生固废基胶凝材料低碳制备关键技术	矿山固体废弃物处置与综合利用	根据伴生固废的高硅铝特性，从界面强化效应、矿物颗粒支撑作用以及凝胶强化机制出发，研发惰性伴生固废表面定向活化技术，实现惰性伴生固废高效精准活化，强化凝胶结构，建立最佳固废基胶凝材料组分调控方法，提出固废基胶凝材料组分匹配和级配模型，为固废基胶凝材料的低碳制备和性能调控提供理论指导。	1.惰性伴生固废表面定向活化技术。2.伴生固废基胶凝材料组分匹配与级配设计模型。3.固废基高活性胶凝材料性能调控外加剂。4.优化传统立磨装备和研磨工艺，设计新型高效多缩口分级旋风固体燃料燃烧器。	该技术将矿山固废转化为绿色胶凝材料，为资源型城市转型创造有力条件，对实现“无废矿山”建设、保障国家资源与环境安全具有重要价值，推广前景广阔。	湖北省自然资源厅	武汉大学
105	煤矿矿井水余热综合利用技术	煤矿矿井余热利用	将矿区现有水处理水池作为低温热源，利用循环水泵与板式换热器提取矿井水余热；通过余热机组（热泵）中的冷媒将热量进一步提取和提升，将加热至 46℃ 的热水储存并输送至各供暖末端，实现办公区、生活区供水、供暖与供凉，形成矿区废水余热综合利用系统。	1.矿井水梯级换热技术。 2.双工况高效热泵技术。 3.闭环水系统集成技术。	该技术从严寒地区至热带地区均适用，可为各类建筑物提供冷暖两用空调系统，同时提供生活热水，供暖和制冷费用为普通空调系统费用的 30-70%，能够有效降低采暖与制冷能耗，应用范围广泛。	河南省自然资源厅	河南焦煤能源有限公司古汉山矿

106	TBM 盾构岩巷钻冲抽装一体化作业平台	煤矿瓦斯治理	一是通过研究固液分离计量装置，实现煤水和瓦斯的快速分离，煤水自动转运；二是利用固液分离装置，采用沉淀和振动方式，实现煤水高效分离，通过固定容积实现钻渣连续精准计量，验证钻孔效果；三是利用液压油缸调整筛分箱体，实现钻渣自动装卸功能，避免人工清渣，提高整体生产效率。	1.煤矿用盾构机。 2.孔口防喷和密闭分离箱。 3.负载敏感电液联动液压系统。	该平台可推广应用于煤矿瓦斯治理，增强煤矿抗灾能力，提高安全生产水平，降低煤矿安全成本。	河南省自然资源厅	河南平宝煤业有限公司
107	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	安徽理工大学、北京君发科技有限公司

四、绿色低碳技术

108	深部重复采动工作面覆岩离层区井下注浆减沉技术	煤炭开采离层注浆	通过钻孔取芯与 RQD 分析，根据岩体结构判别关键层与离层区层位，结合最大下沉角理论，考虑重复采动对最大下沉角的影响，利用井下斜上钻孔与已有注浆管路，实现对覆岩离层区的注浆充填。	1.倾斜工作面重复采动后覆岩“三带”特征分析技术。2.覆岩关键层与主要离层位置分析技术。3.覆岩裂隙充填注浆目标分析技术。4.粉煤灰注浆材料制备技术。5.覆岩裂隙充填注浆钻孔方案设计及充填技术。	该技术适用于深部煤炭长壁开采矿井，有效解决地表沉降问题，在焦作矿区古汉山矿成功应用，可推广至国内外对覆岩离层区进行注浆充填和地表减沉的矿井，推广前景广阔。	河南省自然资源厅	河南焦煤能源有限公司古汉山矿
109	薄层灰岩水害地面区域治理评价技术	矿井防治水	通过地面施工多分支水平定向钻孔，利用顺层探查与高压注浆工艺，实现对煤层底板灰岩含水层中岩溶裂隙与导水构造的有效充填与封堵，将含水层改造为等效隔水层，阻断奥陶系灰岩水涌入采场。	1.多分支水平定向钻探技术。2.“微压充填—低压扩散—中压加固—高压劈裂”阶段式注浆压力控制模型。3.浆液扩散半径动态监测系统。4.地面定向钻孔设备及井下钻探设备；高压注浆泵及注浆管路系统；瞬变电磁仪及三维直流电阻率法仪器等设备。	该技术为类似条件矿井的水害治理效果评价提供借鉴，保障水害治理效果，为永夏矿区、河南省乃至华北型煤田薄层灰岩地面区域治理效果评价提供了新思路和新方法，为行业建立煤层顶底水害地面区域治理效果评价提供参考。	河南省自然资源厅	河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿



110	复杂水文地质条件下大采长工作面薄层灰岩水害区域治理技术	矿井防治水	<p>针对复杂条件下大采长工作面底板薄层灰岩水害，采用“分区立体交错”探查与“分段控压劈裂”注浆技术，有效封堵受注层岩溶裂隙和导水通道，创立大采长工作面地面区域治理效果评价体系，保障工程治理效果，将大采长工作面生产系统由“一面三巷”布置优化为“一面两巷”布置，取消中间巷施工，实现薄层灰岩含水层组区域超前防治。</p>	<p>1.复杂水文地质条件下大采长工作面底板薄层灰岩水害区域超前防治技术。</p> <p>2.底板“多层-近距-连通-薄层”灰岩含水层组高效治理技术。</p> <p>3.大采长工作面地面区域治理效果评价体系及生产系统优化技术。</p> <p>4.钻机及注浆关键设备。</p>	该技术可推广应用用于复杂条件下大采长工作面薄层灰岩水害治理，安全性高、通用性强。	河南省自然资源厅	河南龙宇能源股份有限公司陈四楼煤矿
111	矿井污水净化与井下复用技术	矿井水综合利用	<p>利用采空区垮落岩体构建“裂隙带—孔隙层—沉淀单元”多级净化体系，通过物理过滤、化学吸附与二次净化过程协同作用，实现矿井水动态原位净化和就地复用。</p>	<p>1.采空区滤水空间构建技术。</p> <p>2.CFD-DEM 多尺度模拟系统。</p> <p>3.PLC 智能控水系统。</p>	该技术适用于资源型、节能型煤矿推广，具备良好的规模复制和跨区域应用潜力，契合绿色矿业和“双碳”发展目标。	山西省自然资源厅	山西凌志达煤业有限公司

112	高潜水位煤粮复合区采复耦合下耕地修复与水资源高效利用关键技术	厚、超厚第四系表土层下采煤沉陷区	根据地面复垦与井下采矿耦合原理，结合沉陷预计理论和单元分析，构建井下开采单元与地面影响单元耦合的时空响应机制，通过地上、下约束条件共赢性博弈分析，确定地面水、土损毁范围与时空分布，优化开采方案，解决井下开采与耕地保护矛盾问题。	1.采复耦合条件下水土协调技术。2.“关键层”构建与耕地复垦土壤重构技术。3.井工矿边采边复技术。4.沉陷区水域水资源保护性开发技术。	该技术很好解决煤矿开采与耕地保护矛盾问题，缩短耕地受损时间，提高耕地恢复率，在国内同类地区具有较好推广价值。	安徽省自然资源厅	安徽省皖北煤电集团有限责任公司
113	高低浓度瓦斯智能掺混利用技术	瓦斯抽采矿井	针对高低浓瓦斯充分、精确且反应迅速的混合需求，配置输送混合管道及瓦斯浓度、压力调节系统。一是使用智能化混配气系统，解决混配过程中瓦斯浓度稳定问题。二是布置高低浓气源的混合接口，充分考虑高低浓瓦斯的流向、流速及压力，结合大幅延长的混合后配气管段，保证多段管道、不同浓度瓦斯的充分混合。三是优化传统瓦斯输送压力稳定、调节系统，引入输送终端的压力反馈管，进一步保障输送	1.智能混配气系统。 2.配气管路系统。	该技术减少瓦斯排放，实现资源利用最大化，推动企业绿色、可持续发展，助力实现双碳目标，为矿井瓦斯治理、地面抽采利用奠定技术基础。	安徽省自然资源厅	淮河能源控股集团有限公司

			过程中的压力稳定及矿抽采系统的设备安全。				
114	煤矿主通风机装备	适用于矿井主通风机	采用机械式叶片调节机构替代液压系统，支持停机一次调节（精度 0.3°），解决传统液压油站系统卡涩、漏油、频繁停机维护等问题。在压力波动超过 10%时，在 10 分钟内自动调整叶片角度，降低风机喘振，并可一键切换备用风机。采用电机直联叶轮，有效降低能耗和土建成本。	1.锻造铝合金叶片。 2.镍基碳化钨防磨层。 3.磁感应调节机构。 4.智能控制系统。	该技术能够满足矿山企业自身可持续发展的需要，提高劳动生产率，减少通风岗位人力，节约建设用地，高效节能节电，具有较好推广潜力。	辽宁省自然资源厅	鞍山钢峰风机有限责任公司

115	矿井水深度处理与 高效循环利用技术	涌水量较大矿井	<p>一是研究煤矿采空涌水形成原因及其水质指标，探明采空涌水类型，提出膜分离法处理污水的水质要求以及各子系统的预处理原则，采用混凝分离技术，实现煤矿采空涌水的高品质出水。二是采用 RO 反渗透技术，利用压力差为动力的膜分离过滤技术，实现煤矿采空涌水的消毒灭菌。三是采用煤矿采空涌水复用水仓的防渗、防漏、防围岩变形控制技术，实现煤矿采空涌水井下复用系统的常态化无人值守。</p>	<p>1.煤矿采空涌水水质类型划分。2.膜分离法处理污水的水质要求与预处理原则。3.煤矿采空涌水复用水仓围岩控制技术。4.煤矿采空涌水复用自动控制技术。</p>	<p>该技术对我国煤炭行业的绿色、智能、高效、可持续发展将起到引领示范作用，实现了煤矿复杂矿井水处理、复用设备的全国产化，可复制性强，解决了煤矿采空涌水污染环境 与矿区供水严重短缺矛盾，降低了对矿区周边环境的污染，为全国煤矿复杂矿井水采空区井下多级沉降直滤深度处理提供了方案。</p>	陕西省 自然资源厅	陕西陕煤 黄陵矿业 有限公司
-----	----------------------	---------	--	--	--	--------------	----------------------

116	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。	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	华夏天信智能物联股份有限公司
五、数字化智能化技术							
117	智能排水系统管控平台	矿井排水系统	将线性回归模型应用于煤矿排水系统性能参数预测。分析水泵电机电流、水泵出水压力与水泵出水流量的线性关系，利用样本数据，采用线性回归方法，建立多元线性回归模型。该系统不仅利用了传统上仅用于展示的历史数据，还提高了对水泵性能参数的预测和分析能力，有	1.四分位法数据预处理。 2.多元线性回归模型。 3.平台开发设计。 4.水泵流量预测。	该技术在煤矿行业中具有显著的示范作用。技术方案成熟、适应性强，且培训与支持体系完善，易于在煤炭行业推广应用，在一定程度上促进行业技术进步，推动煤矿行业的智能化转型进	安徽省自然资源厅	淮河能源集团有限责任公司

			助于煤矿排水系统对水泵流量的快速异常识别。		程，具有较高的推广价值，能够带来显著的经济效益和社会效益。		
118	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、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。	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	淮北矿业（集团）有限责任公司

119	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	<p>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、甲烷监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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.基于 WiFi 定位模式与算法设计。</li> <li>2.IP 语音通话及回音抑制、降噪技术。</li> <li>3.实时视频编解码、码率帧率自适应技术。</li> <li>4.网络漫游技术。</li> <li>5.节电技术。</li> <li>6.融合智能调度平台。</li> <li>7.无线综合基站。</li> <li>8.个人智能终端。</li> </ol>	<p>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。</p>	安徽省自然资源厅	淮北矿业（集团）有限责任公司
-----	--------------	--------------------------	--	---	--	----------	----------------

120	三维地质保障平台技术	三维地质模型构建	<p>通过先进的地质探测手段查明当前及未来采掘活动范围内的开采地质条件及隐蔽致灾因素空间分布与属性特征；通过地质分析研究掌握沉积构造演化规律，构建动态多属性三维地质模型，实现煤矿开采地质条件与隐蔽致灾因素可视化；通过地质数据与生产数据的协同联动构建透明地质保障系统，实现采掘超前方地质预测预报，为煤矿安全、高效、智能生产提供综合地质保障。</p>	<p>1.多源异构地质数据融合技术。</p> <p>2.三维地质模型构建与更新技术。</p> <p>3.评价-分析-预测一体化的透明地质保障系统。</p>	<p>我国煤矿数量达4000多处,未来矿井智能化市场潜力巨大,该系统能够为智能化开采提供有力地质保障,补齐目前技术短板,本技术的实施将会取得可观效益。</p>	中国煤炭工业协会	中煤科工西安研究院(集团)有限公司
-----	------------	----------	---	---	---	----------	-------------------



121	矿井提升智能化控制系统	煤矿立井提升系统	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国煤炭工业协会	徐州中矿大传动与自动化有限公司
-----	-------------	----------	---	--	---	----------	-----------------

地热类							
一、绿色低碳技术							
122	地热井回灌井下分层多参数监测技术	地热井回灌分层监测领域	基于长置式井下直读电磁流量计、井口固定装置、地面控制系统、井口多参数水质分析等设备，采用将多个长置式井下直读电磁流量计通过电缆串联，并永久性部署于不同目标层位的技术方法，结合地面控制系统实现指令下发与数据实时直读，实现了对井下多个储层流量、温度、压力等参数的长期、实时、连续的分层精确监测，为精准识别优势回灌通道、优化回灌策略和解决储层堵塞问题提供关键数据支撑。	1.井下分层多参数监测技术。 2.滚轮及簧片式扶正器。 3.专用井口固定装置。	该技术可广泛应用于地热井回灌领域，可精准调控，选择优势回灌通道，提高勘查精度，有效解决砂岩热储回灌难题，在地热资源开发利用领域具有广泛用途。	天津市规划和自然资源局	天津地热勘查开发设计院

123	碳酸盐岩热储地表水高效回灌技术	地热资源开发利用与保护	采用地表水回灌的工程建设技术、水处理技术和运行监测技术，利用丰水期以排涝弃水为主的地表水，对热储层在非供暖期进行处理回灌补给，通过增加热储补给量，达到保护地热资源、增加地热储量的目标。	1.地表水回灌工程建设技术。 2.地表水回灌水处理技术。 3.地表水回灌运行监测技术。	北京、天津、雄安新区、山东等早期开发地热的地区，热储压力出现了明显的下降，该技术为地热资源的可持续开发利用提供经验，具有良好的应用前景。	天津市规划和自然资源局	天津地热勘查开发设计院
黑色金属类							
一、高效开采技术							
124	破碎岩体巷道/采场膨胀型浆体注浆锚杆联合支护技术	地下矿床破碎岩体巷道/采场围岩支护	通过膨胀浆体在钻孔受限空间内发生体积膨胀，利用所产生的膨胀应力有效挤压围岩和注浆体，在锚杆横肋处形成应力集中，使注浆体与锚杆紧密接触，通过摩擦、预应力和粘结等多种力的协同作用，实现对破碎岩体稳定性与承载能力的高效提升，达到强化支护目的。	1.膨胀型浆体膨胀-强度调控配比技术。 2.膨胀型浆体注浆锚杆联合支护技术。	该技术可以应用于地下矿床的巷道和采场破碎围岩支护工程，还可应用于交通、水利行业的隧道、边坡、坝体等工程的支护，能够提高注浆锚杆的抗拉拔性能，推广应用前景广泛。	湖北省自然资源厅	武汉大学

125	隔离矿柱安全回采关键技术研究	矿山隔离矿柱安全回采	依据岩石力学、采矿学、弹塑性力学、材料力学、板壳理论、渗流力学和现代计算机技术等多门学科原理，利用数值模拟等综合研究方法，建立隔离矿柱分区开采模型，提出安全回采的技术方案与控制措施，实现分段遗留隔离矿柱的安全、高效回采，保障矿山产能稳定。	1.隔离矿柱分区开采初选方案研究技术。 2.隔离矿柱开采充填采场关键结构参数确定技术。 3.隔离矿柱开采充填采场稳定性研究技术。 4.隔离矿柱开采崩落采场稳定性研究技术。 5.隔离矿柱安全开采控制措施研究技术。	该技术针对地下矿山普遍存在的隔离矿柱资源，提供安全高效的回采方案，其应用能直接创造可观经济效益，为盘活行业存量资源提供技术支持。	湖北省自然资源厅	武钢资源集团大冶铁矿有限公司
126	基于 5G 远程控制的露天矿山智能化协同采矿技术	露天矿智能矿山建设	依据系统工程理论，融合 5G、物联网、边缘计算、北斗高精度定位等信息技术与矿山采矿工程技术，通过对露天铁矿的牙轮钻、电铲及矿卡智能化改造，构建智能采矿系统，实现智能化生产模式。	1.5G 网络技术。 2.边缘计算技术。 3.物联网技术。 4.视频拼接技术。 5.景深识别技术。 6.3D 裸眼技术。	该技术在朱兰铁矿成功实施应用，具备高度的可复制性与扩展性，可服务于行业智能工程建设，推广前景大。	四川省自然资源厅	攀钢集团矿业有限责任公司朱兰铁矿分公司

127	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。	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	莱芜钢铁集团莱芜矿业有限公司
128	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	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	河北钢铁集团沙河中铁矿业有限公司、华北有色工程勘察院有限公司

			开采过程中地下水零排放，有效保护地下水生态环境。				
129	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。	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。	中国冶金矿山企业协会	中钢集团马鞍山矿山研究院股份有限公司

130	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。	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。	中国冶金矿山企业协会	中钢集团马鞍山矿山研究院股份有限公司
131	高陡边坡安全监测预警技术	露天铁矿,以及边坡现状高度150米及以上的正常生产建设金属非金属露天矿山	利用深度学习和计算机视觉方法,研究DIC应变场演化规律,提出岩体破坏前兆指标,构建多变量边坡岩体临界滑移征兆判别算法,形成集图像识别、表面变形解译、表面变形异常检测及预警功能于一体的监测方法,实现非接触式毫米级岩体位移在线监测及滑移预警。	1.云-组-簇岩体结构面自动识别技术。2.三维随机粗糙离散裂隙网络模型建模技术及软件平台。3.数字图像相关DIC分析方法。4.工程尺度岩体边坡变形和破裂征兆辨识平台。5.边坡视频遥测关键技术体系。	该技术推广应用对象主要为露天矿山、露天转地下矿山、道路或山体边坡、斜坡。为露天矿山边坡治理提供强有力的监测技术支持,实现结构面智能辨识、滑坡致灾风险评估、滑坡动态监测与可视化以及安全风险预警,使用成本低,推广受众	中国冶金矿山企业协会	海南矿业股份有限公司、北京科技大学

					多、具有广阔的应用前景。		
132	地采矿山回采与掘进高效爆破关键技术	非煤地下矿山回采与掘进爆破作业	一是调控爆炸应力波和爆生气体的破岩作用效应，实现炸药爆炸能量的有效利用；二是揭示爆炸应力波与爆生裂纹的相互作用机理，实现岩石和矿石的高效破碎；三是研发以孔底加强抛掷掏槽为代表的系列高效掘进爆破技术，有效利用爆炸能量，降低炸药单耗，提高炮孔利用率，控制围岩损伤，实现地采矿山掘进的“因材施教”；四是开发以扇形孔精准延时多点起爆为代表的系列高效回采爆破技术，精准控制矿岩破碎，提高回采率，实现地采矿山回采的“低碳高效”。	1.爆炸应力波和爆生气体能量分布特性分析技术。 2.高效掘进爆破技术。 3.高效回采爆破技术。	该技术促进了矿岩爆破基础理论的发展，推动了矿岩爆破应用技术的进步，在国内非煤地下矿山回采与掘进爆破作业过程中，具有较大的推广前景和应用潜力。	中国冶金矿山企业协会	首钢集团有限公司矿业公司



二、高效选矿技术							
133	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。	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技术。 2.大型充气式机械搅拌浮选机应用于铁精矿阳离子反浮选技术。	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	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司

134	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	海南矿业股份有限公司
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	四川安宁铁钛股份有限公司

136	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。	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	河北省矾山磷矿有限公司
137	低品位混合铁矿石重磁浮联合流程高效利用技术	复杂低品位混合铁矿石高效破碎与磨矿、预先抛尾及精细化分离分选	遵循“多破少磨、能抛早抛”的基本理念。一是通过优化破碎筛分工艺参数，降低破碎粒度，实现多破少磨；二是通过优化磨矿介质尺寸，改善磨矿效果，并通过分级设备参数调整，提升分级效率，对多段磨矿负荷均匀匹配，实现磨机效率的提升；三是通过磁重联选和强磁精矿返回再磨，优化“重选-强磁-浮选”的氧化矿处理工艺，降低流程循环负荷和能耗，提升入浮产品质量，降低浮选成本；四是通过磨前分级甩废，	1.关键技术：“+6mm 干选、-6mm 湿选”分级预选技术；球磨机钢球补加新技术；“紊流搅拌区层流沉降区--静止储料区”三区分级技术。 2.关键设备：快速多产品水析仪；比磁化系数测定仪。	该技术适用于磁铁矿石加工，从提升破碎磨矿效率、磁重联选节能、浮选降耗等方面进行优化改进，产生的直接经济效益较高，同时降低工人劳动强度，节省尾矿库空间，厂区环境改善，更加符合“绿色矿山”发展理念。	河北省自然资源厅	河北钢铁集团滦县司家营铁矿有限公司

			改善磨前甩废效果，提高入磨品位。五是通过优化调节水管道，添加絮凝剂，实现水平衡及水质改善，提高低品位混合铁矿石的回收效果。				
138	鞍山式铁尾矿资源回收再利用技术及应用	鞍山式贫磁铁矿、赤铁矿尾矿回收综合利用	在选厂尾矿铁矿物流失状况分析的基础上，确定不同尾矿中铁资源分布状态，采用“弱磁-强磁-再磨-弱磁-强磁-反浮选”、“尾矿预富集-磁化焙烧”和“阶段磨矿-单一磁选”等技术，高效回收铁矿资源。	1.物相分析、粒度分析及单体解离度测定。2.“弱磁-强磁-再磨-弱磁-强磁-反浮选”技术。3.“尾矿预富集-磁化焙烧”技术。4.“阶段磨矿-单一磁选”技术。	该技术解决了磁铁矿尾矿回收难题，仅鞍本地区推广后年增产铁精矿 100 万吨，最大限度的提高矿产资源利用率，开辟了鞍山式磁铁矿降尾增产新途径，对促进我国经济可持续发展有重大意义。	鞍钢集团有限公司	鞍钢集团有限公司

139	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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.基于粗细分选为特点的精细分级强化分选技术。</li> <li>2.预先消除矿泥影响梯级脱泥与磁重结合分选技术。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>	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。	中国冶金矿山企业协会	攀钢集团有限公司设计研究院
140	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，将弱磁性铁矿矿物等转变为强磁性铁矿矿物，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。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.复杂矿物流态化低温焙烧反应工艺。</li> <li>2.宽粒径分布流态化焙烧反应时间可调控流化床反应器。</li> <li>3.高效粉体预热及冷却技术及装备。</li> </ol>	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	中国科学院过程工程研究所、鞍钢集团有限公司、鞍钢矿业资源利用（鞍山）有限公司

141	高效能环保矿料破碎技术	金属矿和砂石骨料的加工破碎	<p>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。</p>	<p>1.液压圆锥破碎机智能控制系统。</p> <p>2.破碎机油箱自动防尘控制系统。</p> <p>3.破碎机自动防尘控制系统。</p> <p>4.破碎机下架体总成自动防尘控制系统。</p>	<p>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。</p>	中国冶金矿山企业协会	埃里斯克矿山工程机械有限公司
142	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	<p>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。</p>	<p>应用旋转磁系，开发快速磁翻转高场强磁滚筒。</p>	<p>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</p>	中国冶金矿山企业协会	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

					备选型与技术支持，具有较好的推广应用前景。		
143	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。	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	潍坊新力超导磁电科技有限公司

144	磁性矿物高效干式预选技术与装备	低品位磁铁矿磨前预选与精选	<p>利用矿物间的比磁化系数差异，在磁场、重力与离心力的协同作用下实现精准分选。物料经振动给料器均匀分布于旋转磁筒表面后，强磁性颗粒被磁力吸附并随磁筒转动至无磁场区脱落；弱磁性颗粒则依据磁性强弱沿不同轨迹抛落，其回收比例可通过分矿板灵活调控；非磁性颗粒受离心力作用被直接抛离。预选过程无需用水与介质，可高效分离出磁性、弱磁性及非磁性三类产品，实现干法、高效、可控的矿物分选。</p>	<p>1.多磁极、小磁距磁系结构设计。</p> <p>2.磁系外圆偏心卸矿端结构设计。</p> <p>3.布料料斗与直线振动给料机相结合的布料系统。</p>	<p>该技术可广泛应用于低品位磁铁矿选矿企业，技术与装备绿色、高效、经济，为低贫难选磁铁矿的选矿提供技术参考，具有良好的推广应用前景。</p>	中国冶金矿山企业协会	沈阳隆基电磁科技股份有限公司
-----	-----------------	---------------	---	--	---	------------	----------------



145	难选含铁岩矿磁悬浮高效绿色选矿技术与装备	极细粒强磁性矿物的分选	<p>利用磁性颗粒在磁场中的团聚作用，使磁性颗粒发生团聚，非磁性颗粒无法团聚，二者在水流中产生沉降差异。控制设备内部上升水流速，使磁性颗粒的团聚体下沉，非磁性颗粒上浮冲出，实现二者的分离。本技术设备对分选结构、给水方式、给矿结构进行设计，解决了“磁空洞”效应，大幅利用给矿矿浆中自带水量参与分选，结合小截面积中心溢流筒，整体的耗水量、能耗得以大幅降低。设计了可拆卸式给水结构，使设备的内部供水系统变为可拆卸可维护。每台设备均配备物联网通讯功能，设备可直接与隆基公司远程维保中心联网。</p>	<p>1.“环周给矿、中心溢流”新型选矿技术。2.中心溢流筒溢流尾矿技术。3.PLC 可编程全自动控制技术。4.物联网模块远程维保技术。</p>	<p>我国铁矿资源禀赋差，贫矿占比超80%,传统工艺成本高且环保压力大，磁悬浮技术可激活数十亿吨低品位铁矿资源。澳大利亚、巴西等铁矿大国同样面临高品位矿枯竭问题，磁悬浮技术的高效绿色特性可适配其低碳转型需求。该设备还可应用于稀土尾矿、有色金属矿的二次回收，市场空间进一步拓宽。</p>	中国冶金矿山企业协会	沈阳隆基电磁科技股份有限公司
-----	----------------------	-------------	---	--	--	------------	----------------

146	难选氧化铁矿资源矿相转化高效利用技术与装备	难选氧化铁矿资源高效清洁分选和综合利用	<p>氢基矿相转化技术是指在高温流态化体系下将氢气或富氢气体(<math>H_2:CO&gt;1.5</math>)作为还原剂将矿石中赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿等弱磁性铁矿物转化为强磁性磁铁矿，强化铁矿物与脉石矿物性质差异，进而实现铁矿物与脉石矿物高效分选。一是氧化气氛下加热难选铁矿，将褐铁矿、菱铁矿分解或氧化为性质均一的赤铁矿，并使矿石内部生成大量微孔和裂隙，提高了后续还原反应活性。二是悬浮态下利用矿石自身蓄热使赤铁矿在氢基还原气体作用下快速还原为磁铁矿。第三阶段冷却过程适时风冷将部分磁铁矿转化为磁赤铁矿，降低铁矿物的矫顽力强化分选，同步将释放的潜热和显热返回系统循环利用。</p>	<p>1.“加热预转化-蓄热还原-冷却再氧化”矿相分段转化关键技术。</p> <p>2.难选铁矿资源矿相转化成套工业技术装备。</p>	<p>该技术不仅可盘活难选铁矿资源及含铁固废资源100亿吨以上，还能实现多金属共生铁矿资源的综合利用，将显著提高铁矿资源的利用效率，扩大我国可利用铁矿资源的储量，同时减少占地和环境污染，助力矿山行业实现可持续绿色发展，还可大幅提高铁矿石入炉品位，降低钢铁行业选冶全流程碳排放，为我国实现“双碳”目标贡献积极力量。</p>	中国冶金矿山企业协会	东北大学
-----	-----------------------	---------------------	---	---	--	------------	------

147	铁尾矿综合调配产品化工艺	铁尾矿资源化综合利用	采用高效深锥浓缩大井絮凝沉降技术，多台底流输送泵采取串—并联组合输送方式，提高生产组织的灵活性。建立磨前预选重选尾矿和磨后降磷细粒级尾矿合理调配工艺，加工成水泥铁质校正原料产品，实现矿山铁尾矿全资源化综合利用。	1.压滤串—并联组合给矿模式。 2.磨前预选重选尾矿和磨后降磷细粒级尾矿合理掺入调配生产工艺。 3.压滤机脱水关键过程优化。	该项技术可实现对不同品位铁尾矿资源化综合利用加工成水泥铁质校正原料，在铁矿山、混矿企业有广阔的推广应用前景。	中国冶金矿山企业协会	南京宝地梅山产城发展有限公司矿业分公司
三、综合利用技术							
148	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。	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	中国地质科学院矿产综合利用研究所

149	微细粒级钛铁矿全流程高效回收关键技术	钒钛磁铁矿资源中小于 19 微米超微细粒钛铁矿回收	<p>针对钒钛磁铁矿选铁、选钛过程中产生的超微细粒钛铁矿物料（-19<math>\mu\text{m}</math>）质量小、比表面大、表面能高导致的分选难度大、选矿成本高、回收率低等难题，通过集成超微细物料“精细分级”粒度控制技术、超微细粒钛铁矿梯级强磁选预富集技术、超微细粒钛铁矿的高紊流矿化-低紊流浮选回收技术以及基于浮选药剂与矿物表面靶向组装原理的超微细粒钛铁矿绿色新型捕收剂及分散抑制剂，破解超微细粒钛铁矿浮选分离难题，实现超微量钛铁矿的高效分离回收。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.超微细物料“精细分级”粒度控制技术。</li> <li>2.超微细粒钛铁矿梯级强磁选预富集技术。</li> <li>3.超微细粒钛铁矿“高紊流矿化-低紊流浮选”回收技术。</li> <li>4.超微细粒钛铁矿绿色靶向特效浮选药剂。</li> </ol>	<p>该技术成功破解了超微细粒钛铁矿回收的难题，是保障国家战略性矿产资源安全的关键技术。其应用可推广至承德、新疆等国内主要钒钛磁铁矿区，对提升我国关键矿产自主保障能力具有要意义。</p>	中国地质调查局、中国冶金矿山企业协会	中国地质科学院矿产综合利用研究所、龙佰四川矿冶有限公司
150	低品位钒钛磁铁矿资源节约和综合利用技术	低品位钒钛磁铁矿资源综合利用	<p>采用“三段破碎-磁滑轮预抛废”与“辊磨超细碎-筛分”的协同工艺流程，实现铁、钛元素在常规磨选流程中的高效富集与回收；湿法磁选尾矿浆经强磁机强磁选，获得高品质铁精粉（全铁&gt;55%）与钛精粉（二氧化钛&gt;47%）；将预处理与分选过程中产生</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.磁滑轮预抛废控制技术。</li> <li>2.超细碎技术。</li> <li>3.弱磁回收物料增量控制技术。</li> <li>4.强磁控制技术。</li> </ol>	<p>该技术能够实现低品位钒钛磁铁矿与表外矿高效利用，提升国内钒钛战略资源的自给率与安全保障能力，在攀西及全国同类矿区推广前景广阔。</p>	四川省自然资源厅	重钢西昌矿业有限公司

			的抛废料、筛上物料及强磁尾矿用于制取建筑砂石料，实现资源的最大化利用。				
151	钒钛磁铁矿尾矿中微细粒磷回收关键技术	铁尾矿综合回收有价值元素	采用磁重浮联合选矿技术，利用“尾矿再磨-细度控制-磁场控制-药剂调整”工艺流程，达到高效富集磷矿物的目的。	铁尾矿微细粒磷回收技术。	该技术可推广应用于铁尾矿综合回收磷资源，能够获得符合市场要求的磷精矿，经济效益显著，具有一定推广价值。	河北省自然资源厅	河北钢铁集团有限公司黑山铁矿
152	高镁质矽卡岩型铁尾矿有价值元素提取及资源化利用	高镁质矽卡岩型铁矿选矿及尾矿综合利用	一是基于工艺矿物学分析，通过预先筛分工艺减少次生矿泥的产生；二是对目标粒级实施选择性磨矿，在有效解离有价值矿物的同时，减轻蛇纹石等易泥化矿物的不利影响；三是采用“一次粗选、三次扫选、三次精选”的闭路流程，配合高效组合抑制剂，大幅提高锌、银、镉等稀贵金属	1.筛分分级技术。2.“一次粗选+三次扫选+三次精选”浮选技术。3.高效组合抑制剂。	该技术可推广应用于高镁质矽卡岩型铁尾矿选矿及综合利用，可提高伴生资源综合利用率、增加企业利润、降低尾矿库的堆存压力，具有较好推广应用前景。	河北省自然资源厅	河北省地质实验测试中心

			属的分离效率与选别指标，实现尾矿资源的高效集约利用。				
153	低品位复杂共生钒钛磁铁矿资源高效分选关键技术	缺水干旱、生态环境脆弱等地区，低品位钒钛磁铁矿资源干式分选	针对低品位、难选别钒钛磁铁矿，采用“多尺度干式抛尾-阶段磨矿-阶段弱磁选铁-选择性超细磨提铁-分级重选预富集钛-干式磁选提钛”工艺流程，有效提高铁和钛的回收率，降低选矿成本，减少环境污染，实现资源清洁高效利用。	1.多尺度干式磁选预先抛尾技术。 2.阶磨阶选协同精细分级超细再磨提铁技术。 3.预先分级梯级重选协同湿式磁选预富集选钛技术。 4.干式强磁联合微细粒浮选提钛技术。	该技术组合可应用于国内低品位复杂钒钛磁铁矿，降低钛精矿外购度，显著降低能耗，减少尾矿堆积。	新疆维吾尔自治区自然资源厅	中国地质科学院矿产综合利用研究所

154	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。	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。	中国冶金矿山企业协会	中钢矿业开发有限公司、山东科技大学、中钢集团山东富全矿业有限公司
155	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。	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	安徽马钢张庄矿业有限公司

156	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	首钢集团有限公司矿业公司
157	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。	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	中国冶金矿山企业协会	首钢集团有限公司矿业公司



					显著，可在国内大部分金属矿山企业推广应用。		
158	铁矿山排土场废石 高效综合利用技术	黑色金属矿山废石资源综合利用	通过破碎、筛分、制砂、分级及磁选工艺，将矿山排土场废石加工为高品质砂石骨料，同时回收铁矿石资源，实现废石减量化、资源化，消除安全隐患。	1.“干法三段破碎+两段脱土筛分+磁滑轮抛尾”技术。 2.“湿法预筛分+棒磨+打捞机+旋流器联合选砂及磁选回收”技术。 3.棒磨机闭路制砂技术。	该技术可推广到全国露天矿山，适宜处理铁矿山废石资源，对原料水分、粒级组成变化等适应性较强，同时磨矿后可实现剥离围岩中铁资源回收，提升铁矿废石制砂工艺经济效益，具有良好的推广前景和应用潜力。	中国冶金矿山企业协会	首钢集团有限公司 矿业公司

159	低品位磁铁矿资源 绿色高效利用成套 技术	低品位磁铁矿或其他 低品位强磁性矿物开 发利用	<p>一是采用旋回破碎机或颚式破碎机进行粗碎，中碎前设置预先筛分，预先筛除粗碎设备排矿中的粉料。采用磁滑轮或干选机对中（细）碎产品进行干式抛尾，精矿产品进入高压辊磨干选系统。通过高压辊磨闭路筛分系统，最大限度降低入磨矿石粒度。中（细）碎干选废石、高压辊磨回路筛上干选废石、高压辊磨回路筛下干选废石合并进入骨料筛分系统，筛分成不同粒级的骨料产品。</p> <p>二是采用“粗磨粗选-粗精矿再磨再选”实现提铁降硅湿式选别，湿式选别后产生的尾矿分别采用“高效浓缩-高浓度输送-节能型盘式真空过滤机过滤”、“粗细粒旋流分级-细粒级高效浓缩后节能型盘式真空过滤机过滤-粗粒级带式过滤机过滤”进行差异化尾矿脱水。</p>	<p>1.低品位磁铁矿石及排土场废石干式预选抛废技术。</p> <p>2.“粗磨粗选-粗精矿再磨再选”提铁降硅湿式选别技术。</p> <p>3.湿式尾矿高浓度输送技术。</p> <p>4.湿式尾矿分质-分粒级差异化脱水技术。</p>	该技术可提高矿石入选品位，降低国内低品位铁矿石的开发成本，支撑低品位或超贫磁铁矿的大规模开发利用，有效缓解我国铁资源不足问题，对国内外低品位磁铁矿或低品位强磁性矿物的开发利用以及矿山节能降耗、可持续发展具有重要借鉴意义。	中国冶金矿山企业协会	本溪钢铁（集团）矿业有限公司歪头山铁矿
-----	----------------------------	-------------------------------	--	--	--	------------	---------------------

160	尾砂回填高效防渗技术	露天坑生态复垦	一是利用尾矿砂自身特性作为主要原料，通过深锥浓密机精准控制其浓度，使其满足胶结充填和直接排放的要求；二是在露天坑内修筑关键性的挡墙，挡墙外侧采用尾砂胶结充填，形成坚固、低渗透性的“防渗墙”，挡墙内侧采用尾砂直排，利用露天坑的空间进行贮存。在保证经济效益的前提下，提高了露天坑边坡的安全性和稳定性。	1.尾矿深锥浓密技术。 2.高浓度尾矿输送技术。 3.复合防渗材料制备技术。 4.尾矿回填技术。	该技术可广泛应用于露天矿山尾矿处理及生态复垦环节，技术工艺安全、环保，能有效提高矿山资源综合利用率，降低露天采坑生态复垦成本，具有良好的推广应用前景。	中国冶金矿山企业协会	安徽马钢矿业资源集团姑山矿业有限公司
161	低浓度高泥全尾砂胶结充填技术	低浓度高泥尾矿充填	通过向高泥含量的全尾砂中添加绿色高性能胶凝材料和高效率减水剂，利用胶凝材料在水化反应中生成的凝胶与晶体产物，实现对尾砂颗粒的强力胶结、包裹及孔隙的致密填充，有效克服了细粒尾矿脱水难、强度低的缺陷，提升工程充填体稳定性。	1.绿色高性能胶凝材料制备技术。 2.低浓度高泥浆体流变学调控与稳定输送技术。 3.高泥低浓度充填体强度优化与长期性能保障技术。	该技术可广泛应用于处理高泥含量、难以浓缩脱水的细粒尾矿的矿山企业，技术工艺安全、环保、经济，为细粒尾矿处理提供技术参考，在矿山采矿和尾矿资源化利用技术领域具有广泛用途。	中国冶金矿山企业协会	武汉三源特种建材有限公司、 中科矿联（北京）科技发展有限公司

162	铁尾矿中铜资源回收工艺	低品位铜矿及铁尾矿中铜资源回收	一是采用“旋流分级-浓缩-再磨-浮选”联合工艺，从低品位原矿或选铁尾矿中高效回收铜金属；二是利用斜管式浓缩机提升矿浆浓度，结合分级再磨优化粒度分布，采用多段浮选（一粗一扫四精）工艺，实现铜精矿品位和回收率的提高。	1.旋流器组分级预处理技术。 2.斜管式浓缩机高效脱水技术。 3.分级再磨与浮选工艺耦合技术。	该技术可广泛应用于低品位铜矿选矿及选铁尾矿中铜资源的综合利用，生产工艺高效、绿色环保，为矿山企业提供经济可行的解决方案，具有良好的推广应用前景。	中国冶金矿山企业协会	承德县建龙矿业有限公司
四、绿色低碳技术							
163	地下矿山开采碳排放精细化核算技术	黑色金属矿山、有色金属矿山、化工产品开采矿山以及各类非金属矿山等	根据地下矿山开采过程中的碳排放特征，建立适用于地下矿山的碳排放核算模型，以实际监测数据为基础，开发具有可视化、信息化操作的碳排放管理平台，对矿山减碳节能情况进行数据分析，量化各节能技术的减碳效果，形成针对特定矿山的节能降碳规划及技术，确保矿山达到节能减排目标。	1.地下矿山碳排放核算模型构建。 2.地下矿山碳排放预测技术。 3.地下矿山碳排放管理系统。	该技术为我国矿山碳排放核算提供技术支持，有效推动我国矿业行业向高端化、智能化、绿色化方向发展，提高行业整体技术水平和竞争力，为实现“双碳目标”做出积极贡献，对引领行业高质量转型具有重大推广价值。	湖北省自然资源厅	武汉理工大学

164	黑色金属矿山高压辊磨机超粉碎及预先抛尾技术	黑色金属矿山破碎流程优化、预先抛尾、短流程碎磨	利用“静压破碎”原理，对矿石外部直接施加静载高压，使其内部矿物晶粒受到损伤，从而产生微裂纹，达到超粉碎目的。	1.关键技术：超粉碎控制技术；超粉碎后物料分级控制技术；超粉碎与常规破碎工序链接技术。 2.关键设备：高压辊磨机；打散机；闭路筛分机；球磨机。	该技术和装备可推广应用于黑色金属矿石破碎，减少球磨机能耗、提升处理能力，提升预抛废效率与有价金属回收率，为低品位资源综合利用奠定基础。	四川省自然资源厅	重钢西昌矿业有限公司
165	铁选矿厂纳米复合陶瓷球磨矿节能降耗技术	磁铁矿的细磨再选领域	通过筒体回转带动内部磨矿介质（陶瓷球）与物料共同运动，利用产生的离心力将介质提升至一定高度后抛落，对物料形成强烈的冲击与磨剥作用，实现物料的粉碎，在进料与冲矿水的推力下经出料口排出，完成连续的磨矿作业。	1.关键技术：纳米复合陶瓷球细粒级矿石磨矿技术。 2.关键装备：溢流型球磨机。	该技术在磨矿领域推广潜力大，具有节能、环保、高效等优势。随着技术进步、成本优化及政策支持，纳米复合陶瓷球有望逐步替代传统钢球，成为磨矿介质的主流选择，尤其在矿业、水泥和化工等高耗能行业，带动整个粉磨工业的技术升级。	中国冶金矿山企业协会	内蒙古包钢钢联股份有限公司巴润矿业分公司

### 五、数字化智能化技术

166	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	北京北矿智能科技有限公司
167	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、门禁与安全管理等系统组成,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、	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	矿冶科技集团有限公司	北京北矿智能科技有限公司

			固定破碎装备的自主作业等智能功能扩展。		广阔的推广前景及巨大推广潜力。		
168	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。	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。	中国冶金矿山企业协会	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）

169	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国冶金矿山企业协会	南京鼎尔特科技有限公司
-----	--------------	----------------	---	---	---	------------	-------------



170	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调配矿、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"> <li>1. 5G 无线通信系统融合。</li> <li>2. 视频识别技术。</li> <li>3. 调配矿数学模型。</li> </ol>	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	首钢集团有限公司矿业公司、玉溪大红山矿业有限公司
171	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"> <li>1.长距离铁精矿矿浆管道在线机械除垢关键技术。</li> <li>2.清管器接收及发射装置。</li> <li>3.直碟机械清管器。</li> <li>4.割刀铣刀机械清管器。</li> </ol>	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。	中国冶金矿山企业协会	内蒙古包钢钢联股份有限公司巴润矿业分公司

172	地采矿山 5G+设备集中规模化远程操控技术	非煤地下矿山采场区域单体设备远程控制	利用泄漏电缆以及 5G 大带宽、低时延网络特性,实现非煤地下矿山采场爆破作业区域无线通讯信号覆盖,满足爆破环境使用需求,并应用国产技术对进口单体设备进行远程控制改造,实现地面远程控制井下采场区域移动单体设备。	1.铲运机远程控制技术。 2.凿岩台车单孔自动凿岩系统。	该技术能够实现采场区域单体设备地面远程控制,减少井下作业人员,提升本质安全水平,具有较大的推广前景和应用潜力。	中国冶金矿山企业协会	首钢集团有限公司矿业公司
-----	-----------------------	--------------------	--	---------------------------------	---	------------	--------------

173	露天矿山智能爆破关键技术研究与应用	黑色、有色等金属矿山露天开采	<p>一是孔位与起爆优化。通过智能算法实现单孔位自适应布置,动态寻优起爆顺序,适配不同爆破环境,提升破碎效率与资源利用率。二是参数智能设计。利用大数据与机器学习分析岩体特性,智能划分爆区,耦合爆破振动强度与破碎效果,自动优化装药量、延期时间等参数,平衡破碎需求与安全控制。三是爆堆块度评价。构建智能算法快速评价爆堆块度及其空间分布状态,为铲装运输工序提供精准数据。四是振动预测评价。量化危害程度,构建考虑高程影响的峰值振速、持续时间、计权振级综合模型,精准预测振动分布的综合预测和评价模型。五是智能模式构建。整合理论计算、参数设计、效果评价全流程,以信息技术与人工智能为核心,开发可推广的露天矿山智能爆破系统,通过数</p>	<p>1.关键技术:炮孔自适应布置与起爆顺序动态寻优技术、爆区自动划分方法、精确延时爆破分区技术、爆堆破碎效果智能评价技术、爆破振动综合评价模型构建技术、露天矿山爆破智能设计与评价系统开发技术。2.设备:无人机用于获取爆堆信息,三维激光扫描仪用于扫描矿山地形和爆堆,智能爆破测振装置用于监测爆破振动,各类钻孔设备、装药设备与智能系统协同作业。</p>	<p>该技术可推广到全国各类露天矿山,尤其是金属矿山。通过提高爆破质量和资源利用率,能够有效开采以往因技术限制难以开采的矿体,预计可盘活大量低品位、复杂矿体资源储量。推广该技术可在行业内实现炸药消耗降低,减少穿孔作业量,降低能源消耗;提高开采效率,减少土地占用时间,实现节地;减少爆破对周边水资源的影响,实现节水;提升矿石破碎效果,减少尾矿产生,提高固废利用率。</p>	中国冶金矿山企业协会	鞍钢矿业爆破有限公司
-----	-------------------	----------------	--	---	---	------------	------------

			据驱动持续优化模型，形成智能爆破设计与评价方法。				
174	球团先进控制系统	多工序协同控制、工艺参数实时优化、大滞后工艺控制过程	融合大数据、人工智能、先进过程控制、专家控制技术构建智能化球团工艺过程控制系统，建立高效数学模型，实现对多任务、多目标的优化控制。涵盖上料、配料、造球、焙烧、冷却、成品等全流程工艺过程智能控制。	1.智能配料系统。 2.智能造球系统。 3.智能焙烧系统。	该技术可推广到高能耗、高工艺复杂度的冶金、化工、制药等行业，具有较大的推广前景和应用潜力。	中国冶金矿山企业协会	辽宁数智矿业科技有限公司

有色金属类

一、高效开采技术

175	高海拔地区地下矿山开采施工技术	高海拔地区井下厚大矿体	采用在分层内将矿体交替划分为矿房和矿柱，先用空场法回采矿柱，待整个矿块回采完毕后，进行一次胶结充填，形成人工矿柱，胶结体达到养护时间后，在人工矿柱保护下，用同样的方法回采矿房，矿房回采完毕后，进行一次非胶结充填。通过采准、切割、回采、充填、回采、充填施工循环，利用液压凿岩台车、电动扒渣机、采矿凿岩台车、铲运机、充填站等机械、设备，实现系统的机械化、自动化。	1.采用分层内矿体交替划分为矿房和矿柱分两步骤回采的采矿方法，将传统的空场采矿法、充填采矿法结合，降低充填成本。2.通过液压凿岩台车、扒渣机、反井钻机等设备,实现采准、切割工程施工的机械化,节省工时、降低施工成本、提高安全系数、减少作业难度。3.回采工程中落矿、矿石搬运等工序全程采用机械化施工，提高采场生产能力、增大采矿效率、实现安全生产。4.采用全尾砂胶结、非胶结充填可防止地表沉降，利用人工矿柱支撑控制地压、控制岩移及管理采场地压。5.设计新型设备或工具有效降低器械损耗。	该技术实现了高海拔地区采矿工程的“机械化、自动化”生产，实现节省工时、降低施工成本、提高安全系数、减少作业难度的目标。此套施工技术在西藏华泰龙甲玛铜多金属矿得到有效实践应用。对各类大型厚大矿体金属、非金属矿山井下采矿工程的标准化管理建设有较大的参考价值，对我国金属、非金属矿山行业的设备选型、资源配置、安全管理及环境保护也同样具有参考价	中国电力建设集团有限公司	中国水利水电第一工程局有限公司
-----	-----------------	-------------	---	---	--	--------------	-----------------

					值和借鉴意义，值得大力推广。		
--	--	--	--	--	----------------	--	--

176	金属矿山下向分段充填采矿方法	金属矿山破碎矿体开采	<p>以充填体力学研究为基础，通过合理设计采场充填体强度、采场布置形式及结构参数，应用大跨度充填体顶板构筑技术、充填体下矿体精细化中深孔爆破技术、大空场遥控出矿及铺筋技术等，实现充填体下矿体的安全高效开采。</p>	<p>1.研究水平或竖向交错下向分段连续充填采矿方法，实现破碎矿体中深孔空场嗣后充填高效开采。</p> <p>2.研究分段采场内大跨度充填体顶板构筑技术，探索大跨度充填体顶板力学作用机理。</p> <p>3.研发充填体下精细化成套中深孔爆破技术，实现充填体微扰动下爆破一次成槽以及爆破大块率的有效控制。</p> <p>4.研发充填体下巷道掘进施工与安全支护技术，形成了基于充填体原位强度测试评价、充填体受力分析计算、支护方案设计与一掘一支施工组织于一体的成套技术，实现充填体下巷道的安全掘进。</p>	<p>该技术突破深部破碎矿体传统进路式或分层式采矿方法，实现了破碎矿体采场跨度显著提高、采场回采安全明显提升、采场生产能力大幅增大、机械化智能化程度明显改善等效果。成功解决传统采矿方法存在的采场结构参数小、生产能力低、人员劳动强度大、人员在破碎顶板下作业安全风险大、机械化程度低等一系列问题，为深部破碎矿体安全高效智能开采提供了成套解决方案，具有较大的推广前景和应用潜力。</p>	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司
-----	----------------	------------	---	--	--	------------	------------

177	基于深锥浓密机的膏体稳态充填技术	金属矿充填	利用尾砂颗粒与水之间的固液密度差，达到固液分离的目的，使选厂低浓度尾砂浆实现快速浓缩，从而获得充填所需的高浓度尾砂。该装备具有处理能力大、底流浓度高、自动化程度高的特点，配套使用超高位循环二次进料技术与大锥角广区域强力流态化稳态排料技术，可确保底部高浓度尾砂浆排料浓度稳定，实现高效率连续稳态充填。	1.超高位循环二次进料技术。 2.大锥角广区域强力流态化稳态排料技术。3.矿山充填专用深锥浓密机。	该技术中膏体充填料浆泌水少、不离析沉降，能够在较短时间内将尾砂、冶炼渣等固废进行固结硬化，且具有长久的稳定性，有利于井下环境保护。同时具有外部环境依赖较小、适用性强的优点。该技术可推广至其他充填开采的金属矿山。	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司
178	人工假顶及上向进路充填法回采中段顶底柱技术	金属及非金属矿山二步骤回采充填后的矿房、矿房间柱的顶底柱	一是在上中段底柱内沿走向掘进巷道，回收底柱桃形体和拉底堑沟残留矿体；二是在底柱回采巷内建设人工假顶，在人工假顶保护下采用上向进路分层胶结充填，分两层垂直于人工假顶回采下中段顶柱资源。	1.上向低分段空场嗣后充填法采矿技术。 2.人工假顶与上向胶结分层充填法回采顶底柱技术。 3.尾砂胶结充填技术。	该技术可广泛应用于地下矿山的采矿环节，技术工艺安全、高效，可充分回收顶底柱资源，提高矿山经济效益，延长矿山服务年限，具有良好的推广应用前景。	湖北省自然资源厅	大冶市大红山矿业有限公司



179	复杂破碎矿体进路式机械化盘区采矿技术	金属矿山井下采矿	以深部复杂破碎矿岩力学特性研究为先导，评价采场稳定性，优化采场结构参数、支护方式与支护参数，以全尾砂膏体充填采矿技术为核心，采用深锥浓密机、凿岩台车等装备，优化盘区及采场布置，形成安全高效低成本的采矿方法与工艺。	1.深部复杂破碎矿岩力学特性分析技术。 2.采场稳定性评价与结构参数优化技术。 3.支护方式与支护参数优化技术。 4.全尾砂膏体充填采矿技术。 5.深锥浓密机、凿岩台车等。	该技术安全、高效、绿色环保，可实现集中开采，能有效减少矿柱留设、尾矿排放及采准工程量，提升回采率、生产效率及安全性，在深井开采或地质条件复杂的大中型矿山中具有广泛用途。	湖北省自然资源厅	大冶有色金属有限责任公司丰山铜矿
180	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。	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	中国恩菲工程技术有限公司、大冶有色金属有限责任公司

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

182	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。	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	中国恩菲工程技术有限公司
183	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	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	江西铜业股份有限公司德兴铜矿

			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。				
184	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	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	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。	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。	中国铝业集团有限公司	玉溪矿业有限公司、昆明理工大学

			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。				
185	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	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>2.采场大孔与顶柱中孔同时爆破的落矿方式。</li> <li>3.三维数值模拟和微震监测耦合分析的地压预测方法。</li> </ol>	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	新疆哈巴河阿舍勒铜业股份有限公司

			方式同时回采采场下盘主矿体和顶柱。				
186	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	<p>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</p>	<p>1.大盘区无轨信息化膏体充填采矿新方法。</p> <p>2.生产信息化管控平台与系统。</p> <p>3.精细透明化生产管控MES-APP系统。</p> <p>4.采场高效生产关键技术。</p>	<p>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。</p>	中国有色矿业有限公司	中色非洲矿业有限公司

			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。				
--	--	--	---	--	--	--	--

187	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；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>	<p>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>	<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	铜陵有色金属集团股份有限公司冬瓜山铜矿
-----	-----------------	----------------	--	---	--	----------	---------------------



188	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	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.大直径深孔侧向崩矿嗣后充填采矿法。</li> <li>2.一种采场充填的接顶方法。</li> <li>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。</li> </ol>	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	广西中金岭南矿业有限责任公司、中南大学
-----	----------------------------	--------------------------	---	--	---	--------------	---------------------

189	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	<p>采场内一步骤进路和二步骤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；一步骤进路施工时在迎头施工横向联络巷贯通数条一步骤进路，并在其中一个进路迎头挑顶形成放砂硐室；然后在各一步骤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；二步骤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骤进路的正向自然接顶。</p>	<p>1.回采进路优化布置技术。 2.充填管道带压反向接顶技术。</p>	<p>该技术能够提高劳动生产率，增强采场顶板安全性，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。</p>	江苏省自然资源厅	南京银茂铅锌矿业有限公司
-----	----------------------------	-----------	---	--	--	----------	--------------

190	金属露天矿山矿石精细化开采技术	露天金属矿开采	通过露天矿山地质资料，摸清作业区域矿岩地质特征及分布情况，对不同地质特征的矿体采取不同的矿岩分层、隔离开采方式，最大限度降低矿石损失贫化和资源浪费，延长矿山服务年限，降低矿山生产费用，增强企业盈利能力和自身竞争力。	1.水平或缓倾斜矿体高效开采技术。2.倾斜或急倾斜矿体高效开采技术。3.近似垂直矿体高效开采技术。4.不规则矿体高效开采技术。	该技术适用于薄矿体、倾斜矿体等复杂矿体开采，能够有效降低开采贫化率，推动露天金属矿山从"规模开采"向"价值开采"转型，减少土地占用面积，是实现矿产资源可持续发展的核心技术路径。	云南省自然资源厅	云南华联锌铟股份有限公司
191	硬岩矿床短流程非爆连续采矿技术	金属、非金属地下矿山的开采(尤其是矿岩单轴抗压强度低于100MPa、节理裂隙发育的深井矿山)	针对硬岩矿床凿岩爆破工艺存在开挖后围岩恶化、破碎、开采过程中爆破炮烟危害大、通风需求高、采矿工序环节多、生产效率低、安全防护难等难题，提出了一种矿岩体机械开挖非爆性分级方法；研发了硬岩矿床超前钻孔分级预裂、连续高效重复利用支护、循环通风除尘及粉矿回收、硬岩矿床非爆连续采支运一体化采矿、硬岩矿床采矿机智能采掘等技术；研制了硬岩矿床全工序	1.矿岩体机械开挖非爆性分级技术。 2.硬岩矿床超前钻孔分级预裂技术。 3.硬岩矿床非爆连续采支运一体化采矿技术。 4.硬岩矿床采矿机智能采掘技术。 5.硬岩矿床全工序悬臂式采矿装备。	该技术实现了硬岩矿床的非爆短流程连续开采，提高了采场生产能力和劳动效率，为我国硬岩矿山的非爆短流程安全高效开采提供了技术支撑和实践经验。可推广到国内外金属矿山，对深井矿山尤其友好，具有推广应用前景。	中国铝业集团有限公司	云南驰宏锌锗股份有限公司会泽矿业分公司、长沙有色设计研究院有限公司

			悬臂式采矿机，提高了采场生产能力和劳动效率，为我国硬岩矿山的非爆短流程安全高效开采提供了技术支撑和实践经验。				
192	超深井膏体调压输送与充填安全管控技术	有色金属矿产的开采，特别是膏体充填采矿法矿山	针对深部开采“三高一扰动”环境下，传统膏体充填面临的管道高压输送风险高、大倍线自流输送难及采场内料浆浓度失控三大核心难题，通过研发高压输送安全控制、低阻高效输送及采场浓度精准调控等技术，形成一套安全可控、保障浓度的深井膏体充填系统，实现深部矿产资源的安全高效回采。	1.超深井复杂充填管网多梯段等倍线压力调控与监测技术。 2.超深井长距离膏体输送管道精准管控节水洗管技术。 3.超深井多元协同膏体充填接顶技术。 4.全尾砂膏体新型早强复合充填技术。	该技术提升超深井矿山安全、高效、低碳开采的整体技术水平，为构建资源节约与环境友好型绿色矿山提供技术支撑与工程示范，促进行业科技进步，提升我国矿产资源自主保障能力，在	中国铝业集团有限公司	云南驰宏锌锗股份有限公司会泽矿业分公司、长沙有色设计研究院有限公司

					深部开采领域具有推广价值。		
二、高效选矿技术							
193	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。	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	广东省自然资源厅	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

					属矿山硫化矿浮选配套装备的技术进步。		
194	典型高氧化率铜钴矿“梯级浮选+高强磁选”技术	高氧化率铜钴矿选矿	<p>根据矿石中硫化矿粒度较粗、氧化矿粒度较细，硫化矿可浮性较好、氧化矿可浮性较差，浮选尾矿中带磁性铜钴矿物、含铜褐铁矿与脉石矿物的磁性表现截然不同等性质差异，采用“梯级浮选+高强磁选”多级有序分选联合工艺流程，充分发挥浮选和高强磁选各自的优势，实现不同种类和品位矿物的高效分离，提高高氧化率铜钴矿选矿回收率。</p>	<p>1.关键技术：典型高氧化率铜钴矿石梯级浮选技术；铜、钴优先浮选尾矿高强磁选协同铜钴矿物回收技术。</p> <p>2.关键设备：WEMCO 圆形槽体溢流型浮选机；LGS-3000 湿式立环磁选机；SLON-3000T 高梯度磁选。</p>	<p>该技术可应用于高氧化率难选铜钴矿石的选矿，能有效提高铜钴矿的综合回收率，显著降低生产成本，增加矿山经济效益，为高氧化率铜钴矿的高效开发利用提供技术参考，具有良好的应用前景。</p>	中国矿业联合会	中铁资源集团有限公司、华刚矿业股份有限公司

195	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。	<p>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。</p> <p>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。</p>	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	紫金矿业有限公司
-----	----------------	------------------------	--	---	--	------------	----------

196	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作工艺，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	中国恩菲工程技术有限公司
197	氧硫混合铅锌矿同步浮选技术	中低品位氧硫混合铅锌矿、低品位复杂氧化铅锌矿	通过改变矿浆体系溶液化学环境，干预性调控消除难免离子对石英表面的活化作用；通过离子选择性沉积提高方解石表面化学活性，强化抑制剂对方解石的选择性抑制作用；通过含锌矿物表面重构和捕收剂的吸附组装，改善多相氧化锌矿物表面的同步疏水性，避免矿泥的不利影响，实现阴离子捕收剂浮选实现氧化锌矿物	1.氧化锌矿物与脉石矿物浮选分离药剂体系设计。 2.氧化锌矿不脱泥浮选技术。 3.微细粒氧化锌矿强化浮选技术。 4.氧化锌矿低温浮选关键技术。 5.氧化铅锌矿选矿回水循环利用技术。	该技术具有指标先进、适应性强、不脱泥、药剂消耗低、流程结构简单灵活、稳定可靠及环境友好等一系列优势和特点。在兰坪铅锌矿得到成功应用，支持兰坪地区社会经济发展和生态环境保护。可以推广到	云南省自然资源厅	云南金鼎锌业有限公司



			与硅钙脉石矿物的高效分离。		四川、内蒙、新疆等地，增强我国铅锌资源的可持续发展能力和国际市场竞争能力。		
198	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。	1.“锌矿物粗磨协同回收—硫氧异步精选”工艺。 2.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。 3.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	新疆紫金锌业有限公司

199	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	<p>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。</p>	<p>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.Φ6000mm 大型无传动浮选槽。</p>	<p>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。</p>	河南省自然资源厅	中铝郑州有色金属研究院有限公司
-----	-----------------------	---------------	---	---	---	----------	-----------------

200	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。	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	翁源红岭矿业有限公司
201	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；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。	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	湖南军芄科技股份有限公司

202	新型选矿智能摇床关键技术装备	使用摇床选别的钨、锡、铁、锰、有色金属和稀有金属矿石以及煤等	根据矿粒比重和粒度不同，在一个倾斜的床面上借助机械的不对称往复运动和薄层斜面水流的联合作用，使矿物在床面上松散、分层、分带，实现矿物按比重不同进行分选。	1.摇床永磁短程高频直线电机及伺服控制系统。 2.系列新型高效摇床床面。 3.三维柔性机械连接装置。 4.驱动控制系统。	该技术为摇床重选智能化提供了技术装备支撑，具有积极的示范作用及广阔的推广应用前景，对进一步提高锡、钨等矿产资源的综合利用率具有重要的技术创新意义。	云南省自然资源厅	云南锡业股份有限公司卡房分公司
203	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。	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	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

204	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	西安建筑科技大学
三、综合利用技术							
205	铜钴矿富氧悬浮焙烧技术	硫化铜钴矿	一是采用悬浮焙烧技术，将难以浸出的硫化铜钴矿转化为易浸出的铜钴氧化矿、铜钴硫酸盐。二是通过水浸、酸浸等工序将铜钴转移到溶液中。三是通过萃取-电积工艺生产电积铜，钴以氢氧化钴的形式产出。四是矿物中的硫部分与铜钴生成硫酸盐，其余部分与氧气结合生成SO <sub>2</sub> 、SO <sub>3</sub> 气态形式进入烟气中，以液体二氧化硫或者浓硫酸的形式产出。	1.干粉硫磺给料技术及喷枪。 2.富氧悬浮焙烧与高浓度富氧空气混合技术。 3.铜钴矿废酸制浆与低成本制酸技术。	该技术已在华友刚果(金)、卡松波湿法冶金二期、华刚SICOMINES一期、科米卡等项目推广应用。生产运行稳定，设备性能可靠，技术重现性好成熟程度高，具有较好推广前景。	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司

206	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	在矿产地质调查的基础上初步确定采空区空间位置、规模、形态特征,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,构建一套采空区稳定性 DME 动态评价体系,形成采空区数据采集→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。	该技术可实现多源化、多专业协同的复杂空区探测,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。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、桥梁等国家基础设施建设,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	中国有色金属工业昆明勘察设计院有限公司
207	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	中国有色金属工业协会	江西铜业股份有限公司德兴铜矿

					润增长点，有良好的推广价值。		
208	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。	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	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

209	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	西藏华泰龙矿业开发有限公司
210	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	中国铝业集团有限公司	昆明冶金研究院有限公司



					资源高效回收利用领域，具有很好的推广应用前景。		
211	复杂铜多金属矿高效综合回收利用关键技术	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	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	凉山矿业有限公司

			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。				
212	高寒高海拔矿石智能光电选矿技术及装备	高寒、高海拔等缺水或冻土环境下有色金属矿、黑色金属矿、非金属矿、贵金属矿等全矿种的干法、湿法分选	通过融合矿物学、选矿学、光谱成像与传感器应用等多学科机理，利用 AI 算法与高性能软硬件开发，形成集过程控制、智能决策与机电一体化智能化系统，实现对传统选矿工艺的数字化与自动化升级，打造高端智能选矿装备。	1.智能矿石拣选鹰眼超级算法平台。 2.多特征融合矿石识别技术。 3.辐射屏蔽装置参数优化技术。 4.矿石分选机参数控制技术。 5.多通道训练选矿识别技术。 6.X 射线线阵检测设备成像质量测试技术。 7.X 射线矿石图像分割方法、装置、设备及介质。	该技术适用于高寒高海拔地区，能降低劳动人员的作业强度、提升节能、节水水平，在低品位矿利用领域有较广的应用前景。	新疆维吾尔自治区自然资源厅	新疆新矿地质科技有限公司、湖南军芑科技股份有限公司

213	锌氧化矿与焙砂高效协同浸出及高浸渣回收银关键技术	低品位氧化铅锌矿及硫化锌精矿联合处理	根据锌氧化矿和焙砂的不同特性，将氧化矿和焙砂分开浸出。可以降低系统蒸汽消耗，节省能耗。避免互相干扰，减轻过滤压力，降低渣含水，减轻洗渣压力。分开浸出得到的焙砂高浸渣含有一定品位的铅和银，采用开发的浮选工艺有效回收铅和银。	1.硫化锌精矿沸腾焙烧技术。 2.氧化矿原矿直接酸浸技术。 3.高效脱铁控硅技术。4.高浸渣选矿回收铅银技术。	该技术创新研发了“氧硫协同浸出-深度除杂-高值回收”全流程技术体系。显著提高了锌冶炼处理效率，降低了环境负担，为相关领域的技术进步和应用扩展提供了强有力的支持，提升了我国锌冶炼行业的科技进步及产业竞争力。	中国有色金属工业协会	云南金鼎锌业有限公司
214	氧化铝生产流程伴程富集制备碳酸锂技术	铝土矿伴生锂资源回收利用	根据含锂铝土矿中锂的赋存状态、锂矿物在高温强碱溶液体系的选择性溶解迁移行为与界面作用机制、锂在氧化铝生产流程反应行为规律与分解过程中锂的强化析出机制，利用“吸附剂高效循环吸附-锂精矿高效催化脱附-离子交换定向纯化-一步法沉锂制备碳酸锂”技术，实现铝土矿中有价元素锂金属的高效回收利用。	1.强碱复杂铝酸钠溶液中锂的超常富集-锂精矿高效分离洗涤技术。 2.锂精矿矿相重构选择性浸出技术。 3.富锂浸出液杂质微量组分梯级靶向脱除技术。	该技术可广泛应用于以含锂铝土矿为原料的氧化铝生产企业，能高效富集与提取氧化铝生产流程中的锂资源，为含锂铝土矿资源高效经济利用提供技术参考，具有良好的应用前景。	河南省自然资源厅	中铝郑州有色金属研究院有限公司

215	泥水分离技术及排水排泥工艺	矿山污水治理	一是采用可回收磁种作为絮凝核，辅以 PAC（聚合氯化铝）、PAM（聚丙烯酰胺）药剂，采用精确泵送的方式，快速、高效的将污水中的杂质絮凝成体，通过超磁设备进行絮凝体与清水的分离，最后通过磁种回收装置进行磁种有效回收；二是采用板框压滤机将井下沉淀池污泥及污水絮凝后进行压滤处理，形成饼状分离物和悬浮物含量较少污水，最终形成固体泥饼和可直排清水。	1.可回收磁种。 2.磁种回收装置。 3.板框压滤机。	该技术采用双层钢结构平台设计，合理布置各类设施设备，能够有效降低人工清运的成本和风险，可推广应用于井下开采矿山污水治理。	甘肃省自然资源厅	金川集团股份有限公司
216	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、	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	洛阳栾川钼业集团股份有限公司

			扫选的浮选流程，铜精矿品位达到国标要求。				
217	多金属钼矿氧压浸出综合回收技术	胶硫钼矿、难选钼矿、钼精矿等钼矿资源	采用高温加压条件下的氧压酸浸工艺，利用硫酸和氧气将钼矿物氧化分解为可溶性离子化合物；针对钼多金属浸出液特性，采用TFA+TBP+磺化煤油的协同萃取体系进行多级逆流萃取，实现钼多金属高效分离与深度净化，制备出合格的钼酸铵及相关产品。	1.钼多金属共生原矿高效浸出技术。2.钼多金属分步萃取、分别反萃取技术。3.萃余水中和沉淀载带、活性炭深度除油技术。4.酸沉母液萃取钼、汽提脱氨技术。5.中性矿浆高效絮凝-浓缩新技术。6.酸性浸出矿浆自生成助滤剂过滤技术。	该技术可推广应用到复杂难选钼矿资源，具备金属综合回收率高、绿色低碳、经济环保等特点，填补行业技术空白，实现技术密集型、资源节约型、环境友好型项目转变的一次实践，具有较大的推广前景和应用潜力。	中国核工业集团有限公司	中核沽源铀业有限责任公司

218	细粒尾矿模袋法堆坝成套技术	细粒尾矿筑坝	<p>通过模袋材料的有效孔隙透水固砂，通过模袋外部荷载及灌浆压力挤压排水固结，建立模袋处理细粒尾矿的固砂透水-挤压排水固结-约束成型的强度增长机制，提升尾矿坝整体稳定性，实现细粒尾矿安全筑坝。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.细粒尾矿模袋堆坝技术。</li> <li>2.细粒尾矿模袋法自动分级筑坝装备。</li> <li>3.细粒尾矿模袋层间摩擦性能参数测定装置。</li> <li>4.细粒尾矿模袋法筑坝稳定性量化评估技术。</li> <li>5.模袋筑坝参数计算软件。</li> </ol>	<p>该技术可广泛应用于高地震烈度区、高寒地区、高海拔地区、多雨地区及筑坝材料紧缺地区等复杂条件下的细粒尾矿筑坝，技术施工简便，成本低，绿色环保，在细粒尾矿筑坝领域具有广阔的应用前景。</p>	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司
-----	---------------	--------	--	--	--	------------	------------



220	固废基低碳充填胶凝材料及其制备技术	金属及非金属矿山充填、露天矿山生态修复、土壤固结、基坑回填	以多源工业固废(如矿渣、粉煤灰、工业石膏、电石渣等)为主要原材料,利用机械或化学协同活化手段破坏固废颗粒表面的惰性层,激发其活性成分并发生复盐效应和硅四配位结构反应,生成钙矾石、水化硅酸钙凝胶等水化产物,替代传统胶凝材料水泥。	1.固废协同利用技术。2.机械-化学复合活化技术。3.水化产物调控技术。4.低碳工艺优化技术。	该技术产品可广泛用于各类需胶结/弱胶结回填场景,以工业固废为主要原材料替代水泥,可极大提高固废利用率,减少碳排放,降低回填成本。	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司
221	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。	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	紫金矿业有限公司



222	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。	<p>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 <math>\text{SO}_2 + \text{O}_2</math> 将低价砷和低价铁氧化成 <math>\text{As}^{5+}</math> 和 <math>\text{Fe}^{3+}</math>，之后在 <math>90\sim 100^\circ\text{C}</math> 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铍、铜、锌等，实现有价金属综合回收。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.绿色短流程高效固砷关键技术（臭葱石固砷技术）。</li> <li>2.低价砷和铁协同常压高效氧化及终点判断关键技术。</li> <li>3.矿石废弃铁渣再利用技术。</li> <li>4.固砷渣砷含量控制关键技术。</li> <li>5.污酸中有价金属回收技术。</li> <li>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。</li> </ol>	<p>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。</p>	中国黄金协会	紫金矿业集团股份有限公司
223	铅锌选矿废水处理与回用技术	铅锌选矿废水处理与回收	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.一体式调节池废水预处理软化除钙技术。</li> <li>2.选矿废水快速均衡综合处理的一体式原水调节。</li> <li>3.反调酸除铅离子技术。</li> <li>4.臭氧氧化降 COD 技术。</li> <li>5.自动化调节控制技术。</li> </ol>	<p>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</p>	中国铝业集团有限公司	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、北京矿冶科技集团有限公司

					用提供借鉴，推广应用前景广阔。		
224	氧化铝蒸发系统寻优节能技术	湿法冶金、化工、水处理等，特别是氧化铝生产行业降膜蒸发器的提产降耗	以蒸发系统能量耦合匹配理论计算、挂壁布膜原理、重力场、动力场及粘附力作用原理为基础，构建“蒸发系统汽液两相平衡优化模型”，开发蒸发系统寻优节能成套技术及装备，解决蒸发过程能耗高、蒸水量低、冷凝水合格率低等问题，实现降膜蒸发器提产降耗。	1.关键技术：蒸发系统汽液两相平衡优化模型；蒸发系统自身能量匹配高效利用技术。 2.关键设备：强制布膜器；汽液快速分离装置；新型三通道雾沫分离器；强化水冷装置。	该技术可广泛应用于氧化铝生产企业，生产工艺投资少、风险低，不影响主流程生产，能有效降低生产能耗，减少碳排放，提高经济效益，具有良好的应用前景。	河南省自然资源厅	中铝郑州有色金属研究院有限公司

225	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	金川集团股份有限公司
226	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	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。	该技术可降低高陡边坡矿山的生态治理综合成本，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	中国有色金属工业协会	江苏绿岩生态技术有限公司、有色金属矿产地质调查中心

			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。		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。		
227	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。	中国铝业集团有限公司	长沙有色冶金设计研究院有限公司

228	高海拔矿区生态修复关键技术	高海拔矿区边坡生态修复、露天采场边坡环境治理、高速公路、铁路高陡边坡治理、尾矿库、排渣场生态治理	依据材料科学、生态学与工程力学的多学科原理，通过构建抗冻融厚层基材、优化草灌植被配置、研发水肥一体化自微灌系统，与锚网工程措施协同融合，形成“基质-植被-水分-结构”四位一体的协同防护机制。构建了各系统间通过物质循环和能量流动组成的有机整体，共同推动高寒边坡生态系统从人工干预向自然维持的完整演替，达成高效修复与长效稳定目标。	1.高海拔高寒区高陡边坡“厚层生态基材”技术。 2.护坡植被群落种植技术。 3.坡体微灌关键技术。 4.生态协同护坡技术。	该技术可推广到我国高海拔以下矿区生态修复以及高速公路、铁路高陡边坡等基础设施建设复绿与治理中，具备可复制、可参考、可推广、成本低等特点，有较大的推广前景和应用潜力。	中国铝业集团有限公司	中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司
-----	---------------	--	---	--	--	------------	-----------------------

### 五、数字化智能化技术

229	金属矿山开采过程数字孪生与智能协同优化技术	有色金属矿山智能开采	<p>构建覆盖“地质勘查-资源建模-采矿设计-生产调度-矿石配矿”核心流程的动态数字孪生体。利用物联网、移动端APP、激光扫描等技术智能化采集地质、测量、设备、矿石品位等多源数据，通过边缘计算进行初步处理与融合，在云端平台利用隐式建模、AI 算法进行深度融合分析，实现地质模型动态更新、资源储量实时计算、品位分布精准可视。基于分析结果，通过智能优化算法（配矿策略引擎、爆破单元设计优化）生成最优决策指令（配矿方案、开采顺序、设计参数），并一键发布至生产执行系统或移动终端指导现场作业。生产执行数据实时回馈至孪生体，形成“采集-融合-分析-优化-执行-反馈”的闭环智能迭代，驱动矿产资源的高效、精准、协同开发。</p>	<p>1.智能数据采集技术与装备。 2.全域数据融合与动态建模技术。 3.AI 动态优化技术。 4.平台化协同技术。</p>	<p>本技术通过数字闭环重构矿山“安全-效率-绿色”三角平衡，推动资源利用率迈入智能化时代，支撑国家矿产资源安全保障战略。</p>	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司
-----	-----------------------	------------	--	--	---	------------	------------

230	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。	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	矿冶科技集团有限公司
-----	--------------------	------------	--	---	---	------------	------------

231	露天铜矿采选智能协同与管控关键技术	露天矿山开采	<p>针对采矿智能排产配矿难题，建立基于质量平衡约束的排产配矿模型，根据出矿点、卸矿点、产能等约束，智能优化排产配矿；采用时滞相关性分析、频率特征知识提取、泡沫图像分析、生产数据自聚类及知识提取等系列方法，建立自解耦最小消耗模型和数据驱动优化补偿方法，解决多工序耦合问题；通过采选一体化数字孪生三维仿真技术，解决采矿爆堆品位预测、选矿关键难测工艺参数在线孪生仿真、采矿设备排产配矿生产优化以及选矿生产模态变化工作点快速迁移等问题；建设“一云三网”高带宽、低延迟传输的工业互联网平台，实现采选综合管控一体化。</p>	<p>1.采矿智能作业与配矿技术。 2.选矿全流程智能优化控制技术。 3.采选数字孪生三维仿真技术。</p>	<p>该技术应用于国内多家露天矿山，可提升露天铜矿资源的综合利用水平，降低采选作业运营成本，有效推动露天铜矿高效、安全、绿色与可持续发展。</p>	江西省自然资源厅	江西铜业股份有限公司城门山铜矿
-----	-------------------	--------	---	--	---	----------	-----------------



232	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。	1.混合云平台。2.矿冶生产管控平台。	该技术融合表单、组态、工作流、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	北京北矿智能科技有限公司
233	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	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。	中国有色金属工业协会	赣州好朋友科技有限公司

			和废石分离的一种智能分选方法。				
234	全流程机械化锚喷支护技术	深部高地压复杂破碎岩体矿山的井巷工程围岩和采场矿岩支护	一是通过整合凿岩、锚杆安装、湿喷混凝土等工序的机械化设备与工艺，构建一套高效协同的支护体系；二是利用井下湿喷搅拌站实现混凝土料浆的就近制备与运输，通过锚杆台车完成锚杆的机械化凿孔、安装及挂网，借助湿喷台车实现混凝土的高效喷射，从而实现支护作业的自动化、连续化。	1.砂石储料斗。 2.配料机。 3.搅拌机。 4.水泥立罐。	该技术可推广应用用于国内各类金属矿山及其他非金属矿山的深部开采支护工程，可提高矿山开采的安全性、效率与经济性，推动矿山行业的绿色低碳与智能化发展。	甘肃省自然资源厅	金川集团股份有限公司

235	金属矿山 5G+有轨运输智能管控系统	有轨运输矿山	金属矿山 5G+有轨运输智能管控系统由集中控制中心、5G 无线通信系统、“信集闭”综合智能调度系统、车辆运行控制系统、车辆运行保护系统、远程放矿系统、封闭门禁保护系统、视频监视系统等单元组成。	1.5G 无线通信系统。 2.电机车控制系统。 3.电机车运行保护系统。 4.信集闭系统有闭锁控制、半闭锁控制、解锁控制三种控制模式。	该技术已在金川集团股份有限公司龙首矿有轨运输系统成功应用，项目实施后，现场实现无人值守，根本消除了现场人员安全隐患，大幅提高生产效率，极大改善职工岗位环境。如能在其他矿山推广，可使现代化的“5G+智慧矿山”建设更趋完善、先进，促进现代化管理，提升生产效率，提高本质化安全水平。	甘肃省自然资源厅	金川集团股份有限公司
-----	--------------------	--------	--	--	--	----------	------------

236	选矿厂智能化药剂仓储供配系统	矿产及其他水物料稀释行业	<p>集成智能化立体库、AGV 智能调度、设备集成控制、数字化系统为一体，结合人工智能与视觉识别、5G 网络等先进技术，采用 WMS、WCS 系统对库存调度、上下游设备的感知协作精准控制，实现对库存数据、调度任务以及设备运行状态等数据自动采集更新，保证药剂物料采集信息、智能仓储信息及系统实时数据统计一致；依托 5G 技术提高各工序间的协同化作业，实现药剂的分类分区存储及快速分拣出库，提高药剂储、制、备作业效率，实现系统协作人员的信息共享、设备的动态追踪与控制以及生产数据报表的可追溯性，为决策管理提供依据。</p>	<p>1.WCS 控制系统。2.WMS 控制系统。3.AGV 智能叉车。4. 四向穿梭车。5.机械手。6.智能化立体仓库。7.自动加药混配及远程精准输送系统。</p>	<p>该技术可推广应用于矿产及其他水物料稀释行业，为“5G+智慧选矿”建设提供支撑，促进矿山现代化管理，提升生产效率，提高安全水平。</p>	甘肃省自然资源厅	金川集团股份有限公司
-----	----------------	--------------	---	---	--	----------	------------

237	基于透明地质技术的资源储量管理系统	矿产资源储量的全生命周期管理,支持矿山生产、地质勘查、政府监管等多场景应用	<p>基于计算机、三维可视化及数据分析技术,整合矿山勘探数据,构建矿体形态、地表地形与品位分布的三维数字化模型,形成覆盖勘探、设计、采掘全生命周期的数字化管理体系,通过标准化处理各环节数据,严格遵循国家矿产行业规范,构建统一数据平台,实现多源数据整合与自动计算。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.微服务技术。</li> <li>2.低代码开发。</li> <li>3.多数据库兼容技术。</li> <li>4.三维模型构建技术。</li> <li>5.数据采集与处理技术。</li> <li>6.模型与数据可视化技术。</li> <li>7.多种矿产资源储量估算技术。</li> <li>8.高性能计算设备。</li> <li>9.大屏显示系统。</li> </ol>	<p>该技术以三维地质建模为核心,实现资源分布动态可视化,储量估算精度提升至亚米级;搭建跨部门协同平台,整合地质、测量、生产数据,通过动态图表实现实时监控;构建全生命周期管理架构,贯通勘探至复垦环节,支持多岗位在线协同。此系统不仅可以提升管理效率,更推动矿山行业向精细化、透明化、协同化转型,助力企业构建数字化治理能力。</p>	河南省自然资源厅	洛阳富川矿业有限公司、丹东东方测控技术股份有限公司
-----	-------------------	---------------------------------------	---	---	--	----------	---------------------------

238	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	<p>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、生产和管理三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。</p>	<p>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。</p> <p>2. 地、测、采统一的技术协同平台。</p> <p>3.基于 4G/5G 通讯构建智能调度系统。</p> <p>4.三维 GIS、虚拟现实技术的应用。</p>	<p>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。</p>	河南省自然资源厅	洛阳富川矿业有限公司、长沙迪迈数码科技股份有限公司
-----	--------------------	---------------	--	---	--	----------	---------------------------

239	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。	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	西安建筑科技大学
-----	--------------------	-------------------------------	---	--	---	----------	----------

240	跨平台金维地学信息处理研究应用系统（GeoIPAS）	可用于对地球物理、地球化学数据处理解释、资料研究等工作	采用自主开发矢量平台，在Linux 和 Windows 操作平台上，结合可视化编程，集数据预处理、地球物理、地球化学、数学地质和水文地质等信息处理、分析、研究、成图等为一体的软件系统。包含物探模块、化探模块、土地质量调查模块和地质编录模块在内的综合性软件产品。	1.全球资源勘查信息处理系统。 2.三维空间任意体自由编辑及重、磁异常实时显示技术。 3.地物化等资料综合三维立体图技术。 4.“重力近区、中区和远区地形改正”数据处理技术。 5.全球数据处理和图件编制处理技术。 6.化探样品地质编码自动采集技术。 7.“离散小波变换与重力异常多重分解”技术。 8.区域化探元素含量背景线性变换动态调平技术。 9.地质图案数据库。	在地质勘探与资源开发领域，随着全球能源转型（如锂、稀土等关键矿产需求激增）和传统油气资源的深度勘探，高效、智能的地学数据处理工具需求旺盛。在工程与环境领域，基础设施建设和地质灾害监测（如滑坡、地震）需要高精度地质建模，跨平台兼容性可满足移动办公需求。在科研与教育领域，高校和研究机构对开源或低成本的专业软件需求大。	新疆维吾尔自治区自然资源厅	新疆维吾尔自治区地质局地球物理化学探矿中心
贵金属类							
一、高效开采技术							



241	金属构件装配式充填挡墙及其高效封闭技术	黑色及有色金属矿山井下充填采场封闭。特别适宜具有脱水需求的工况	金属构件装配式充填挡墙及高效封闭技术采用弧形墙体结构,总分为三层,分别为内凸式弧形装配式骨架、钢筋网层和土工织物脱水封闭层。以弧形钢梁作为主要受力部件,区别于刚性挡墙,该封闭技术允许弧形钢梁发生微小变形,使采场内部料浆的正压力转为侧向压力,进一步发挥结构的自承载能力,有效提高了墙体整体的稳定性。	1.金属构件装配式充填挡墙。 2.全断面脱水高效充填封闭技术。 3.金属构件挡墙受力监测与拆卸复用技术。	该技术具有共性应用价值,可在我国众多采用充填采矿的金属非金属地下矿山进行推广,实现矿山充填成本的大幅节约,能够带来巨大碳减排效益,具有优良的行业推广前景与潜力。	矿冶科技集团有限公司	矿冶科技集团有限公司
242	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,运行稳定的充填设备,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	1.关键技术:适用于薄矿脉的充填工艺;薄矿脉安全高效开采技术。2.关键设备: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	长春黄金研究院有限公司、内蒙古金陶有限公司

			制采场地压，保证矿山安全、经济、高效、低贫损的生产。				
243	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。	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “隔一采一”上向进路式充填回采技术。</li> <li>2. “进路顶板充填管槽+多点下料分次充填”充填接顶技术。</li> <li>3. 喷射混凝土快速充填挡墙技术。</li> <li>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。</li> </ol>	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	长春黄金研究院有限公司

244	急倾斜破碎矿岩开采综合技术	采矿工程	一是制定下向平行中深孔分段充填回采工艺的采矿方案,进行方案论证模拟,降低采矿直接成本;二是优化中深孔凿岩爆破参数,提高凿岩效率;三是优化充填体假底设计,确定安全合理的假底制作工艺及结构参数;四是分析充填体自立所需强度和稳定性,为采场一步采及二步采作业提供理论依据;五是通过现场试验,进一步优化相关技术参数指标,对采场切顶层进行回采,实现卸压开采。	间隔分区切顶工艺技术。	该技术可推广应用用于急倾斜中厚破碎难采矿体开采,有效降低贫损指标,提升矿山经济效益。	河北省自然资源厅	中国黄金集团石湖矿业有限公司
二、高效选矿技术							

245	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	<p>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。</p>	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	矿冶科技集团有限公司
-----	---------------	----------------------------------	--	------------------------------------	--	------------	------------

246	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	长春黄金研究院有限公司
247	难处理氧硫混合型金矿高效回收关键技术	难处理氧硫混合型金矿	一是对获得的磨矿分级产品采用单级纵向气动循环+多级串联的工艺模式进行预处理、浸出及活性炭富集回收；二是对获得的活性炭进一步通过除杂作业获得洁净的载金炭，进入到解吸电解作业获得电解金银泥为最终精矿。	1.一种难处理氧硫混合型金矿磨矿强碱预浸除杂关键控制技术。 2.一种单级纵向气动循环+多级串联工艺模式浸出吸附回收高铜硫氧化矿石中金银的关键控制技术。 3.一种采用空气弥散型充气式浸出槽高效浸出回收氧硫混合型金矿石中金银的关键技术。	该技术在鹤庆北衙金矿成功应用，在不改原有主体工艺流程的前提下，实现部分杂质元素前端高碱浸出脱除及沉淀处理，提高了载金炭使用效率，保障了金银资源利用水平，对国内炭浆提	云南省自然资源厅	鹤庆北衙矿业有限公司

				4.一种含金硫化矿炭浸法提金载金炭高效解吸方法关键控制技术。	金企业有着良好的推广价值。		
248	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。	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	长春黄金研究院有限公司

249	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。	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	紫金矿业集团股份有限公司
250	多类型矿石浮选工艺稳态控制提升关键技术	金矿浮选	根据矿石工艺矿物学特征，结合现场流程考查，提出优化改造方案；根据现场生产实际研制新型捕收剂和药剂添加系统，充分发挥多因素协同作用，实现浮选工艺稳态化运行，有效提升生产指标。	1.高效协同复合捕收剂。 2.液位控制型浮选药剂添加系统。	该技术通过工艺参数协同联动、复合高效捕收剂研发、新型药剂添加系统研制和使用，有效提高选矿回收率，可推广应用于同类型矿石浮选。	河北省自然资源厅	河北金厂峪矿业有限公司

251	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（<math>C_3H_2N_3NaO_3</math>）并能与金生成络合物使金从矿石中溶解出来：<math>Au^{3+}+(C_3H_2N_3NaO_3)^- \rightarrow Au(C_3H_2N_3O_3)^{2+}</math>。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>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。随着全球和我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。	中国黄金协会	广西森合高新科技股份有限公司
三、综合利用技术							



252	极高浓度氰化尾液回收新技术及成套装备	含氰、重金属、硫氰酸盐、二氧化硫等污染物的废水、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。	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。	该技术可降低传统氰化物回收工艺的安全风险隐患，实现高浓度氰化物、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	长春黄金研究院有限公司
-----	--------------------	-----------------------------------	---	--	---	------------	-------------

253	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	<p>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。</p>	<p>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。</p> <p>2.活性污泥。</p> <p>3.含氰废水进行缺氧活性污泥吸附金。</p> <p>4. 含氰废液进行好氧生物处理。</p> <p>5. 将二沉池产生的剩余污泥（载金污泥）进行浸出提金处理。</p>	<p>经该技术处理后的废水中硫氰酸盐浓度低于 1 mg/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》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。</p>	中国黄金集团有限公司	贵州锦丰矿业有限公司
-----	-------------------------	-------------------------------	---	--	--	------------	------------

254	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。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"> <li>1.氰化尾渣高效富集选硫系统。</li> <li>2. 高硫精矿制酸。</li> <li>3. 氯化挥发及有价金属回收系统。</li> <li>4.选硫尾渣制备欧式连锁瓦系统。</li> </ol>	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。	中国黄金协会	招远市招金金合科技有限公司
-----	-----------------	----------------	--	--	---	--------	---------------

255	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。	中国黄金协会	山东黄金矿业(沂南)有限公司
256	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	长春黄金研究院有限公司

257	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。	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、可回收有价值物质、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	长春黄金研究院有限公司
258	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。	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	山东黄金矿业股份有限公司新城金矿

259	黄金氰化尾渣无害化综合利用技术	金精矿氰化尾渣	<p>一是氰化尾渣硫铁资源综合回收。通过多种破氰方法解除氰化物的抑制，利用制浆、加药活化、浮选与固液分离协同工艺，实现对尾渣中黄铁矿的高效富集与回收，完成硫、铁资源的高效回收与尾渣的增值利用；二是高硅浮选尾矿无害化处置。通过深度酸化法对浮选后的高硅尾矿（危险废物）进行深度处理，利用化学作用进一步破除残留氰化物并回收其中85%以上的硫元素，实现尾矿危险特性的消除，使其由危险废物转化为一般工业固废；三是尾矿高值化利用和低成本处置。依据高硅尾渣二氧化硅含量高的组分特性，通过将其作为主要原料用于生产气凝胶耐火隔热材料，实现尾矿的高值化利用与低成本处置。</p>	<p>1.多级协同破氰技术。2.氰化黄铁矿高效浮选提纯技术。3.高效风干脱水技术。4.低成本深度破氰技术。5.“碱性水热提硅+常温凝胶老化+有机疏水改性”技术。</p>	<p>该技术能够最大程度降低黄金氰化尾渣中的氰化物含量，将尾渣变为一般固废，降低环境风险，为黄金行业的循环可持续发展提供支撑，推广价值大。</p>	中国黄金协会	山东鸿承矿业（集团）有限公司
四、绿色低碳技术							

260	铂族金属二次资源循环利用关键技术及产业化	城市矿产，失效催化剂、含贵金属二次资源	失效汽车催化剂以堇青石蜂窝陶瓷为载体，其表面负载 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 活性涂层，铂（Pt）、钯（Pd）、铑（Rh）等贵金属活性组分高度分散于涂层中。通过高温还原熔炼技术，使铂族金属与铁基捕集剂形成 Fe-PGM 合金相，实现低品位资源中贵金属的高效富集；再经湿法精炼技术（溶解-萃取-还原）进行多级分离提纯，最终获得纯度 $\geq 99.95\%$ 的铂族金属产品，形成“废弃物→合金富集→高纯金属”的闭路循环体系。	1.废旧环保催化剂火法熔炼铁捕集技术。 2.湿法多路径强化富集技术。 3.多相连续萃取高效分离纯化技术。 4.痕量铂族金属工艺废水生物清洁回收处理技术。	该技术可全面推广至我国 10 余个工业城市的“城市矿山”建设，覆盖失效催化剂、电子废弃物等含贵金属二次资源领域。通过“火法熔炼铁捕集+高效精炼+生物废水回收”技术链，推动危废处理行业向全流程清洁化升级，具备高效循环、资源安全、绿色降碳的核心优势。	云南省自然资源厅	贵研资源（易门）有限公司
-----	----------------------	---------------------	--	---	---	----------	--------------





262	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	北京北矿智能科技有限公司
263	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	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	中国黄金集团有限公司	长春黄金设计院有限公司

			动控制单元，从而达到远程遥控装矿的目的。		字化矿山”建设方面具有重要技术支撑作用。		
264	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。	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	山东黄金矿业股份有限公司新城金矿

265	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。	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	山东黄金矿业股份有限公司新城金矿
266	矿山环境三维实景调查技术	数字化智能化矿山	集成无人机倾斜摄影与RTK、多方法地球物理探测（高密度电法、探地雷达等）、快速采样与现场快检、多源信息融合与三维建模等手段，实现对矿山地表及地下环境污染状况的快速、无损、高精度调查与可视化评估。	1.矿山环境地空三维高精度实景调查技术。 2.矿山地下环境隐蔽污染快速无损探测识别技术。 3.矿山场地多源环境信息融合与建模技术。	该技术可推广应用于矿山环境三维实景调查，可快速、无损、全方位解决矿山生产环境污染调查、复杂场地污染溯源分析及污染评估计算与分析等问题。	中国黄金协会	长春黄金研究院有限公司

267	黄金矿山高效节约生产数智化技术	金、有色金属矿山采选充等环节	<p>通过集成各矿山部署的各类感知设备，实现矿山生产计划、指标、能耗、成本、设备、矿石品位以及选矿工艺等海量过程数据的采集、融合，辅以大数据挖掘、机器学习等先进技术，创建专家数据模型；采用描述性分析、预测性分析、诊断性分析和指导性分析等分析方法，实现生产工艺的持续优化、设备全生命周期管理与预知性维护、能源动态监测及管理策略优化、能耗异常分析与实时预警，协助企业全面掌握当前矿山生产运营现状，提高生产效率，降低生产成本，减少井下作业人员，提高资源综合利用效率。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.物联网（IoT）技术。</li> <li>2.大数据技术。</li> <li>3.人工智能（AI）技术。</li> <li>4.边缘计算技术。</li> <li>5.生产动态监控与预警模型技术。</li> <li>6.智能决策分析技术。</li> <li>7.无人化生产控制技术。</li> <li>8.能源动态管理技术。</li> <li>9.旋流器分级效率寻优技术。</li> </ol>	<p>该技术可推广至我国金、铜、铅锌等有色金属矿山，有效解决高能耗、低自动化等核心痛点，通过规模化应用，显著实现节能降耗、成本优化、安全提升及绿色环保等综合效益。</p>	山东省自然资源厅	山东金软科技股份有限公司
-----	-----------------	----------------	--	---	---	----------	--------------

268	<p>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</p>	<p>金属矿山井下深部开采</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>山东省自然资源厅</p>	<p>威海晶合数字矿山技术有限公司</p>
-----	------------------------------------	-------------------	---	--	--	-----------------	-----------------------

稀有稀土稀散金属类

一、高效开采技术

269	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，资源综合利用率，减少矿区环境污染。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。	中国有色金属工业协会	中国稀土集团有限公司
-----	---------------	---------------	---	--	---	------------	------------

二、高效选矿技术

270	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	基于矿石中有用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	中国地质科学院矿产综合利用研究所
271	锶矿色选优先提精及天青石、黄铁矿高效分离选矿技术	锶矿综合利用	一是根据天青石与黄铁矿、脉石矿物的颜色差异，利用分段筛分技术和色选工艺优先分离较为纯净的天青石单矿物颗粒；二是利用色选工艺分离跳汰精矿中的天青石，减少选矿后道工序处理量，降低浮选药剂用量，实现锶、硫矿物的高效、绿色综合回收利用。	1.锶矿色选优先提精技术。2.跳汰锶精矿色选分离黄铁矿技术。3.锶矿选别节能环保技术。	该技术可广泛应用于锶矿（天青石）选矿企业，具有高效、绿色、环保的特点，为天青石的高效分离、共生黄铁矿及低品位锶矿的综合回收利用提供技术参考，具有良好的应用前景。	江苏省自然资源厅	南京金焰锶业有限公司

272	复杂碱性岩-碳酸岩型稀土矿多组分集约化利用关键技术	碱性岩-碳酸岩型硬岩稀土矿中低品位稀土、伴生萤石、重晶石等多组分资源的集约化回收	一是分组，基于矿物磁性差异（氟碳铈矿弱磁性，萤石/重晶石非磁性），通过高梯度强磁选分流预富集稀土矿物（富集比 3.1，回收率>90%）。二是分类，采用重选回收粗粒稀土（>0.08mm）（无药剂污染，冶炼价值高）；采用载体浮选（强化微细粒粘附效率）细粒稀土（<0.02mm）。三是伴生矿物分离，利用重晶石表面 $Ba^{2+}$ 易吸附磺酸根的特性，低温优先浮选重晶石；通过抑制-解抑-捕收药剂体系实现萤石低温高效回收。	1.稀土矿“选择性抛废-粗磨-强磁分流”预富集技术。 2.稀土矿物“重选粗粒-浮选细粒-强磁提质”全湿式连续高效回收技术。 3.相似碱土金属矿物“重晶石优浮-萤石/稀土混浮-强磁分离-浮选萤石”低温高效分离技术。	该技术可推广到四川德昌大陆槽稀土矿（同类型矿床）、山东微山稀土矿等。	中国稀土集团有限公司	中稀（凉山）稀土有限公司
273	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	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	湖南省自然资源厅	中稀（湖南）稀土开发有限公司



			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。		力生产成本。具有很好的推广前景。		
三、综合利用技术							
274	独居石一体化综合利用技术	以独居石精矿为原料，回收放射性元素、稀土、磷等资源	通过碱分解反应将独居石精矿转型为氢氧化物，利用盐酸溶解、树脂吸附、中和沉淀等分离纯化单元，实现放射性元素、稀土等有价值组分的梯级分离与综合回收，形成一体化的清洁利用工艺流程。	1. 有价值资源一体化综合回收技术。2. 放射性控制与辐射防护技术。3. 工艺废水“零”排放技术。4. 湿法珠磨技术。5. 集成化碱分解技术。6. 多级闪蒸自动离心技术。7. 高效浓缩结晶及结片切片技术。	该技术可推广到我国独居石资源综合利用行业，实现独居石资源的综合回收，使独居石生产过程中的渣达到减量化、资源化、现代化、无害化、废物最小化的目标，进一步提高资源综合回收率，有效保障国家战略资源的供应。	中国核工业集团有限公司	湖南中核金原新材料有限公司

275	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、锆钽矿物同步富集，利用稀土、萤石、锆钽矿物的选矿差异性，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。	1.植物基复配脂肪酸皂稀土、萤石、锆钽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	中国地质科学院矿产综合利用研究所
化工矿产类							
一、高效开采技术							
276	深井矿山石膏基特种胶结料充填技术	磷矿、金属矿、煤矿等深井矿山充填采矿	一是以工业固废为原料，定向调控水化产物形貌与三维搭接网络，构建高密实充填体；二是解析颗粒表面电荷-位阻耦合机制，建立 pH/硫酸盐选择性吸附模型；三是基于介电特性感知模型，研发非接触监测与自适应反馈系统，攻克长距离自流堵管难题。	1.固废基胶结料制备。 2.分级骨料智能配比。 3.两级搅拌制浆工艺技术。	该技术可广泛应用于地下开采矿山，适配深井复杂环境，可降低充填成本并提升效率，为绿色矿业发展提供解决方案，助力实现“无废开采”战略目标。	湖北省自然资源厅	武汉大学

277	缓倾斜薄矿体低品位磷矿采选关键技术	磷矿石开采	一是针对磷矿 18%-22%品位矿石,通过分层爆破、分采分运,将低品位白云质条带磷块岩以上进行分层爆破,将高低品位矿分采;二是利用低品位白云质矿石表面光学特征(颜色、反射率、荧光性等)差异,采用传感器和计算机算法快速识别目标矿物,通过机械或气动装置分离,将白云质条带矿分离出来。	1.分层爆破技术。 2.光电选矿技术。	该技术可为全国缓倾斜、薄矿体、低品位磷矿石安全高效开采提供理论和实践依据,对低品位矿石光电选矿起到了良好的示范引领作用,可提高低品位矿“三率”。	湖北省自然资源厅	湖北兴宏矿业有限公司
278	条带湿式充填接顶开采技术	薄矿体(不大于 5 米)充填采矿	采用矿房三切割通道布置,回采充填同步推进,互不干扰。通过开采条带参数优化控制,保障安全和提升开采效率。充分利用废石、尾矿等各种固废,在不经加工的情况下,采用三种级配和配比工艺,保证充填体强度,有效降低充填成本。	1.一种条带湿式充填接顶采矿方法。2.胶结充填技术。3.铲运、推送和震动夯实于一体化充填技术。	该技术资源回收率高,充填原材料来源广泛,成本较低,适用性强,可根据选矿产生的废石量、结合矿石的附加值的大小,机动的选取具备经济价值的块段,灵活的运用该技术,实现资源高效回收和经济效益最优双重目标,具有极强的推广性。	湖北省自然资源厅	湖北杉树垭矿业有限公司、宜昌华西矿业有限责任公司、武汉理工大学

279	TBM 硬岩掘进机在磷矿井巷施工中的应用	大中型非煤地下矿山主体工程建设	由推进机带动刀盘进行旋转，刀盘上的刀齿进入地质体，经过旋转和剪切作用将岩石或土壤破碎，再由喷射带贯穿机将破碎的物料通过输送机输送至地面。同时，TBM 尾部支撑系统能够对隧道进行支撑，保证施工的全性和稳定性。	1.关键技术：TBM 快速拆装及长距离顶推技术；TBM 洞内拆机技术；超前地质探水及排水技术；TBM 物料运输及出渣运输技术。 2.关键设备：开挖部、反力支撑部、推进部和排渣（土）部；配套双头履带式运输车；探水及排水装置。	该技术促进非煤矿山井巷施工技术升级。开展TBM 硬岩掘进机在磷矿井巷施工中的应用，可提高非煤矿山行业的智能装备水平，促进传统产业的转型升级，提高企业核心竞争力，实现矿山企业的减员增效、人员作业环境的改善、人员劳动强度降低并提高矿山安全水平。	湖北省自然资源厅	湖北宜安联合实业有限责任公司、中铁工程装备集团技术服务有限公司
280	凿岩机器人技术运用	矿山开采作业、运输、安全管理等环节	利用自动化控制和机器人技术，远程安全完成掌子面自动扫描、设备及钻孔自动定位、掌子面孔底平齐、设备自检、远程挪车、作业安全区监视及禁入、多结构多工况下的自动钻进及钻进辅助纠偏等工作，辅以远程一键启停、一键干预等功能，实现自动	1.矿体自动扫描及钻孔定位技术。 2.孔位自动布置技术。 3.自动钻进技术。 4.故障、事故分级分类报警及预处理技术。	该技术在树崆坪磷矿成功应用，掘进进尺2700多米，安全、质量、作业效率及成本控制等各项指标均满足矿山井巷凿岩作业安全环保标准。	湖北省自然资源厅	湖北兴顺新材料有限公司树崆坪磷矿

			凿岩钻进作业全过程少人化或无人化的目标。				
281	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。	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	湖北杉树垭矿业有限公司
282	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。	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，在生产期排水的目标，安全、节能、降耗，推广应用前景广阔。	湖北省自然资源厅	远安县燎原矿业有限公司

283	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。	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	湖北杉树垭矿业有限公司
284	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。	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	湖北宣化江家墩矿业有限公司

285	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	湖北宣化江家墩矿业有限公司
286	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。	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	湖北省自然资源厅	湖北三宁矿业有限公司

					环境质量，综合效益显著。		
287	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	<p>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</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.分层切顶房柱与两步回采充填采矿结合采矿技术。</li> <li>2.复杂地质条件下顶板、矿柱锚杆锚索锚网联合锚固技术。</li> <li>3.采空区安全处理关键技术。</li> <li>4.地压监测技术。</li> <li>5.实用设备研发运用技术。</li> </ol>	<p>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。</p>	湖北省自然资源厅	湖北兴发化工集团股份有限公司



			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。				
288	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。	该技术可提高资源回采率，减少资源浪费，延长矿山服务年限；充分利用矿山选矿所产生的尾矿，实现尾矿的变废为宝，解决尾矿堆存的环境污染、占地问题；提高井下采矿的安全性。 对我国化工矿山的合理、有序、科学开	中国中化控股有限责任公司	中蓝连海设计研究院有限公司

					发具有重要推广意义。		
289	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	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	河北省矾山磷矿有限公司

			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。				
290	定向井与潜没泵联合采盐工艺	可溶性盐类矿床开采	在盐矿已有溶腔以外的稳定区域钻凿 1 口或者多口定向井，使其在盐层中与溶腔连通，通过定向井向溶腔底部注入淡水，并在另外的定向井中下入潜没电泵抽取卤水形成一个循环通道，实现对溶腔内冒落盐岩残矿的持续溶解和对滞留富卤水的高效抽取。	1.井址选定。 2.定向井设计。 3.潜没电泵选型。 4.开采工艺确定。	该技术通过有效提升岩盐矿山开采资源回收效率，同步实现地面冒卤污染的防治与卤水浓度的提高，可拓展至其他采用钻井水溶法开采的可溶性矿产，如芒硝、天然碱、	中国盐业集团有限公司	中盐勘察设计院有限公司

					钾石盐等矿种，具备推广应用价值。		
291	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CaCl<sub>2</sub>），通过氯化钙与岩盐</p>	<p>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固结技术。</p>	<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	江苏苏盐井神股份有限公司

			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。				
292	盐井水平井绕障对接技术	老盐矿山提能增产，特别是地面土地条件受限，可用场地较少的矿山	基于盐层与溶腔的三维地质模型和“从下倾方向底部钻进”的工程原理，采用集规划、设计、控制于一体的方法，通过三维轨迹优化算法和随钻测量仪的动态导向，实现精准避开已有溶腔风险，与目标溶腔高效对接，有效提高盐层钻遇率。	1.三维地质建模技术。2.绕障水平井技术。3.精准定位技术。4.带压钻井技术。5.带压固井技术。	该技术可广泛应用于钻井与溶腔对接环节，安全、精准、高效，可在盐矿、天然碱矿、地热井等领域推广。	四川省自然资源厅	四川省非金属（盐业）地质调查研究所

293	岩盐水平分支井联通开采技术	钻井水溶开采盐类水解矿床	基于岩盐易溶于水的特性，通过钻探水平分支井，在地下实现两个及以上目标井的对接联通，构建网状水平通道，以显著增加溶解接触面、扩大控盐区域，并借助多井联动的注采调控，实现提升单井产能、卤水质量与岩盐资源高效回采。	1.钻井设备。 2.定向系统设备。 3.井控装置。 4.泥浆系统。	该技术可广泛应用于岩盐水溶采矿环节，能有效提高生产效率和开采回采率，在天然碱、芒硝、钾盐矿等盐类水解矿床开采中具有良好的应用前景。	四川省自然资源厅	乐山市福川盐业有限责任公司
294	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。	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	青海盐湖工业股份有限公司

二、高效选矿技术							
295	光电选矿与浮选联合流程分选难选低品位胶磷矿技术	难选胶磷矿	通过“光电预选-浮选精选”协同工艺，实现难选胶磷矿的高效富集。一是根据矿石物理特性，利用光电识别技术按颜色进行分选，将磷矿石品位从 13%富集至 22%，完成初步抛废；二是根据矿石表面理化性质，通过浮选工艺对粗精矿进行深度分选，最终获得品位达 31.5%的磷精矿。	1.难选胶磷矿光电选矿技术。 2.难选胶磷矿高效浮选技术。	该技术有效处理难选低品位胶磷矿，将开采边界品位从 18%降至 13%，同时使充填成本下降 40%，大幅提升了资源利用效率和经济效益，为低品位磷矿资源的规模化开发利用提供了技术支撑，推广潜力大。	湖北省自然资源厅	湖北宜化江家墩矿业有限公司、宜昌邦普宜化新材料有限公司
296	磷矿智能光电选矿装置关键技术	中低品位磷矿资源选矿	采用 X 射线穿透智能识别方法，针对不同的物料特征建立与之相适应的分析模型；通过大数据分析，对磷矿石和废石进行数字化识别，最终通过智能识别排废系统将废石排出。	1.X 射线、AI 人工智能和机器自学习技术。 2.物联网、5G 和大数据技术。	该技术可广泛应用于中低品位磷矿资源选矿，具备成本低、无需水洗、绿色节能环保等特点，应用门槛低，适用范围广，易于实施。	湖北省自然资源厅	宜昌宝山矿业有限公司

297	低品位难选胶磷矿正浮选高效抑制剂及分步精选技术	中低品位难选沉积型硅钙质胶磷矿、变质型硅钙质磷矿及其他硅质磷矿、钙质磷矿	一是磷矿正浮选。采用纯碱调整矿浆碱性 pH 值 9.8~10.8，使用抑制剂将硅酸盐、碳酸盐类杂质抑制在槽内，利用正捕收剂将有用磷矿富集在泡沫中；二是磷矿反浮选。采用硫酸或者磷酸调整矿浆弱酸性 pH 值 4.6~5.2，利用反捕收剂将碳酸盐类杂质浮到泡沫中，有用矿物磷留在槽内。	1.磨矿细度精细控制技术。2.硅酸盐碳酸盐高效抑制技术。3.磷精矿分步精选技术。	该技术可推广应用用于我国低品位磷矿选矿，自动化程度高且环保，可解决我国低品位磷矿资源利用问题。	湖北省自然资源厅	湖北楚龙矿业有限公司
298	低镁高倍半难利用胶磷矿重选分流-分质浮选技术	低镁高倍半难利用胶磷矿选矿	充分利用浮选药剂对粗粒矿物和细粒矿物作用能力与效果的差异，开发硅铝酸盐靶向浮选药剂、粗/细粒级矿物专用浮选机及超极限螺旋溜槽重选设备，形成低镁高倍半难利用胶磷矿重选分流-分质浮选技术，达到脱除硅铝酸盐矿物为目的。	1.关键技术：低镁高倍半难利用胶磷矿重选分流-分质浮选技术；铝硅酸盐矿物靶向浮选药剂。 2.关键设备：低粘度粗粒矿物精准悬浮浮选装备；高粘度细粒矿物湍流强化高剪切调浆装备与浮选装备；环保高效型超极限螺旋溜槽重选新设备。	该技术的成功应用，可盘活 10 亿吨低镁高倍半难利用胶磷矿，为磷化工产业链提供充足用矿保障，增加磷矿资源远景保障能力。	湖北省自然资源厅	湖北兴发化工集团股份有限公司



299	胶磷矿光选重选与色选联合选矿技术	白云岩与胶磷矿共生复杂矿分选	通过破碎筛分将胶磷矿进行粒度分级，利用光电分选抛除大颗粒矿石中的高硅废石，采用重选分选出中间粒度矿石中的页岩，采用色选分离重选精矿中的白云岩，富集形成磷精矿。	1.破碎筛分系统。 2.由 X 射线源、X 射线探测器、电气控制系统、识别系统和喷吹系统等组成的光电分选机。 3.有压两产品重介质旋流器。 4.色选设备。	该技术经济性突出，适用性广。投资回收期短，吨矿处理成本较传统工艺降低 30%以上，适用于中低品位胶磷矿，尤其适合白云岩与胶磷矿共生复杂的磷矿资源回收。	湖北省自然资源厅	湖北杉树垭矿业有限公司
300	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。	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	湖北省自然资源厅	湖北杉树垭矿业有限公司

					益方面有重要作用。		
301	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 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ // $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ - $\text{H}_2\text{O}$ 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。	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 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ 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。	国家开发投资有限公司	国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司

302	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。	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综合利用开发方面发展，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。	国家开发投资集团有限公司	国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司
303	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（ $\text{NaCl} \leq 7.0\%$ ），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。	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	青海盐湖工业股份有限公司

### 三、综合利用技术

304	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	青海盐湖工业股份有限公司
305	低品位、高镁锂比盐湖卤水连续制取电池级碳酸锂技术	盐湖提锂	基于锂离子与吸附剂表面活性位点的特异性相互作用原理，采用先进的连续吸附工艺、高效吸附剂，控制工艺过程参数，初步分离镁、锂，形成合格液，经多级纳滤除杂及反渗透浓缩，进一步分离镁、锂，形成产水，再进一步除杂浓缩，形成高锂母液，实现高镁锂比卤水中锂的选择性分离，高锂母液加入碳酸钠溶液反应后，通过结晶分离、洗涤、干燥形成碳酸锂产品。	1.碳酸锂反应器。 2.全自动一体化压滤机。3.全自动红外电加热干燥机。	该技术可广泛应用于盐湖卤水制锂企业，能有效选择性分离高镁锂比盐湖卤水中的锂资源，为低品位、高镁锂比盐湖卤水提锂提供技术参考，在我国青海、西藏等西部盐湖锂资源开发利用中具有广泛用途。	中国化学工程集团有限公司	东华工程科技股份有限公司

306	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。	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国化学矿业协会	辽宁首钢硼铁有限责任公司
-----	----------------	--------------------------	---	---	--	----------	--------------

307	超高掺量磷石膏制备轻集料产业化关键技术	用于建材、公路、市政等领域	通过“改性陈化-造粒成球-集料养护-集料打磨筛分”的协同流程，实现磷石膏的高值化利用。一是通过碱性材料粉磨改性并陈化，将有害水溶性磷、氟转化为难溶物，净化原料；二是将改性磷石膏与活性矿物掺合料及碱激发剂和水混合造粒，形成规范球坯；再经水养护生成致密的钙矾石和 C-S-H 凝胶结构，强化球体；三是通过打磨筛分，去除表面碳化层、提高集料表面的密实性并经筛分分类，获得高品质人工集料产品。	1.磷石膏改性陈化生产线。 2.造粒成球生产线。 3.集料养护系统。 4.集料打磨筛分生产线。	该技术契合国家推动磷石膏资源化利用的战略导向，能够消纳磷石膏，减少磷石膏堆存占地面积，还可以通过降低建材成本，增强市场竞争力，推广潜力较大。	湖北省自然资源厅	湖北昌耀新材料股份有限公司
308	磷石膏定向萃取耦合晶体重构与深度净化回收关键技术	磷石膏综合利用	将磷石膏中主要成分石膏与主要价成分磷，通过分步萃取再结晶的方式提取出来，实现资源的综合利用，减少磷石膏排放量。	1.磷石膏深度除杂净化技术。 2.含磷尾渣磷回收关键技术。	该技术可进行深度除杂，将磷石膏变废为宝。可有效推动磷石膏的高端化、高值化的应用，提高国内磷石膏综合利用技术水平，实现磷石膏的资源化利用，促	湖北省自然资源厅	湖北兴发化工集团股份有限公司

					进磷石膏的消纳利用。		
309	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	湖北三宁矿业有限公司

310	无害化磷石膏用于 矿山生态修复技术	矿山生态修复	<p>一是通过固液分离脱除磷石膏中水溶性的磷、氟以及其它水溶性离子杂质；二是通过氧化钙等碱性物质与磷石膏中游离的水溶性磷和氟发生化学反应生成不溶或难溶物质，同时调节磷石膏 pH 值，获得中性、无腐蚀性的磷石膏；三是利用水泥等固化材料的物理固化作用，防止有害物质的渗出，通过调节固化材料的掺入比例满足不同强度的场景需求。</p>	<p>1.关键技术：管道高浓度防结晶技术；三级逆流水洗与资源回用技术；磷石膏中和技术；磷石膏固化技术。</p> <p>2.关键设备：水洗及管道输送装置；高浓度均质混合装置。</p>	<p>该技术可广泛应用于磷矿山企业，能大量消纳磷石膏，减少固废排放，在矿山生态修复领域具有广泛用途。</p>	中国中化控股 有限 责 任 公 司	中 蓝 长 化 工 程 科 技 有 限 公 司
-----	----------------------	--------	---	--	--	----------------------	-------------------------------



311	低品位磷灰石分级 分区浮选技术	低品位磷灰石选矿	针对低品位磷灰石资源禀赋差、含泥量高、全粒级浮选效果不佳的问题，通过旋流器对入浮物料进行粗细分级，使粗粒级和细粒级物料分别进入不同的浮选区域进行浮选。在粗粒级浮选区域，采用更适合粗颗粒浮选的药剂和工艺条件，增强对粗粒磷灰石的捕收效果，提高粗粒级磷灰石的回收率；在细粒级浮选区域，通过调整浮选药剂和操作参数，减少细粒矿物的团聚和夹带，提高细粒级磷灰石的浮选效率。同时，对不同粒级浮选精矿和尾矿进行分别处理和回收，进一步提高资源的综合利用率，有效解决低品位磷灰石全粒级浮选效果差的难题，提升选磷回收率和磷精粉产量。	1.入浮物料分级技术与装备。 2.脱泥技术与装备。 3.分区浮选技术与装备。	该技术可推广到所有采用浮选技术选别低品位磷灰石的矿山，具备成熟稳定，成本低廉，绿色节能环保等特点，具有较大的推广前景和应用潜力。	中国冶金矿山企业协会	河北钢铁集团有限公司承德柏泉铁矿
-----	--------------------	----------	---	--	--	------------	------------------

312	盐矿伴生盐泥资源化开发技术	盐矿伴生副产物盐泥资源化利用	该技术通过开发“气浮式二沉二洗逆向水洗”工艺，对尾盐泥进行深度净化，得到氯化钠含量（干基）<1.0%、含水率<25%的纯净泥渣；利用泥渣制备盐泥型酸性废水中和剂（COD≤300mg/kg，氨氮≤20mg/kg，总磷≤1mg/kg），实现“以废治废”的工程应用，确保外排废水满足行业标准，为盐泥高价值资源化利用开辟一条新途径。	1.盐矿伴生盐泥除盐提质集成关键技术。2.盐矿伴生盐泥型废酸中和剂利用技术。	该技术解决了长期制约盐业和氯碱行业的环保问题，符合国家绿色低碳政策。通过节约战略盐穴资源、实现盐泥零注井与资源化利用，带来显著的环境与资源综合效益，为行业可持续发展提供了关键支撑，具备广泛的推广前景。	中国盐业集团有限公司	中盐金坛盐化有限责任公司
313	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	中盐内蒙古化工股份有限公司

314	盐析法提硝综合利用技术	盐矿水溶开采、卤水为芒硝型卤水的盐矿山，综合提取伴生芒硝资源	通过加入 NaCl 打破 NaCl-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O 三元体系的平衡，促进芒硝结晶析出，达到提取芒硝的目的。	盐析芒硝结晶器。	该技术可广泛应用于盐矿水溶开采矿山企业中，为提取共伴生芒硝提供了技术参考，促进了矿产资源的综合利用。	湖北省自然资源厅	孝感广盐华源制盐有限公司
315	新型老卤预热析硝六效真空制盐工艺技术	钙芒硝型石盐矿床选矿与伴生矿物芒硝综合回收	利用盐类溶解度随温度变化特性，以及 NaCl-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O 三相共饱和和结晶析出盐析法原理，实现从含盐卤水或工业废水中同时分离回收氯化钠（盐）和硫酸钠（硝）。	1.新型六效真空强制蒸发结晶制盐装置。 2.制盐盐浆三能立式浮洗装置。 3.洗盐老卤回收预热盐析法提硝技术。 4.热法提硝技术。	该技术可广泛应用于钙芒硝型卤水多效蒸发制盐与热法析硝，可有效提升产盐率，降低盐硝生产综合能耗，提升伴生芒硝综合利用率。	湖北省自然资源厅	中盐长江盐化有限公司
316	电池级碳酸钠制备技术	电池级碳酸钠制备	一是依托小苏打生产装置将湿料经过洗涤干燥，通过管道气流输送至煅烧炉；二是通过蒸汽加热使小苏打转化为碳酸钠，经冷却降温后进入粉碎系统和除磁性系统，成品进入包装系统。	纯碱制用煅烧炉废气处理技术。	该方法可推广应用于资源综合利用及小苏打生产领域，可有效解决纯碱制用煅烧炉废气处理问题。	湖北省自然资源厅	湖北双环科技股份有限公司

317	盐穴改建压缩空气储能库地下工程关键技术	盐穴老腔储能库建设	一是通过盐穴有效体积反演算法，实现地下盐穴空间体积快速估算；二是研发低温早强高稳定性盐水水泥浆，完成超大尺寸井筒钻完井；三是提出沉渣空隙“高位注气、低位排卤”扩容方案，实现盐穴沉渣空间的扩容利用。	1.深部盐穴可动用空间体积反演技术。2.大尺寸井筒钻完井技术。3.沉渣空间注气排卤扩容利用技术。	该技术可应用于层状盐岩地层盐穴压缩空气储能库建设工程，可推广于国内外压缩空气储能项目，为盘活盐矿区地下盐穴空间资源、沉渣空间资源提供解决方案。	湖北省自然资源厅	湖北楚韵储能科技有限公司，中能建深地技术（湖北）有限公司
318	钙芒硝提纯制备二水石膏技术	钙芒硝尾矿综合利用	利用硫酸钠和硫酸钙两种物质水溶性差异，使硫酸钠高效溶于水中，采用固液分离技术实现硫酸钠和硫酸钙高效分离，产出二水硫酸钙。其综合性能优于磷石膏和脱硫石膏，完全可以取代天然石膏用作水泥缓凝剂。	1.钙芒硝尾矿高效溶浸技术。2.芒硝石膏制备水泥缓凝剂技术。3.硫酸钙脱钠提纯技术。4.二水硫酸钙脱水技术。5.二水硫酸钙成球技术。	该技术有效解决钙芒硝矿固体废弃物利用问题，同时开发的芒硝石膏产品质量稳定，可以代替天然石膏用作水泥缓凝剂，减少天然石膏开采。	四川省自然资源厅	四川同庆南风有限责任公司



320	磷石膏耦合浮选与多级逆流水洗提质及改性工艺集成技术	湿法磷酸工艺副产磷石膏	一是基于分子识别机制，利用特异性捕收剂与杂质形成疏水复合体，通过气泡携带实现精准分离，显著提升磷石膏白度和纯度；二是基于固-液传质动力学原理，通过边界层调控和选择性溶出，高效脱除可溶性和残留有机物，同时实现有价组分的资源化回收；三是基于晶格修饰与表面钝化协同作用，通过分子设计实现残留微量有害物质的稳定化封装，使产品在分子结构上趋近天然石膏。构建了“浮选分离-水洗提纯-化学改性”的多维处理体系，建立了杂质分离、有害成分稳定化和资源循环的完整技术链。	1.关键技术：高选择性药剂配方体系；“捕收剂-起泡剂-调节剂”三元协同浮选药剂体系；智能响应型改性药剂；“浮选-水洗-改性”全流程耦合系统。 2.关键设备：高选择性智能浮选装置；多场耦合真空带式过滤机。	该技术可广泛应用于我国磷化工产业集中区域，能有效减少磷石膏的堆存量，实现磷石膏的大规模资源化利用，经济和环境效益明显，在磷石膏综合利用领域具有良好的应用前景。	中国化学工程集团有限公司	中国五环工程有限公司
五、数字化智能化技术							

321	磷矿智能化开采数据管控与应用技术	大中型磷矿地下矿山开采	构建安全监测系统、生产控制系统、数据治理工作系统、数据存储、数据质量管理、数据安全管理系统，融合井上、井下各安全生产监测监控与管理数据，打造智能矿山基础信息平台，实现对全矿井全面感知、实时互联、智能决策、自主学习、协同控制与精准运维的智能化协同管控，支撑保障矿山安全生产高效运行，利用数据资产助力矿山科技创新与管理转型。	1.全面及时精准数据采集系统。 2.智能综合管控平台。	该技术可广泛应用于非金属矿山地下开采，提高非金属矿山智能化开采水平，促进矿山智能化开采转型升级，实现矿山企业减员增效、改善作业环境、降低劳动强度，提高矿山安全水平。	湖北省自然资源厅	湖北三宁矿业有限公司
322	大型地下矿山生产作业过程智能调度技术	大中型地下矿山开采	一是基于智能算法探究影响各类装备工效及工序工时的主要因素，推导联合概率密度分布函数，构建特定置信水平下的精准预测模型；二是构建大型磷矿开采装备组合优化配置及多场所多工序串/并行作业计划处理模型；三是建立大型磷矿作业工序与凿岩、出矿、运输等装备的协同调度优化模型，开发矿山生产及作业装备智能管控	1.采矿装备工效和工艺链作业工时精准预测技术。 2.多装备多工序串并行作业计划协同编制技术。 3.复杂生产作业链多装备实时动态调度技术。	该技术可推广应用于国内外大中型矿山企业，全面提升矿山企业的信息化、自动化和智能化水平，推动传统行业转型升级，提高矿山安全水平，促进社会和谐。	湖北省自然资源厅	湖北三宁矿业有限公司

			与动态调度系统，借助智能管控平台对矿山生产过程进行智能调度。				
323	矿井智能化水处理技术	磷矿开采井下水处理	一是通过 PLC 系统控制投放絮凝剂、刮泥、吸泥、压滤、归整材料吸附等流程自动运行，降低和控制磷矿开采生产废水中的总磷、悬浮物、PH 值等指标，实现生产废水总磷、悬浮物等达标排放。二是将沉淀后的污染物通过压滤系统脱水形成泥饼，运送指定位置进行无害化处理。	1.加药系统。 2.反应系统。 3.沉淀系统。 4.污泥脱水系统。	该系统运行稳定，水处理效果明显，实现了智能化管理。处理后的总磷、悬浮物、PH 值等污染物的指标低于标准可排放，具有安全、环保、经济等优点。	湖北省自然资源厅	宜昌华西矿业有限责任公司、武汉大学



324	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	<p>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。</p>	<p>该工艺包括 3 个水仓错峰蓄水-水仓液位控制-电价避峰计算-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。</p>	<p>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。</p>	湖北省自然资源厅	远安县燎原矿业有限公司
-----	--------------	-------------------------	---	---	---	----------	-------------

325	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	湖北三 宁矿 业有 限公 司
326	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、生产信息 管控平台。	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	湖北三 宁矿 业有 限公 司



327	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</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。</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。	河南省自然资源厅	洛阳丰瑞氟业有限公司
-----	------------------	---------------	---	--	---	----------	------------

			道输送到地下采空区完成充填作业。					
--	--	--	------------------	--	--	--	--	--

328	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	顺昌县埔上萤石有限公司
329	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	1.高硅白云质灰岩矿石的 CaO、SiO <sub>2</sub> 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	浙江省自然资源厅	湖州浙宝钙业科技股份有限公司

			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。		灰市场需求量显著增加，该技术推广潜力大。		
330	露天石灰石矿无废开采技术	露天石灰石矿采矿	针对矿体层数较多、厚度偏窄的石灰石矿回收率低、剥离物占比大、采剥成本高等问题。采用 3D 矿体模型、同爆分采、同爆同采等技术，结合小型挖掘设备，对有用组分、矿体顶底板夹层等剥离物进行综合回收利用，实现石灰石无废开采。	1.3D 矿体模型。 2.大条幅爆破技术。 3.同爆同采技术。 4.矿石化学成分快速检测技术。 5.矿石分级回收技术。	该技术可广泛应用于石灰石矿山采矿、加工等生产环节，生产工艺简单、成本低、可操作性强，为石灰石矿的绿色、高效利用提供技术参考，具有良好的应用前景。	河北省自然资源厅	唐山三友矿山有限公司

331	海相沉积砂斗轮式开采水力输送技术	海相沉积型石英砂矿床开采	<p>基于斗轮机械挖掘与管道水力输送原理,通过安装在采砂船前端的大型斗轮装置,在水下滚动切割石英砂矿层,在局部区域形成一定浓度的矿浆,设置阻拦网拦截 10cm 以上矿物,利用水下泥浆泵抽取矿浆输送至指定地点;在地面设置筛分、脱泥、分级等除杂工序,除去杂草、树根、砾石和泥质土块,以及细粒级砂和部分含铁泥质矿物,获得到高品质选矿原料。</p>	<p>1.斗轮式采砂船开采技术。 2.管道水力输送技术。 3.多级除杂预先抛尾技术。</p>	<p>该技术可推广应用到海相沉积型石英砂矿床,具有高效、绿色、节能、环保等特点。</p>	海南省自然资源和规划厅	凯盛石英材料(海南)有限公司
332	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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</p>	中国砂石协会	宏大爆破工程集团有限责任公司、福建省新华都工程有限责任公司、鞍山矿业爆破有限公司、北京中科力爆炸技术工程有限公司



					用率提高 3%左右，推广潜力大。		司、湖南涟邵建设工程（集团）有限责任公司
二、高效选矿技术							
333	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	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。	该技术可有效提高石墨选矿的大鳞片比例，有效减少粗磨对石墨鳞片的破坏，减少设备投资、降低能耗、节省用地，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	苏州中材非金属矿工业设计研究院有限公司

			<p>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。</p>				
334	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	<p>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%。</p>	<p>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。</p>	<p>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</p>	中国非金属矿工业协会	烟台市富林矿山机械有限公司

					水污染问题，推广潜力大。		
335	硅灰石选矿提纯技术	硅灰石选矿	通过全自动化集控操作，对硅灰石原矿进行提纯，形成加工硅纤产品所需的原料；选矿选出的硅灰石精矿用于深加工成硅纤产品销售，选出的尾料用于建筑材料销售和井下采空区充填，实现固体废物零排放与矿产资源全组分利用，大幅提升资源利用效率和效益。	1.STEINTRT 高梯度磁选机。 2.MOGENSEN 色选机。	该技术通过提纯增加硅灰石利用价值，提升企业经济效益，技术工艺无污染、无废水，环境友好程度高，推广潜力大。	湖北省自然资源厅	湖北冯家山矿业有限公司

336	智能化预分选技术	粗粒级矿石分选	一是分析硅石、废石表面纹路、光泽、质感、状态、颜色等特征，将深度卷积神经网络(CNN)引入可见光光电分选领域，采用人工智能手段进行物料图像分析处理；二是采样 CNN 局部链接、权值共享、多卷积核等方法，自动提取物料多维立体特征，构建数据库；三是扫描被选物料表面信息，与数据库信息对比，自动挑选符合要求的有用矿物。	1.开放性建模平台。 2.智能学习智慧监测系统。 3.人工智能分选系统。	该技术可推广应用到矿产资源精细筛选和选矿环节，具有提升产品质量、提高分选效率、环境适应性强等优点。	湖北省自然资源厅	谷城兴发新材料有限公司
337	液压高频筛设备技术	砂石骨料、矿山、建材等行业	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	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。	该设备对干式细物料的筛分有良好应用效果，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。	中国砂石协会	南昌矿机集团股份有限公司

			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。				
338	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 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ （或 $\text{TiO}_2$ ）的含量，增加产品白度，有效提高产品的质量品级。	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	广东省地质实验测试中心(广东省矿产应用研究所)

339	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	<p>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。</p>	<p>1.动态零挥发技术。</p> <p>2.开发以超导磁分离为核心的非金属矿分选技术。</p> <p>3.大口径（直径 600mm）超导磁选机。</p>	<p>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。</p>	中国非金属矿工业协会	江苏旌凯中科超导技术有限公司
-----	--------------------	------------------	---	---	--	------------	----------------

340	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	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。	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。	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。	中国砂石协会	南昌矿机集团有限公司
341	智能单缸液压圆锥破碎机制砂机技术	砂石骨料生产、金属非金属矿山破碎后的二次制砂、基建工程配套	高效智能的单缸液压圆锥破碎制砂机基于层压破碎原理，通过动锥（破碎锥）与定锥（固定锥）之间的相对运动，对物料施加挤压、冲击和剪切力，实现破碎。工作时，物料从上部给料口进入破碎腔，动锥旋摆使物料在破碎腔内受到多次挤压破碎，最终从排料口排出。液压系统在智能化控制系统的加持下实时调整排料口大小，控制	1.预失效技术。 2.智能化技术。 3.全滚动轴承偏心套。 4.层压破碎技术。	该技术适用于砂石骨料及矿物破碎，可推广至资源大省及生态保护区周边矿山，解决环保与资源高效利用矛盾。	中国砂石协会	浙江双金机械股份有限公司

			产品粒度，同时当遇到不可破碎物（如金属块）时，液压系统自动卸压，动锥下降让异物通过，避免设备损坏。				
342	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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.针片状颗粒筛分技术。</li> <li>2.骨料级配调整技术。</li> <li>3.精准破碎整形技术。</li> <li>4.针片状专用条形筛网。</li> <li>4.砂石骨料整形机。</li> <li>5.级配调整装置。</li> </ul>	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	江苏山宝集团有限公司



343	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国砂石协会	威海市海王科技有限公司、威海市海王旋流器有限公司
-----	--------------------	-------------	--	---	---	--------	--------------------------

344	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国砂石协会	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
-----	------------------	----------------------	---	---	---	--------	--

### 三、综合利用技术

345	石灰石资源综合利用技术	石灰岩、花岗岩、大理岩等建筑用石料矿山	根据爆破理论和爆炸动力学原理,通过优化爆破参数,采用“中部空气间隔-不连续装药”改善岩石破碎效果。选用颚式破碎机,破碎腔内物料充满程度较好,受力比较均匀。采用棒磨制砂系统,对低品位石灰石进行棒磨制砂,合理利用资源。采用尾矿综合利用系统和废水加工处理循环利用工艺,对废水尾矿进行固液分离,得到尾矿砂、泥饼和可循环利用的清水。	1.中部空气间隔装药爆破技术。 2.爆堆定位与品位测定技术。 3.爆破块度识别技术。 4.废水循环利用技术。 5.破碎工艺系统。 6.尾矿综合利用系统。 7.低品位石灰石制砂系统。	该技术为石灰岩、花岗岩、大理岩等建筑用石料矿山资源综合利用提供了示范,有效解决建筑用石料矿山尾矿排放,难以回收的问题,充分利用尾矿资源,保护环境,降低排放成本,综合效益显著,适用于我国各类含泥量高,破碎难度大的建筑用石料矿山。	湖北省自然资源厅	武汉大学
346	综合利用非金属矿山尾泥制备再生土壤技术	各类金属、非金属矿山的尾泥处理	基于矿物成分分析与土壤成分匹配原理,对矿山尾泥和磷石膏进行系统的物理化学性质检测。充分利用矿山尾泥中的矿物成分、磷石膏的胶凝特性及畜禽粪污成分与微生物进行复配,通过添加特定的固化剂、改良剂和微生物菌剂,固化重金属离子,	1.尾泥预处理技术。2.有机质发酵技术。3.重金属稳定化技术。4.土壤结构改良技术。5.微生物强化技术。	该技术可广泛应用于磷石膏、煤矸石、畜禽粪污等大宗工农固废的综合利用和矿山废弃地、盐碱地、荒漠化土地治理,为废弃土地修复提供技术支撑。	湖北省自然资源厅	中能建民本(湖北)新材料有限公司

			适配目标应用场景对土壤的要求。				
347	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。	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	浙江钙科技股份有限公司

348	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%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的关系, 适当降低 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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, 窑皮不均齐, 频繁出现结大球现象。通过调整熟料三率值、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量, 降低 p, 降低液相粘性; 同时调整 SO<sub>3</sub> 和 K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O 含量, 并可以提高 C<sub>3</sub>S 实际含量和 C<sub>3</sub>S/C<sub>2</sub>S 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>	<p>1.配料优化调整技术。</p> <p>2.中控煅烧操作优化调整技术。</p>	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	安丘山水水泥有限公司
-----	--------------------	-----------------------	---	---	--	----------	------------

349	煤矸石制备煅烧高岭土关键技术	煤矸石深加工	一是选矿提纯矸石原矿，获得高岭土矿物，采用超细粉碎加工制备超细粉体；二是高岭土粉体经煅烧后，形成晶形结构稳定无定形、细度超细、白度高的功能粉体材料。	1.规模化一体同步粗磨制浆技术。 2.规模化超细研磨技术。 3.规模化粉体煅烧技术。	该技术可广泛应用于煅烧高岭土产业，促进了煤矸石固废资源化、高值化利用，具有节能减碳、生态环保等特点，对行业发展与技术进步具有现实意义和战略意义。	中国非金属矿工业协会	内蒙古超牌新材料股份有限公司
350	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。	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。	中国砂石协会	湖州新开元碎石有限公司、南京工业大学

351	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。	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	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。	中国砂石协会	湖州新开元碎石有限公司
352	建筑骨料湿法生产尾料高效回收综合利用技术	面临废渣堆存难、资源综合利用率低等问题的非金属矿山	通过物理分离方法，利用“旋流器+脱水筛”的组合工艺，实现了对建筑骨料生产废水中颗粒的分离、提取及回收，最终获得可资源化利用的超细砂产品。	<p>1.关键技术：旋流器分离技术；脱水筛筛选技术。</p> <p>2.关键设备：旋流器；脱水筛；渣浆泵；胶带机等。</p>	该技术精准针对砂石湿法生产中的细颗粒流失与尾料处理难题，通过“工艺-智能-资源”三大创新，实现了经济与环保效益的统一。该成功模式为行业内巨量存量及新增资源的高效绿色开发提供了可复制的路径，对推动	湖北省自然资源厅	中电建长嵎（浠水）新材料有限公司

					“零废矿山”建设意义大，推广潜力大。		
353	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	<p>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</p>	<p>1.高浓度擦洗-选择性磨矿技术。2.提高径厚比后重选去除白云母技术。3.剥片分级-絮凝浮选技术。4.新型高效药剂浮选技术。</p>	<p>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。</p>	中国非金属矿工业协会	武汉理工大学



			98%，浮选成本约为传统药剂的 60%。				
354	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	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	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

			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。				
355	大理石矿山废料综合加工利用技术	石材矿山废石、废渣综合利用	通过物理、化学或生物手段对废弃大理石废料进行高效转化与再利用,使其重新进入生产或生态循环系统,实现“减量化、再利用、资源化”的目标。	“生产端-应用端”闭路循环技术。	该技术可推广应用于石材类矿山领域,在矿山安全发展、绿色运行、环保治理等方面有突出贡献。	湖北省自然资源厅	咸丰县明龙石业有限责任公司

356	环保型絮凝剂制备技术及应用	矿山废水处理技术	通过引入阳离子型生物絮凝剂，有效提升固液分离效率。一是正电荷基团中和颗粒表面负电荷，使 Zeta 电位趋零，实现颗粒初始脱稳；二是柔性长分子链通过“吸附架桥”作用，跨越 10~100μm 距离连接多个脱稳颗粒，形成“颗粒-聚合物-颗粒”的宏观絮团；三是在沉降过程中，絮凝剂形成的三维网状结构对微细颗粒产生强大的“网捕卷扫”效应，从而实现固液高效分离。	1.环保型高效絮凝剂制备技术。2.智能加药及矿山废水处理技术。	该技术推广前景广阔，其“以废治废”循环经济模式，促进农业秸秆与矿产固废资源化利用。产品具备环境友好性，可快速生物降解，避免土壤长期污染；形成的污泥生物降解性好，可作为土壤改良剂；对 Cu <sup>2+</sup> 、Pb <sup>2+</sup> 等重金属离子固定化效率高，能显著降低环境风险，实现资源循环利用。	中国电力建设集团有限公司	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、浙江华东工程建设管理有限公司、中国电建绿色砂石产业技术研究中心、水利水电规划设计总院有限公司
-----	---------------	----------	---	---------------------------------	--	--------------	--

357	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	<p>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。不合格的材料再次经过细碎、超细碎后生产出合格产品。</p>	<p>1.层压破碎、揉搓整形、负压除尘的制砂集成新工艺。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	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。	中国砂石协会	河南黎明重工科技股份有限公司、世邦工业科技股份有限公司、郑州机械研究所有限公司
-----	-------------------	---	---	---	--	--------	---

358	石灰岩矿山固废资源化利用优化集成技术	非金属矿山固废资源综合利用	以矿山固体废弃物的“减量化、资源化、再利用”为核心，将矿山初级破碎筛分、产线破碎筛分除尘等环节产生的粒径<5mm 石子、石粉和泥土混合物等固体废弃物，通过针对性工艺转化为机制砂、水泥稳定材料、超细钙粉等高附加值绿色新型建筑材料，实现高效生产与生态保护的协同。	1.复合选粉分级技术。 2.定量給料技术。 3.大型冲击式破碎技术。 4.高频振动筛分技术。 5.多模式生产调控技术。 6.超细粉高值化利用技术。	该技术可广泛应用于露天矿山固废综合利用环节，技术工艺简单、可操作性强，资源循环利用和环境保护效益明显，在各类露天非金属矿山，尤其是砂石骨料矿山的固废综合利用方面具有广泛用途。	山东省自然资源厅	山东济钢环保新材料有限公司
四、绿色低碳技术							
359	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	采用悬浮预热器+回转窑+回转冷却机组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，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。	该技术利用矿山开采的粉末菱镁石以及 0-30mm 固体粉末菱镁石为原料生产活性氧化镁，提高固体粉末菱镁石利用率和资源利用效率，有助于环境治理，减少对环境污染，应用前景广阔，易于推广实施。	中国非金属矿工业协会	鞍山新科环保设备有限公司

360	石灰石粉“土壤化”利用技术	石灰岩矿山开采石粉处理、“石漠化”地区治理等场景	通过给石粉颗粒间加入改性的植物纤维素黏合剂后，经过搅拌使得石粉具有与自然土壤相同的生态-力学属性，同时具有很强的存储水分、养分和空气的能力，将石粉“土壤化”并运营于矿区周边荒沟荒地、矿山采空区以及“石漠化”地区治理。	1.改性植物纤维素黏合剂。 2.旋耕机等对石粉地表层进行搅拌的机械设备。	该技术为全国矿山行业探索出一条资源集约、生态优先、产业协同的高质量发展路径。将石漠化土地、喀斯特地形、低效林地转化为适宜大型农机作业的高标准耕地，有力支撑“全域土地综合整治”重大战略规划落地，形成“矿山开采+土地整治+土壤治理”高效治理新模式，实现矿山固废资源化利用。技术实施费用低、工艺简单，适合面向全国石灰石矿山全面推广。	重庆市规划和自然资源局	重庆恒昇大业建筑科技集团有限公司
-----	---------------	--------------------------	--	---	---	-------------	------------------

361	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	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 带式输送系统大功率永磁电机直驱技术。</li> <li>2. 带式输送系统空间转弯技术。</li> <li>3. 带式输送机自适应控制技术。</li> <li>4. 带式输送系统故障检测技术。</li> <li>5. 大功率智能永磁直驱电机。</li> </ol>	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	力博重科技股份有限公司、武穴市长江矿业有限责任公司
-----	---------------------	-----------------------	--	--	--	--------	---------------------------

362	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</p>	<p>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>	<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	景津装备股份有限公司
-----	-----------------------	-----------------------	---	--	---	--------	------------



			<p>压滤机，具有处理量大，不用人工干预自动脱泥。</p>					
--	--	--	-------------------------------	--	--	--	--	--

363	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	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国砂石协会	山东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
-----	-----------------	---------------	---	--	--	--------	--

364	露天矿山压缩空气储能（CAES）输运-钻爆-破碎绿色生产技术	各类大型露天矿山	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国砂石协会	湖北楚道凿岩工程有限公司
-----	--------------------------------	----------	---	--	---	--------	--------------

365	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生环节	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”。	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	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
五、数字化智能化技术							

366	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	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）
367	建材矿山 5G 智能化开采及矿产资源综合利用	建材矿山开采	根据绿色智能化零碳矿山建设，围绕矿区的生产主线穿孔、爆破、铲装、运输流程，将数字信息化技术、低延时 5G 工业互联网、大数据、北斗和 GPS 定位、三维仿真技术等现代高新技术运用到传统采矿行业中，并通过建设光伏储能项目提供清洁能源，打造零碳、无人、智能化的绿色矿山。	1.关键技术：5G+北斗高精度定位；开采调度指挥与全方位生产控制智能化决策平台。 2.关键设备：无人矿车；智能挖机；远程操控钻机；破碎站；无人值守地磅。	该技术可推广到我国非煤露天矿山开采，具备安全、降本、增效发展的优势，具有较大的推广前景和应用潜力。	河南省自然资源厅	焦作千业水泥有限责任公司

368	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。	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	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司
-----	---------------------	---------------------------------------	--	--	---	----------	------------------

369	熔剂石灰石矿数字化开采技术	石灰石资源综合高效利用。	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>该技术已经形成了完整而实用的成套技术，能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。</p>	甘肃省自然资源厅	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司
-----	---------------	--------------	---	--	---	----------	------------------

370	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。	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	甘肃省自然资源厅	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司
-----	----------------	------------------	---	--	--	----------	------------------



371	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。	<p>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。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>4.通过 ID 卡或终端操作确定汽车、挖机与采区、平台联系。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol>	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	湖州新开元碎石有限公司
-----	---------------	--------------------	---	--	---	----------	-------------

372	矿区大数据三维地质孪生模型	建筑砂石骨料矿	<p>基于数字孪生的核心理念，综合利用三维GIS、物联网定位、虚拟仿真及一体化业务平台等信息技术，整合四量四率、地质、生产、人员与车辆等多元实时数据，在数字空间构建与真实矿山同步的动态三维模型，实现资源源头品质控制，精准配矿，提高产品质量，降低生产成本以及安全事故发生率。</p>	<p>1.建筑骨料四量四率监测技术。2.矿山生产业务数据库。3.矿山三维动态地质孪生模型。</p>	<p>该技术可广泛应用于建筑砂石骨料矿山的基建、生产、闭坑等环节，具有动态化、智能化、高效化的特点，能优化勘探设计、提高资源利用率、降低开采成本、精准计算剩余资源储量、指导矿山生态修复，在建筑砂石骨料矿产的开发利用过程中具有广泛用途。</p>	中国砂石协会	湖州新开元碎石有限公司
373	砂石骨料生产智能化设计与控制技术	非金属矿骨料生产	<p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>	中国砂石协会	山东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
374	多源数据融合砂石矿山三维数字孪生全流程管控技术	露天矿山、井工矿山、砂石加工骨料基地等场景	以虚实同步映射与数据闭环驱动为核心原理，通过构建高精度三维数字孪生模型，实现物理矿山与虚拟空间的实时交互与协同优化，形成“感知-建模-分析-决策-执行”的闭环控制链条，确保物理设备与数字模型在时空状态、运行逻辑等方面保持高度一致，最终实现矿山全流程的透明化管控与智能化演进。	1.多源数据融合技术。 2.三维孪生建模技术。 3.智能决策优化(机器学习)。	该技术可广泛应用于建筑砂石骨料矿山生产环节，具备快速部署、操作简便、稳定可靠等特点，为矿山盘活资源、优化管理、尾矿再利用等方面提供技术参考，在亟待应用升级的大中型砂石矿山中具有广泛用途。	中国砂石协会	上海云统信息科技有限公司

375	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、砂石矿的矿石运输；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。	1.增程器专用高效发电机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	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
-----	-----------------	--	--	--	---	--------	--

放射性矿产类

376	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	中广核铀业发展有限公司
-----	----------------------	---	---	--	---	------------	-------------

注：技术的推荐单位、申报单位排序不分先后。