

# 湖北省经济和信息化厅办公室

鄂经信办函〔2022〕19号

## 省经信厅办公室关于推广国家工业资源综合利用先进适用工艺设备目录的通知

各市、州、直管市、神农架林区经信局：

为贯彻落实《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，加快工业资源综合利用先进适用技术装备推广应用，持续提高工业资源综合利用效率，国家工信部、发展改革委、科学技术部及生态环境部联合发布了工业资源综合利用先进适用工艺技术目录（2021年第32号公告）。现将《国家工业资源综合利用先进适用工艺设备目录（2021年版）》印发你们，请认真遵照执行。

联系人：陈志红

联系电话：027-87236535 18907161506

附件：国家工业资源综合利用先进适用工艺设备目录  
（2021年版）

湖北省经济和信息化厅办公室

2022年3月1日

办公室



中华人民共和国工业和信息化部  
中华人民共和国国家发展和改革委员会  
中华人民共和国科学技术部  
中华人民共和国生态环境部

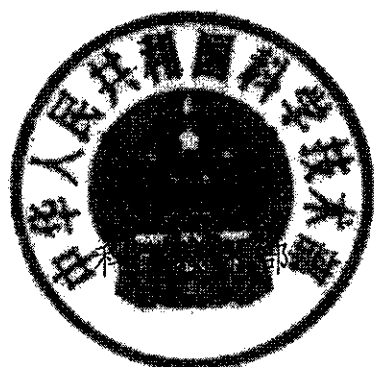
# 公 告

2021年 第32号

为贯彻落实《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，加快工业资源综合利用先进适用技术装备推广应用，持续提高资源利用效率，我们编制了《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录（2021年版）》。现予公告。

附件：国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录  
（2021年版）

(此页无正文)



2021年11月25日

附件

《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录（2021年版）》

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
<b>一、研发类</b>				
<b>(一) 工业固废减量化</b>				
1	MAC—CAR 技术	对高盐高浓度难降解有机废水进行生物处理与蒸发结晶处理，可有效减少污泥产生量，蒸发结晶系统将盐水进行分离，得到工业盐，二次蒸汽通过压缩再次利用，达到节能的目的。	<b>关键技术：</b> 活性膜生物反应器技术；纳滤反渗透技术。 <b>主要技术指标：</b> 结晶器出水 COD 浓度 250mg/L 以下，污泥浓度达到 10g/L 以上，生物反应池内的污泥浓度能够达到传统生物反应池的 2~3.5 倍，二次蒸汽潜热全部循环利用。	高盐高浓度难降解有机废水处理
2	滚动轴承锻件减留量工艺系统	对下料、锻造、数控车削等工艺进行整合、优化，形成适宜数控车削加工工艺方案，实现锻造原料和锻后废料减量化。	<b>关键技术：</b> 锻件重量控制技术；锻件仿形锻造设计。 <b>主要技术指标：</b> 同型号锻件原料减重约 5% 以上。	锻造废物减量化
<b>(二) 工业固废综合利用</b>				
3	生物质加压干燥—热解和能量回收装置	该设备集成了固定床干燥—热解与气流床气化技术，采用带有可开闭承压盖的压力容器作为生物质干燥—热解—热解回收反应器，系统设置多套气体进出管路、进排气阀门、气体喷射泵和气体分离等装置。利用加压模式显著提高换热器传热	<b>关键技术：</b> 生物质干燥—热解—能量回收反应器；加热和能量回收组件。 <b>主要技术指标：</b> 单一反应器的干燥和热解装置的处理规模可以在 1~2000t 范围调整；冷煤气效率大于 70%；无二次污染。	废弃中药渣、造纸黑液、制糖固体废弃物等生物质热解气化

序号	工艺设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
4	两相流旋流器	<p>通量,在反应器内对生物质固废进行干燥、热解,并回收能量,既可提高可燃气转化效率,也可避免焦油等二次污染。</p> <p>两相流旋流器由无溢流管旋流器和带压力分级管水封箱构成,通过构建水力旋流器内固、液两相流场和器外压力分级场,不仅稳定离心分级区域和分级过程,提高切向分离速度和分离强度,同时还对沉砂产粉增加了压力分级过程,设备分级性能显著提高,可有效解决磨矿分级系统中常规水力旋流器溢流跑出、沉沙夹细、分级效率低等问题。</p>	<p>关键技术:无溢流管水力旋流器;带压力分级管水封箱。</p> <p>主要技术指标:机组分级效率达到89.4%,精矿产率和回收率提高。</p>	<p>有色金属、黑色金属、非金属、石油、食品等行业的分级脱泥</p>
5	高性能冷拌冷铺超薄磨耗层摊铺技术与装备	<p>对原热拌沥青混合料的摊铺设备进行改造,加装前段搅拌送料装置,并在熨平板后板多加一组副分料杆,形成冷拌冷铺超薄磨耗层的施工工艺装备,能够根据施工环境和原材料的变化,精准控制复合改性乳化石青混合料的破乳时间,实现常温条件下混合料拌合、摊铺和碾压,可有效延长施工季节,减少高温有害气体排放。</p>	<p>关键技术:常温拌和、摊铺和碾压技术。</p> <p>主要技术指标:拌和温度为常温;与传统的热拌沥青混合料相比节能80%以上。</p>	<p>适用于新建路面功能层或者旧路面养护</p>
6	装配式烧结墙板技术装备	<p>采用智能控制,以工程泥浆、工程废弃土、淤泥、污泥、污染修复土壤、煤矸石、粉煤灰等为主要原料,通过预处理、精细配伍、成型编码、水气分离、高温处理、规格定型、表面处理、多材复合、智能装配、水电预设、成型吊装等工序制成烧结砌块、板材,并组装成型,实现装配式烧结</p>	<p>关键技术:原料细碎加工陈化配料系统;双级真空半软塑挤出成型及切码编组系统;初级高温处理和上下架摆渡系统;天然气脉冲高温处理和运转摆渡系统;装配式墙板成型系统;自动创制打磨回转系统;填充原料板的自动化取料机器人装置;填充模块的全自动切割整形装置;填充模块的自动装</p>	<p>煤矸石、粉煤灰、污染修复土壤、污泥、工程废弃土等固废原料生产烧结砌块、板材等建筑材料</p>

序号	工艺设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		<p>墙板的一体化、功能化、工业化、预制化的全自动批量生产。</p>	<p>填出料装置；全自动填充复合装置；自动化砌墙垂直度矫正装置；墙板部件组的换位转移装置；模块化自动砌墙装置；全自动砂带打磨抛光系统；全方位水刀切割机器人装置等。</p> <p><b>主要技术指标：</b>半软塑挤出压力<math>&gt;4.0\text{MPa}</math>，真空度<math>\leq -0.093\text{MPa}</math>，挤出宽度<math>&gt;950\text{mm}</math>，挤出高度<math>&gt;350\text{mm}</math>，板材平面平整度<math>\pm 1.5\text{mm}</math>，垂直度误差<math>&lt;2\text{mm}</math>，可任意形状，切缝宽度<math>&lt;2\text{mm}</math>，切割厚度<math>&gt;300\text{mm}</math>，水切割尺寸精度达到<math>\pm 2\text{mm}</math>，全过程自动化智能化控制；工业固废掺加量可达到100%。</p>	
7	耐水石膏自流平砂浆工艺技术	<p>该技术通过激发剂与pH调节剂对原材料进行激发与调整，使石膏的针状晶体交织在一起生成致密结构，显著提高材料的抗压强度，并加入适量云母粉产生二维片状阻隔，有效提高材料的抗渗透性、耐磨性、耐腐蚀性等。</p>	<p><b>关键技术：</b>耐水石膏基自流平砂浆优化配方；改性激发剂。</p> <p><b>主要技术指标：</b>材料抗压强度达<math>30\text{MPa}</math>以上；软化系数<math>0.6</math>以上；吸水率小于<math>10\%</math>；磷石膏掺量达到<math>85\%</math>以上；<math>3\sim 5\text{min}</math>混合均匀。</p>	工业副产石膏综合利用
8	钛石膏资源循环利用技术成套装备	<p>采用超滤膜组件将钛白企业的酸性废水中的偏钛酸进行回收，通过纳滤膜组件将酸性废水中的硫酸亚铁和硫酸进行分离，分离出的硫酸亚铁回用，净化的稀硫酸送至中和长晶工序。长晶完成的钛石膏浆液再经脱水分离、低温慢烧处理变成钛石膏产品或深加工成石膏制品。</p>	<p><b>关键技术：</b>酸性废水净化技术；钛石膏中和长晶技术；钛石膏脱水技术；钛石膏低温慢烧技术。</p> <p><b>主要技术指标：</b>钛石膏晶体粒径增长至<math>60\mu\text{m}</math>以上，石膏品位提高到<math>90\%</math>以上，钛石膏附着水降低至<math>12\%</math>以下，可溶性镁、钾、钠均满足《脱硫酸石膏》(GB/T 37785—2019)二级标准；建筑石膏粉性能达到《建筑石膏》(GB/T 9776—2008) 3.0级指标；<math>\alpha</math>-高强石膏性能达到《高强石膏》(JC/T 2038—2010) <math>\alpha 50</math>指标。</p>	钛石膏综合利用

序号	工艺技术设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
9	全自动伺服液压钢渣粒子钢热压成型机	主要用于回收再利用从钢厂废炉料中分选出来的粒子钢。通过成型机将铸铁屑、钢屑、铜屑、优质矿粉等金属原料通过高压直接压成圆柱状或者其他形状的饼块，用作高炉冶炼原料。采用该技术可减少储运、回收再利用过程中运输、冶炼的损耗。	关键技术：粒子钢热压成型机。 主要技术指标：设备上料、压制、出料全工序循环时间 $\leq 20s$ ；粒子钢投炉回收损耗 $\leq 10\%$ 。	钢厂废炉料里分选出来的粒子的回收再利用
10	CO <sub>2</sub> 深度矿化养护混凝土建材关键技术	该技术通过CO <sub>2</sub> 与混凝土中的钙、镁组分之间的矿化反应，将CO <sub>2</sub> 固化到混凝土中，封存温室气体，并提高混凝土强度和耐久性。CO <sub>2</sub> 可从周边工业企业排放的烟气中捕集获取，或从化工厂等副产CO <sub>2</sub> 的企业获取。	关键技术：CO <sub>2</sub> 梯级均压矿化养护制度。 主要技术指标：固废混凝土砌块能达到MUI5、MUI10的优等品标准，CO <sub>2</sub> 利用率 $\geq 90\%$ 。	CO <sub>2</sub> 矿化强化商砼等低碳建材；固废综合利用生产建材
11	气化渣脱碳与铝硅资源分质利用技术	以煤化工行业产生的气化渣为原料，综合应用界面改性、脱碳、活化除杂与聚合调控耦合、稀碱解离等技术制备净水剂，可使气化渣中的杂质高效脱除，有效解决气化渣资源化高值利用瓶颈。	关键技术：气化渣界面改性、脱碳技术；活化除杂与聚合调控耦合制备聚合氯化铝技术；活化渣稀碱解离制备高模数低杂质水玻璃技术。 主要技术指标：活化渣脱碳率 $> 90\%$ ，杂质脱除率 $> 90\%$ ，重金属脱除率 $> 85\%$ ；得到的净水剂产品氧化铝含量 $> 8\%$ ，水玻璃模数 $> 3.2$ ，氧化硅含量 $> 26\%$ ；活性炭产品比表面积 $> 260m^2/g$ ，产品均满足国标或行标要求；全过程无二次污染物产生。	煤化工行业产生的气化渣综合利用领域
12	含钕钢渣资源化利用	该工艺的核心设备是酸浸反应釜和高钒石膏分离装置。酸浸反应釜可将含钕钢渣中的铁、锰、镁、铝等元素去除；高钒石膏分离器通过浮选使石膏和钕渣分离。其中，钕渣可用于后续提钕，钛白废酸可回收利用，实现低价值含钕物料的综合	关键技术：酸浸反应釜；高钒石膏分离器。 主要技术指标：酸浸反应釜可实现后续石膏硫酸钙含量 $> 85\%$ ；高钒石膏分离器可实现石膏分离率 $> 90\%$ 。	含钕钢渣综合利用



序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
13	钎渣提钎工艺中采用立窑氧化焙烧技术及卸料送料设备	主要包煅烧立窑、双层卸料机、偏心轴盘式送料机等设备，以含钎废渣为原料，以天然气为燃料，通过精准控制立窑中温度，使钎渣充分氧化，得到五氧化二钎，可有效提高钎转化率。	<b>关键技术：</b> 氧化焙烧立窑；双层卸料机；偏心轴盘式送料机。 <b>主要技术指标：</b> 烧窑输出温度维持在900±5℃；钎转化率达到89%以上。	含钎废渣综合利用及有色冶金、矿业氧化焙烧
14	污泥造粒成型系统	该系统利用高压对辊成型机系统，将污泥未料进行综合处理并造粒成型，形成热解用污泥料块，实现污泥减量化、无害化处理。	<b>关键技术：</b> 高压对辊成型机系统。 <b>主要技术指标：</b> 造粒成型机线压力达到110kN/cm；产量5~8t/h；造粒能耗达到25kWh/t，低于同类工艺能耗水平；13mm以上块料跌落强度可达到99%。	城市污泥等领域的成型造粒
15	粉煤灰提取氧化铝联产超白玻璃、分子筛、硅肥等集成技术	高铝粉煤灰经预脱硅、生料浆制备、熟料烧成、熟料溶出等工序，产出氧化铝；脱硅液经碳分、改性、纯化、配料、溶制等工序产出超白玻璃；提铝残渣用于制备高纯度沸石分子筛、硅肥等产品，各产品性能均可达到或优于行业标准要求。	<b>关键技术：</b> 粉煤灰预脱硅—碱石灰烧结法提取氧化铝技术；脱硅液制备超白玻璃技术；提铝残渣制备分子筛工艺技术；粉煤灰提铝残渣制备高效硅肥工艺技术。 <b>主要技术指标：</b> 氧化铝提取率达到48%，氧化铝溶出率高达90%；沸石分子筛产品达到《13X分子筛》(HG/T 2690—2012)要求；硅肥产品的有效硅含量可达30%左右，超过行业标准《硅肥》(NY/T 797—2004)。	高铝粉煤灰综合利用
<b>(三) 再生资源回收利用</b>				
16	废乘用车轮胎连续可控“中/浅度裂解”制备流体橡胶预处理技术装备	以20目左右的废乘用车轮胎为原料，通过双螺杆挤出机螺杆原件组合的改变控制剪切流场，通过控制螺杆直径和长径比以及加热方式来控制温度场，形成度橡胶颗粒裂解的热剪切耦合作用；同	<b>关键技术：</b> 废胎中度裂解过程物料结构演变、调控机理与有害元素迁移转化技术；胶粒在双螺杆挤出机内摩擦传递、复杂传热、渗透传质技术；中度裂解制备流体橡胶专用工业化双螺杆挤出成套设备	废旧轮胎回收利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		时, 根据催化剂的反应特性调节物料在双螺杆挤出机加入位置, 确保流体橡胶的热裂解化学反应顺利进行, 得到由油分、溶胶、固相成分组成的流体橡胶, 其溶胶含量高、分子量低、黏度低, 加工性能好。	的设计与制造; 高性能环保流体橡胶的配方技术; 连续高效绿色工艺设计与系统集成。 主要技术指标: 产量 $\geq 300\text{kg/h}$ ; 吨能耗 $\leq 400\text{kWh}$ ; 流体橡胶的性能指标为: 解聚程度 $\geq 70\%$ , 门尼粘度 ML(1+4) $100^\circ\text{C} \leq 2$ , 溶胶数均分子量为 5000~10000。	
17	124SXS 废钢破碎机及分选生产线	该生产线包括喂料系统、破碎系统、磁选系统、分选系统、输送系统, 通过双磁选和空气分选, 大大提高破碎铁料的纯净度, 具有出料颗粒均匀、效率高、产能大、性能可靠等优点。	关键技术: 破碎机冲击模型仿真技术; 双挡板涡电流分选技术; 高效电磁感应分选技术; 光电分选技术; X射线分选技术。 主要技术指标: 处理废钢密度 $1.1\text{t/m}^3$ 时, 处理效率 $\geq 350\text{t/h}$ 。	废钢、废有色金属分选回收
18	工业固废生产高性能锂电池级锂盐、锂电极材料技术	该技术以工业级金属锂盐和锂加工废碎料(掺量可达 100%) 为原料, 通过低温真空蒸馏, 将沸点较低的钾铷等杂质蒸发收集, 得到锂电池级锂盐。锂电池级锂盐经氨气手套箱锂带挤压, 通过开式组合模具无级连续调整锂带厚度, 利用微张力控制系统卷绕锂带, 轧机轧制后, 得到锂电池级锂带或复合锂带。	关键技术: 低温蒸馏、全封闭卧式高纯惰性气体浇铸、脱模、金属锂提纯技术; 钾铷外部排放收集提纯技术; 模具技术与微恒张力卷绕技术。 主要技术指标: 锂电池级锂盐(带)金属锂含量 $> 99.95\%$ , 钠 $< 0.001\%$ , 钙 $< 0.0054\%$ , 铁 $< 0.001\%$ , 硅 $< 0.005\%$ , 铝 $< 0.001\%$ ; 锂带厚度公差 $\leq \pm 0.01\text{mm}$ , 宽度公差 $\leq \pm 0.1\text{mm}$ 。	金属锂加工废碎料综合利用及锂电池级锂盐、锂带生产加工
19	退役动力电池包柔性智能拆解系统	该装备包括储料及分料机构、上下料机构、智能转运系统、智能拆解系统、视觉定位机构、异形包处理机构、电芯检测机构、模组码垛机构、人机交互系统、电控系统、MES 系统等组成, 适用于各类退役动力电池包智能化拆解作业。	关键技术: 基于知识图谱的拆解图像标注库; 基于工业人工智能技术的柔性智能拆解系统; 基于快速三维形貌测量技术的机械臂智能抓取系统。 主要技术指标: 兼容电池包种类或规格达 20 种以上; 视觉定位机构定位精度至少达到 $0.05\text{mm}$ , 并且定位准确度不低于 98%; 平均单个模组拆卸效率	退役动力电池回收利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
20	废旧风电叶片分级绿色处理循环利用技术	该技术通过风电叶片大型胶解装置、多级破碎装置，对叶片、叶梢和叶中进行分解、研磨获得再生材料，同时通过低温溶解、高压降解、中温热裂解等分离技术实现玻璃纤维与固化树脂的完全分离。分离出来的玻璃纤维可广泛用于作纤维材料制品、水泥及混凝土、公路交通、建筑材料等领域的增强材料。	不高于60s/个，模组无损拆解破损失率不低于98%；智能拆解工作站兼容3种以上模组尺寸，模组吊装时间不超过15s/个；动力电池无损检测分级效率不低于30个/min，模组健康状态及电池性能快速检测准确率>90%。  关键技术：大型胶解装置；多级破碎装置及新型碾压装置；大型热裂解装置；中温无氧、常压、低能耗热裂解技术等。 主要技术指标：全自动横向胶解平均速度5~10min/每道；风电叶片资源化综合利用率达到90%以上。	废旧风电叶片综合利用
21	退役风电叶片工厂智能化切割工艺及设备	该装置由风电叶片精细化剖解设备与风电叶片加工的高效除尘设备组成，一方面剖解设备通过建立模型实现风电叶片的高速、高效、智能化剖解，提高出材率；另一方面除尘设备采用覆膜滤芯，可有效降低粉尘排放，余料和粉尘经过筛选机构收集后用于制作板材。	关键技术：基于三维逆向建模的叶片精细化剖解设备；用于风电叶片加工的高效除尘设备。 主要技术指标：出材率达到70%；正常工作时长过滤风速为1.2m/min，全速过滤时为0.8m/min。	废旧风电叶片综合利用
<b>二、应用类</b>				
<b>(一) 工业固废减量化</b>				
22	工业水处理系统污物原位再生工艺技术设备	将超声波、高压水、压缩空气这三种技术手段集成应用，通过有序匹配，配合专用再生介质，去除滤料内部微孔、滤料表面垢层，不同材质、规格	关键技术：超声波、压缩空气、高压水三位一体的集成型旋转式污物原位再生装置。 主要技术指标：滤料清洁度≥98%；再生滤料/同型	钢铁、有色、石油、 化学化工、火电、 纺织、印染、市政

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		格滤层的污泥,保证滤床层不混乱,使滤料在过滤器/池内快速恢复功能,大幅减少受污滤料等固体废物的排放。	号滤料比表面 $\geq 0.99$ ; 滤层完好率 $\geq 98\%$ ; 实施过程中无污染物外排。	用水等行业工业污水污泥回收及滤料等价值循环利用
(二) 工业固废综合利用				
23	CTX快速磁翻转高场强磁滚筒	该设备磁场作用深度大,强度高,分选皮带速度快,磁系旋转方向和外筒体转动方向相反,相对转速高。在分选区内,作用于磁性颗粒的磁场N极和S极快速变换,使矿石颗粒得到的磁翻转和磁搅动频率高于传统磁选机的数十倍至百倍以上,可充分抛除磁性颗粒之间夹杂的非(弱)磁性颗粒,分选效果好,磁性铁回收率高,尾渣中铁品味低。	关键技术:快速磁翻转技术;高场强技术。 主要技术指标:抛废率较传统工艺设备(如CT型传统磁选机)提高50~500%;磁性铁回收率较传统工艺设备(如CT型传统磁选机)提高约1%;精矿(精渣)品位较传统工艺设备(如CT型传统磁选机)提高1~5个百分点。	低品位和超低品位磁铁矿、钢渣、含铁尾矿等的综合利用
24	除铜渣底吹连续炼铜工艺	以天然气为燃料,除铜渣与铁屑、石子、焦炭、吹炼渣等辅料按照配比连续加入底吹炉,进行熔炼反应,炉物料中的铅以金属铅形式沉降分离,产出粗铅;铁、铜、硫等成份形成冰铜,其他成份形成炉渣。冰铜中铜富集至40%左右从熔炼炉连续产出,通过溜槽热液转运,连续加入第二台底吹炉进行冰铜吹炼,产出粗铜,硫化亚铁、硫化铅等其他金属硫化物进入硫酸盐吹炼渣,吹炼渣返回熔炼工序回收铅及其中的铜,产出的烟气收尘后制酸或生产液态SO <sub>2</sub> 。	关键技术:底吹熔池连续炼铜工艺;两段式串联双底吹全熔池直接连续多金属回收。 主要技术指标:粗铅和粗铜产品质量达到国家相关标准;弃渣中铅 $\leq 3\%$ 、铜 $\leq 1\%$ 。	铜渣、含铅铜渣综合利用
25	煤化工气化炉湿煤灰掺烧系统	该系统以煤化工行业循环化床熔炉或气化炉水冷湿排产生的煤灰细渣为原料,经离心脱水、吸	关键技术:气化炉飞灰综合利用优化工艺;集成式多级液固分离装备、高分散、旋流干燥装备;智能控	煤化工领域粉煤灰综合利用

序号	工艺设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
26	电石渣规模化短程回用制备低硫脱硫材料技术	该技术在电石渣中分离出杂质，实现电石渣的提质利用。	<p>该技术在电石渣中分离出杂质，实现电石渣的提质利用。</p> <p>关键技术：多级旋流装置的结构调控及杂质快速分离技术；电石渣的表面吹性和深度活化技术；强化脱硫与石膏晶体生长协同调控技术。</p> <p>主要技术指标：产品中钙含量&gt;48%，粒度150目颗粒数&gt;90%，产品中固废基物质含量&gt;98%。</p>	电石渣综合利用 生产脱硫剂
27	钢铁烟尘及有色金属冶炼渣资源化清洁利用技术	该技术在钢铁烟尘及有色金属冶炼渣为原料，通过火法还原挥发与湿法进行综合回收，生产出锌、铜、锡、铁精粉等产品；同时，对生产过程中产生的废水进行回收处理，回收粗碘、硫酸钡、硫酸钠、氯化钾和氯化钠等产品。	<p>关键技术：火法富集、湿法分离多段耦合集成处理工艺技术。</p> <p>主要技术指标：火法处理温度1200℃左右，脱除氟氯的碱性水溶液温度为95℃左右；中性酸浸提取液pH值控制5.2~5.4；锌冶炼总回收率&gt;88%，火法锌回收率&gt;93%，湿法炼锌回收率&gt;95%，熔铸回收率&gt;99.7%；铜冶炼回收率&gt;82%；铅回收率&gt;99%，铜直收率&gt;98%；湿法炼锌直流电耗为2850~2950kWh/tZn，湿法炼锌电解效率&gt;92.5%，新水消耗&lt;5m<sup>3</sup>/tZn。</p>	钢铁冶炼、有色金属冶炼行业产生的含重金属固废的综合利用
28	高掺量工业固废泡沫混凝土	该技术以物理发泡为原理，对原材料进行预处理后，与专用发泡剂进行配比，通过新型智能化集成生产系统生产泡沫混凝土。利用传感器实时采集空气、水、原材料、泡沫混凝土湿容重的数值，有效控制泡沫密度、孔径大小、容重等多项指标，	<p>关键技术：适合高工业固废掺量泡沫混凝土的发泡剂；智能化联动控制系统。</p> <p>主要技术指标：固废掺合料掺量达40~70%，泡沫混凝土成品的容重、抗压强度、流值等指标均达到《泡沫混凝土》(JG/T 266—2011)的要求。</p>	工业固废综合利用 生产混凝土

序号	工艺设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
29	尾矿协同其他工业固废制备微晶玻璃成套装备	使产品达标的同时保证粉煤灰、尾矿、矿渣、赤泥等工业固体废物掺加比例在40~70%之间。 该装备由智能化混料、冷顶式全电熔窑炉、成型、退火晶化、产品加工等装备及电气控制系统组成。根据工业固废的成分加入一定比例的核心原料，配制成适于微晶玻璃体系的原料，送入全电熔窑炉熔制成微晶玻璃液，再经成型、晶化退火等工序生产出微晶玻璃产品。	<b>关键技术：</b> 尾矿或工业固废的配方设计技术；核心原料的选择和设计技术；全电熔窑炉的电极布置技术、电气控制和信息传输技术；全电熔窑炉熔制工艺控制技术；晶化退火窑炉的控制及传输技术、温度曲线设计技术；适于微晶玻璃基材的抛磨加工技术。 <b>主要技术指标：</b> 自动化率达到95%以上；尾矿或工业固废掺量达75%以上；单位产品综合能耗低于42.5kgce/t。	尾矿等工业固废综合利用生产微晶玻璃
30	废SCR脱硝催化剂高效循环利用技术	废催化剂经过清灰、粉磨后，与碱性介质反应，打通、拓展原有孔道，同时，在氧化性助剂作用下，高效脱除杂质砷；然后在还原性稀酸体系下，脱除钾、钠等碱金属和氧化铁杂质，实现深度净化，并恢复载体孔道结构。碱浸过程中浸出至液相的钒、钨、砷、硅等组分，通过膜分离、浓缩等进行富集，富集后的混合盐，通过pH调控除杂、钙化沉钨、砷矿化固定等过程制备人造白钨（主要成分为钨酸钙）和偏钒酸铵产品，碱液循环使用。	<b>关键技术：</b> 砷、铁典型杂质酸/碱复合介质深度净化技术；废脱硝催化剂载体表面重构与“浸出—结晶”体相重构技术；强碱性低浓度溶液钒、钨高效回收技术。 <b>主要技术指标：</b> 钒、钨回收率>98%，钒回收率>90%；砷含量<50μg/g，钾含量<200ppm，钠含量<500ppm，铁含量<1500ppm。所得粉体产品可大量循环回用至新催化剂生产，掺加量达到70%以上，实现As元素的稳定化处理。	脱硝催化剂再生利用
31	铸造度砂联合节能柔性再生技术装备	将铸造树脂废砂或粘土砂废砂送入焙烧炉，其中的残炭在高温加热的气氛中燃烧殆尽，实现废砂再生，所产生的燃烧热亦作为焙烧热源。该技术	<b>关键技术：</b> 铸造度砂低温焙烧再生工艺技术。 <b>主要技术指标：</b> 粘土、煤粉等无机物的分离率达到90%以上；铸造度砂的回用再生率达到80~97%；	铸铝、铸铁、铸造废砂回收利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		废砂回收再生率高，粘土、煤粉等无机物分离效果好。	所得再生砂的发气量、膨胀系数、角型系数、灼烧减量等指标均优于新砂。	
32	锂电负极物理化学协同分离技术	该技术通过打磨分离设备将匣钵富集有价金属的渣料从主体剥离，并通过还原浸出技术实现有价金属的浸出，再通过梯级分离技术进一步提取有价金属，主体打磨破碎用作耐火材料原料，实现锂电废匣钵无害化处理和有价资源的循环利用。	<b>关键技术：</b> 侵蚀层高效物理预分离技术；镍钴锰锂温和还原浸出技术；能源金属梯级沉淀与耦合结晶分离技术。 <b>主要技术指标：</b> 物理预分离效率>90%；镍钴锰锂浸出率>90%；碳酸锂产品纯度>98.5%；固废利用率>95%。	锂电正极材料钴酸锂、锰酸锂、三元材料生产过程中的废弃铝硅渣或铝硅镁渣质的资源化利用
33	超音速蒸汽微细化处理工业固废综合利用技术	固废颗粒在超音速粉碎机腔体内，受到超音速过热蒸汽的强烈冲击，颗粒之间相向高速运动，相互对撞，实现钢渣颗粒的快速粉碎。粉碎后固废颗粒在引风机作用下随蒸汽流进入分级系统，分离得到不同粒径的固废超微粉产品，实现工业固废高值化利用。	<b>关键技术：</b> 超音速蒸汽流超微粉技术和装备系统。 <b>主要技术指标：</b> 蒸汽压力0.8~2MPa，蒸汽温度250~360℃，蒸汽耗量8~15t/h，产品粒径15~20μm。	工业固废超细粉磨处理利用
34	钢渣风淬雾化处理设备	该技术将高温液态钢渣的一次处理（液态变成固态）、二次处理（固态变成粒状）两工序通过风淬技术进行集成。液态钢渣在空中被高速空气流雾化的瞬间，分散固溶在钢渣中的不稳定相成分的转化为稳定活性成分，处理后的钢渣可直接用于混凝土细集料、配重等用途，该技术能降低工序简洁紧凑，综合成本较低。	<b>关键技术：</b> 空气喷射的风淬雾化处理设备。 <b>主要技术指标：</b> 钢渣的综合利用率达70%左右。	钢渣综合利用
35	工业副产石膏二次煅烧设备	以脱硫石膏等工业副产石膏为原料，通过烘干、二级煅烧、改性、脱硝等工艺生产熟石膏粉，产品可用于生产石膏板、石膏粉料、石膏砌块等。	<b>关键技术：</b> 二级煅烧技术。 <b>主要技术指标：</b> 石膏结晶水控制在5~7%，成品熟石膏粉物料相组成较为均匀。	工业副产石膏综合利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
36	利用二氧化锆烧结废料生产二氧化锆纳米粉技术	该设备利用热源系统提供的热源介质与回流烟气混合脱硝, 实现烟气达标排放, 且可降低能耗。该技术以二氧化锆陶瓷烧结废料为原料, 通过清洁、破碎、湿法研磨、烘干、调整稳定剂含量、混合二次粉料等工序制备二氧化锆纳米粉体, 可有效降低成本。	<b>关键技术:</b> 高效破碎研磨设备; 脱脂高温煅烧。 <b>主要技术指标:</b> 二氧化锆陶瓷烧结废料废弃物 100% 回收再利用; 杂质的含量均不超过 0.5wt%; 生产 1 吨二氧化锆纳米粉体耗水 0.02t, 耗电 67kWh。	二氧化锆陶瓷烧结废料综合利用
37	液态热熔渣规模化制备矿渣棉及制品技术	将高温液态热熔渣直接送入电熔制炉内, 经调质并高温熔炼生产矿渣棉。该技术实现“一炉双线”生产, 即一台电熔制炉供两条矿渣棉生产线。具有热装工艺流程短、设备少、投资少、能耗低等优点。	<b>关键技术:</b> 炉渣成分调质技术; 液态炉渣热装技术; 电炉熔渣技术; 炉渣流量控制技术; 一炉两线生产工艺。 <b>主要技术指标:</b> 产棉率 > 75%; 产品合格率 95%; 有效利用液态热熔渣余热; 产品质量符合国家有关标准。	利用铁合金渣、硅锰合金渣、高炉渣、锰渣等高温液态固废生产矿渣棉
38	改性工业副产石膏隔墙条板工艺技术	主要包括智能感应、数字化控制、插拔管、出板和三废集中模块处理等系统, 利用工业副产石膏生产隔墙条板, 产品一次性浇筑成型, 无需蒸汽养护, 生产过程实现自动化控制。	<b>关键技术:</b> 自动化固定生产线; 主要包括智能感应系统、数字化控制系统、插拔管系统、出板系统和三废集中模块处理系统。 <b>主要技术指标:</b> 工业副产石膏(磷石膏、脱硫石膏)掺加量可达到 85%; 激发剂添加量 1%; 制品质量、性能达到国家标准; 生产过程废水、粉尘“零排放”。	适用于利用工业副产石膏生产建筑板材
39	工业副产石膏资源化综合利用成套装备	该技术以磷石膏、钛石膏、脱硫石膏、柠檬酸石膏等工业副产石膏为原料, 采用水热法工艺, 通过同步转化—纯化—构型过程控制、最佳晶型调整、高效离心等关键技术, 产出高附加值的生态型高性能胶凝材料。	<b>关键技术:</b> “水热法”工艺; 钙法除硫酸根技术; 同步转化—纯化—构型过程控制技术; 最佳晶型调整技术; 高效离心机技术。 <b>主要技术指标:</b> 废水处理 $SO_4^{2-} < 2g/L$ ; 产品细度 (0.125mm 方孔筛) 筛余量 $\leq 5\%$ , 初凝时间 $\geq 3min$ , 终凝时间 $\leq 30min$ , 2h 湿抗折强度 $\geq 6MPa$ , 烘干抗	工业副产石膏综合利用



序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
40	钢渣辊压破碎—余热有压热焖资源化成套技术设备	转炉车间产生的熔融钢渣经快速冷却、辊压破碎、有压热焖、筛分、棒磨、磁选等工序处理后得到渣钢、铁精粉和二次尾渣。渣钢返回冶炼环节，铁精粉返回烧结环节，二次尾渣可直接用于制砖、道路材料、水泥配料或粉磨制成钢渣粉用作掺合料。通过控制热焖装置内蒸汽的压力、温度、回水量等技术参数，实时自动控制喷水量，稳定输出0.2~0.4MPa饱和蒸汽，使钢渣中的游离氧化钙快速反应，有效提高钢渣稳定性，同时可收集利用该蒸汽发电，实现钢渣余热利用。	压强度 $\geq 50\text{MPa}$ 。  关键技术：辊压破碎技术；有压热焖技术和热闷罐；钢渣改性技术；有压热焖蒸汽发电技术。 主要技术指标：处理后钢渣的粉化率高，稳定性良好，-20mm粒级钢渣粉量达到70%左右，游离氧化钙含量小于3%，浸水膨胀率小于2%，吨钢渣回收蒸汽量超过0.15t，吨钢渣余热发电量5kWh左右。	钢渣综合利用
41	超细陶瓷纤维制品生产技术与设备	该技术将超高速甩丝、针刺增强、在线浸胶以及大型微波干燥等技术进行集成。以粉煤灰为原料，以电阻熔炉为熔化设备，采用安全无毒的无机高分子粘结剂，连续生产陶瓷棉制品。产品纤维抗压抗拉强度、导热系数等技术指标优于同类产品。	关键技术：超高速甩丝技术；针刺增强技术；安全无毒的无机高分子粘结剂；在线浸胶技术；大型微波干燥技术。 主要技术指标：燃烧性能等级达到A级；最高使用温度900°C；导热系数0.028~0.035W/(m·k)；降噪系数0.9以上；产品环保；纤维平均直径3~4 $\mu\text{m}$ ；制品抗压强度 $\geq 60\text{kPa}$ ，垂直抗拉强度 $\geq 30\text{kPa}$ ；化学稳定性、耐久性、抗风蚀性能和抗机械冲击性能良好。	利用粉煤灰生产超细陶瓷纤维制品
42	矿渣/钢渣立磨	该技术将辅辊变为摊铺板，运用智能控制系统对立磨工艺参数进行控制，优化立磨进料方式，改进布料装置，有效提高钢渣、矿渣粉磨效率和产量。	关键技术：轴端定位承载平面滑动摩擦付结构；新型摊铺板；可更换转子叶片的选粉机新型转子结构；智能控制系统。 主要技术指标：产品比表面积 $\geq 4200\text{cm}^2/\text{g}$ ；磨矿渣	钢渣、矿渣综合利用

序号	工艺设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
43	智能高压球系统	该设备由两个相向且同步转动的挤压辊组成，双辊辊面均分布有一定形状的凹形坑。物料从两辊上方加入，在高挤压力作用下，被挤压装置强制挤入双辊辊面的凹形坑内压实、成型后随着两辊向下转动脱球。系统实现全过程智能控制，具备物料挤压效果好、成球强度高，运转寿命长等优点。	<b>关键技术：</b> 相向挤压辊结构；全系统智能化控制系统。 <b>主要技术指标：</b> 线压力可达300kN/cm；球团强度 $\geq 400\text{N/球}$ ，成球率 $\geq 90\%$ 。	各种矿渣和矿粉、冶金污泥、煤泥，等的粉状物料压制成型
44	利用镍铁渣制备镍铁渣微粉的粉磨生产线	将不同特性的镍渣与助磨增强剂按一定比例配合，形成镍渣复合掺合料，送入优化的立磨进行粉磨，筛选后产出复合矿物掺合料。	<b>关键技术：</b> 基于不同镍渣特性的协同梯级利用技术；镍渣复合掺合料关键制备技术；立磨粉磨技术。 <b>主要技术指标：</b> 产品比表面积 $\geq 410\text{m}^2/\text{kg}$ 以上；掺合料产品符合《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》（GB/T 18046—2008）《混凝土用符合掺合料》（JG/T 486—2015）《用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉》（JC/T 2503—2018）有关要求。	红土镍矿火法冶炼废渣综合利用
45	工业有机固废空间多层静态好氧发酵处理系统	将自然培育的菌种进行扩繁并接种到发酵物料中，然后将各类工业有机固废、发酵物料分别投料混匀、破碎，通过托盘自动码垛机码成盘垛，进行静态好氧发酵。发酵过程无需动态翻拌与加热烘干，3~5天可有效杀灭各种寄生虫卵和有害病菌，实现一次性充分发酵腐熟，形成有机肥，发酵全程无废水废渣排放。	<b>关键技术：</b> 网状托盘立体空间静态好氧发酵工艺；核心自锁防滑发酵托盘装置；发酵母料菌剂循环利用技术；设备结构模块化设计。 <b>主要技术指标：</b> 发酵周期3~5天；无需二次（堆返）熟化与烘干；产品耗电 $\leq 25\text{kWh/t}$ ；发酵后物料含水量 $\leq 30\%$ ；产品pH值6~8.5。	造纸污泥、木材下脚料(树皮)、制糖滤泥及蔗渣等生产固废的综合利用
46	新型立式辊压制砂工	该设备按照磨辊层压制粉原理进行优化改造，对	<b>关键技术：</b> 立磨辊层压制粉技术。	岩石、铁尾矿、建

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
	艺设备	岩石、铁尾矿等进行磨前破碎；并通过物联网控制、智能化生产管理提高生产效率，优化产品粒形，降低能耗。	<b>主要技术指标：</b> 产品细度<5mm；无需整形；单位产品能耗降低40%。	建筑垃圾砂前破碎及铁矿选矿破碎
47	菱镁尾矿制备高性能绿色微/纳米阻燃剂工艺技术设备	该技术设备以低品位天然菱镁矿及滑石资源为原料，经破碎粉磨后形成超细粉体，并添加功能性改性剂/纳米粒子前驱体进行表面功能优化，产出高性能绿色微/纳米阻燃剂产品。	<b>关键技术：</b> 粉体表面分子优化结构设计技术；粉体表面纳米工程化技术；阻燃性能及力学性能的应用技术。 <b>主要技术指标：</b> 产品 Mg(OH) <sub>2</sub> 含量≥80%、白度≥96、粒径 D <sub>50</sub> ≤12μm，符合《阻燃化学用品 水镁石》(GB/T 33385—2016) 要求。	菱镁尾矿综合利用
48	微细粒尾矿高压浓缩+高压隔膜压榨压滤资源化利用工艺技术	微细粒尾矿自尾矿库进入高压浓密机排水浓缩后，再通过高压隔膜压滤脱水，得到尾矿压滤饼，可作为铁质矫正剂供下游使用。	<b>关键技术：</b> 负倾角高频细筛筛分—超长变锥旋流器分级-细粒陶瓷过滤-挤压双电层絮凝浓缩-微细粒高压压缩脱水为核心的成套技术。 <b>主要技术指标：</b> 微细粒尾矿底流浓度 51.5%；压滤滤饼水份平均 15%；压滤机效率 28.47kg/(m <sup>2</sup> ·h)。	尾矿高效脱水
49	磷石膏轻集料生产线	该技术是将磷石膏通过改性、陈化、搅拌、造粒、包裹、自然养护、打磨筛分等工艺制成轻集料，实现磷石膏资源化利用。	<b>关键技术：</b> 改性陈化技术、造粒成球技术、集料包裹线。 <b>主要技术指标：</b> 细数≥100目，pH值≥8.0；成球粒径≤19mm，粒径系数≤2.0，成球率≥96%；筛分粒径 5~26.5mm。	利用磷石膏生产轻集料
50	建筑垃圾智能精细分选及资源化利用成套装备	该装备通过破碎、磁选、大件筛分、张弛筛分、高压封闭分选等工艺，结合人工智能技术，高效分离建筑垃圾中有有机物、无机物、混凝土、砖等，得到建筑垃圾再生骨料、可燃物、金属等再生原料。	<b>关键技术：</b> 阶梯筛；复合张弛筛；高压密度风选机；人工智能分选机器人。 <b>主要技术指标：</b> 建筑垃圾资源化利用率≥95%，可分固废种类数 5 种，可燃物分选效率 96%，铁质金属分选效率 95%，骨料分选效率 95.4%。	建筑垃圾综合利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
51	年处置50万吨建筑垃圾成套设备	该设备通过滚筒除泥、机械破碎、筛分、磁选、负压气流分选等工艺，并结合智能化控制系统，将建筑及装修垃圾进行分类回收利用。	<p><b>关键技术：</b>滚筒除泥配备负压智能分选技术；负压气流分选机。</p> <p><b>主要技术指标：</b>破碎效率达到99%以上。</p> <p><b>关键技术：</b>建筑垃圾再生破碎装备物联网标准信息模型及传感装置；以破碎装备专业传感器搭建破碎设备物联网信息模型；固废处置装备的在线感知技术；智能化固废回收再生生产线工况远程分析及反馈优化技术；智能处置装备平台化大数据管理与专家系统。</p> <p><b>主要技术指标：</b>使破碎设备在相同产量情况下寿命增加20%以上、能耗减少15%以上；智能服务平台支持1000个用户同时访问；数据存储保留时间不少于1年。</p>	建筑垃圾综合利用
52	建筑垃圾废弃混凝土的处置管理系统	该技术应用于建筑垃圾回收再利用的加工过程，以垃圾回收再利用机械设备为对象，采用监控模块、通信模块、核心控制模块等智能化设备，实现建筑垃圾综合利用全流程智能化管理。	<p><b>关键技术：</b>过砂石分离机、细砂旋流分离器、一级浆罐、二级浆罐、储浆均衡罐。</p> <p><b>主要技术指标：</b>回收水满足《混凝土用水标准》(JGJ 63—2006)；无废水、废渣排放。</p>	建筑垃圾、废弃混凝土综合利用升级改造
53	混凝土行业废水、废渣零排放系统	该技术将搅拌车罐内的废渣、废水及搅拌车洗车时产生的废渣，经过砂石分离、浆水回收、循环利用等工序分离出砂石及胶凝材料，回用于混凝土生产。	<p><b>关键技术：</b>切割肢解设备；振动分选及筛分设备；高目数气流磨制设备。</p> <p><b>主要技术指标：</b>年处理热固性复合材料废旧风电叶片量约1万吨，按每支废旧风电叶片3.5t，可处理2587支叶片（叶片长度12.5m，宽度1.5m）。</p>	混凝土行业废水、废渣回收利用
(三) 再生资源回收利用				
54	废旧风电叶片拆解处理技术	采用绳锯将废旧风电叶片切割成1米大小矩形块，再用多级双轴破碎设备对矩形块进行破碎和立体锤体粉碎，然后通过自动化筛选、分离、研磨、分类包装，得到不同长度或直径比的纤维、PVC颗粒、巴沙木、二氧化硅、富含树脂的粉末等可再利用材料。	<p><b>关键技术：</b>切割肢解设备；振动分选及筛分设备；高目数气流磨制设备。</p> <p><b>主要技术指标：</b>年处理热固性复合材料废旧风电叶片量约1万吨，按每支废旧风电叶片3.5t，可处理2587支叶片（叶片长度12.5m，宽度1.5m）。</p>	热固性复合材料、风电叶片、废旧玻璃钢等固废回收利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
55	可移动式激光增材制造成套设备	将高功率激光熔覆成套设备集成在可移动式方舱内，用于工程制造及钢铁冶金等领域零件的现场即时修复与再制造。	<p><b>关键技术：</b>集光、机、电以及制冷和材料加工技术于一体的半导体光纤耦合激光熔覆成套设备。</p> <p><b>主要技术指标：</b>圆形激光头：直径<math>\Phi 4.9\text{mm}</math>、焦距<math>400\text{mm}</math>，矩形斑激光头：规格<math>22\text{mm}\times 4.9\text{mm}</math>、焦距<math>400\text{mm}</math>；机器人设置可移动的固定底座，以方舱为中心现场作业半径<math>20\text{m}</math>；最大装粉容量<math>20\text{kg}</math>，送粉量控制精度<math>\leq \pm 2\%</math>，粉末利用率<math>\geq 99\%</math>，送粉量调节范围<math>10\sim 150\text{g}/\text{min}</math>。</p>	各种轴类、轧辊类、盘类、平面类、齿轮类、曲面类的零部件再制造
56	环保脂塑型材绿色制造成套装备	该设备主要包括自动化挤塑成型机和自动化造粒机，以废线路板树脂废物等有机固废为原料，通过调质、破碎分选、预混、干法挤出造粒、共挤出成型后得到脂塑木型材。	<p><b>关键技术：</b>废线路板树脂粉末表面活化技术；复合材料成分设计；干法造粒技术；挤出成型材料活化技术；废线路板树脂耦合复合材料化系统。</p> <p><b>主要技术指标：</b>产品脂塑木型材完全破坏载荷<math>\geq 4900\text{N}</math>，<math>24\text{h}</math>吸水率<math>\leq 0.05\%</math>，抗冻融性<math>\geq 98\%</math>，表面耐磨性<math>\leq 0.1\text{g}/100\text{r}</math>，耐光色牢度<math>\geq 4</math>。</p>	废线路板树脂粉末、干膜废料等工业废渣（有机树脂类）资源化处理
57	废旧轮胎（橡胶）智能化连续裂解与炭黑深加工技术装备	该技术装备在无氧或氮气条件下，将废旧轮胎高温裂解成裂解油、裂解气、裂解炭黑和钢丝，然后将裂解炭黑进行深加工，获得高附加值炭黑产品。	<p><b>关键技术：</b>废旧轮胎智能化绿色裂解技术；热解炭黑深加工成套设备。</p> <p><b>主要技术指标：</b>气固分离率<math>\geq 99.7\%</math>，炭黑尘排放密度<math>&lt; 15\text{mg}/\text{m}^3</math>，烟尘排放浓度<math>&lt; 20\text{mg}/\text{m}^3</math>，<math>\text{SO}_2</math>排放浓度<math>&lt; 100\text{mg}/\text{m}^3</math>，<math>\text{NDX}</math>排放浓度<math>&lt; 100\text{mg}/\text{m}^3</math>；裂解炭黑<math>125^\circ\text{C}</math>加热减量<math>\leq 2\%</math>，灰分含量（<math>825^\circ\text{C}</math>）<math>\leq 18\%</math>，吸油值<math>\geq 60\times 10^{-5}\text{m}^3/\text{kg}</math>，拉伸强度<math>\geq 18.0\text{MPa}</math>，细粉含量<math>\leq 10\%</math>。</p>	橡胶、废旧轮胎热裂解
58	多阶螺杆连续脱硫制备再生橡胶生产线	该生产线由原料自动计量连续配料、双螺杆连续挤出脱硫、多螺杆连续挤出精炼、挤出成型冷却却	<p><b>关键技术：</b>连续挤出脱硫技术；低温剪切降门尼技术；高效环保脱硫配方技术；自动化控制系統技术。</p>	废旧轮胎（橡胶）回收利用

序号	工艺设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		输送、包装等装置组成，以废橡胶（轮胎）为原料，采用不同功能的螺杆挤出机进行脱硫和精炼，生产再生橡胶和胶粉。	<b>主要技术指标：</b> 单套装机总功率≤1100kW，产量≥800kg/h，脱硫与捏炼工序整体密闭连续无废水排放，达到《再生橡胶行业 清洁生产评价指标体系》I级水平；再生胶产品性能符合《再生橡胶》（GB/T 13460—2016）和《E系再生橡胶》（T/CRIA 21001—2018）的指标要求。	
59	废塑料回收加工复合编织袋生产成套工艺技术	将废塑料通过预处理、分拣、破碎、清洗、自动脱水、熔融除杂、挤压成型等工艺得到再生塑料颗粒。以再生塑料颗粒为原料，通过配料、拉丝/绕丝、圆织、覆膜等工序得到塑料编织袋，生产过程采用自动化控制系统。	<b>关键技术：</b> 模块组合配料；高速拉丝机拉丝/绕丝；磁悬浮机编织；高速覆膜机覆膜；高速一体机印刷/裁切；折缝一体机缝制。 <b>主要技术指标：</b> 废塑料回收利用率达到98%以上，编织袋产品性能指标优于国家标准，污染物达标排放。	废塑料循环利用
60	生活垃圾等有机固废水热资源化装置	该技术采用一种卧式高温高压反应釜为反应器，使有机固废尽可能溶于水，促进长链大分子有机物发生官能团反应，利用水的溶解、氧化、脱氯、酸催化等多种反应功能，有效分解各种有机物，使有机物长链变成短链，链上发生脱水、脱羧基、脱氯等反应，剩余炭基短链分子相互聚合，转变成生物炭燃料。	<b>关键技术：</b> 亚临界水解燃料化技术；包括卧式高温高压反应釜、过程曲线压力、温度等参数精确控制技术。 <b>主要技术指标：</b> 运行压力1.5~6MPa；运行温度180~250℃；有机质燃料转化率75%以上，热值达到4200kcal/kg以上。	生活垃圾、餐厨垃圾、市政污泥、禽畜粪便、农林废弃物等有机固废资源化利用
61	200L废钢桶低温烘干打磨一体化再生技术	该技术集成了全自动抽残、开盖、烘干打磨、封闭抛丸外壁除杂、桶内抛光及整形、防锈等功能模块和PLC控制系统。200L废钢桶经自动化落盖、桶内自动化除残预处理后，再经低温烘干打磨，制成翻新钢，产品桶达到国家新钢桶标准，	<b>关键技术：</b> 自动化前期吸残技术；逆向顶盖还原技术；低温烘干打磨技术。 <b>主要技术指标：</b> 每条线的200L废旧钢桶设计处理规模约为30万只/年；处理过程中每次天然气加热时间不长于5s，桶壁温度低于200℃；翻新后桶内	200L废钢桶翻新再生

序号	工艺设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		且生产过程无二次污染。	目视内壁及底部无可见化学残余物质，桶内距桶口15cm处VOCs≤15ppm。	
62	废铅蓄电池资源清洁低碳循环利用技术与装备	废铅蓄电池通过锤式破碎、精细筛分和水力分选等工序，得到废酸液、塑料外壳、隔板、铅栅和铅膏。铅膏进行预脱硫处理，利用碳酸盐将其中的硫酸铅转化为碳酸铅，经冶炼后得到金属铅。破碎后的各类塑料壳经光电分选技术得到纯色PP、ABS等塑料颗粒。	<b>关键技术：</b> 高强度锤头材料；微泡水力分选元件；气液混流管式反应器强制脱硫技术。 <b>主要技术指标：</b> 铅总回收率≥99%；脱硫后铅膏含硫<0.5%，含水≤12%；硫酸钠和硫酸铵副产物符合国家标准。	废铅蓄电池资源回收利用
63	晶硅光伏组件高压研磨拆解成套技术与装备	该技术装备采用高压研磨拆解工艺对报废光伏组件进行纯物理机械拆解，得到铝、银、硅料、玻璃等可再生材料，处理过程无废水及废气排放。	<b>关键技术：</b> 高压研磨物理拆解。 <b>主要技术指标：</b> 物料总回收率≥93%，拆解效率≤7min/片。	退役光伏组件的回收利用
64	混合可回收物机器人智能分拣技术	该技术将人工智能算法、视觉系统、分拣手臂高度集成，对生活垃圾等混合可回收物进行实时定位、分类、分拣，实现生活垃圾智能化、流程化、精细化分类回收。	<b>关键技术：</b> 轻型分选机器人；重型分选机器人。 <b>主要技术指标：</b> 5次识别精度≥95%，回收物分拣效率≥80次/min。	城市生活垃圾、混合垃圾分类及处置
65	废旧冰箱破碎分选回收利用技术和装备	通过预拆解拆除废旧冰箱门框部件，再将外壳与门经预碎、破碎、搓成球状、细碎等工序后分离出磁性金属以及非磁性金属，磁性金属直接收集，非磁性金属经过乙型分选系统抽走其中的泡沫并压缩打包，剩余物料通过涡电流分离有色金属（铜和铝），同时，回收、分离并分类贮存制冷剂与润滑油。生产过程污染物达标排放。	<b>关键技术：</b> 双轴撕碎机；立式破碎机。 <b>主要技术指标：</b> 铁回收率>98%，塑料回收率>97%，有色金属分选率达到95%，泡棉内塑料比重<3%。	废旧冰箱回收利用
66	电器电子废弃物模块化回收利用	对家电垃圾进行破碎、机械分选、漂洗、静电分选等处理，得到ABS、环保PS、沉水PP与浮水	<b>关键技术：</b> 清洗预处理；破碎清洗分选；静电分选；除尘收集；自动控制。	电器电子废弃物综合利用

序号	工艺设备名称	工艺设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
	技术和装备	PP 等各类高附加值再生原料。全流程自动化控制, 废水循环利用, 处理过程绿色环保。	<b>主要技术指标:</b> 单位产品耗水量 $\leq 0.10\text{m}^3/\text{t}$ , 材料回收率可达 79% 以上。 <b>关键技术:</b> 柔性化拆解装备技术; 报废汽车全产业链处理技术; 面向汽车零部件再制造的选择性拆解技术; 基于数字仿真的用户化拆解企业配置与过程调度技术; 基于复化积分 R 值曲线拟合的物料识别方法和多道分离的分选技术。 <b>主要技术指标:</b> 资源回收率 $\geq 90\%$ , 有色金属废料分选率 $\geq 96.5\%$ , 无危废排放。	报废机动车拆解回收利用
67	废旧汽车高效资源化拆解回收自动化成套装备	主要包括废旧汽车预处理、精细化拆解、资源化处理和资源化再利用的零部件进行选择性无损拆解, 对非直接再利用的零部件进行破坏性拆解、处理, 有效提高资源利用率, 处理过程无二次污染。	<b>关键技术:</b> 热解双强化消解有机质技术; 冲击破坏实现高效粉碎与解离技术; 脉动气流/变径水介质清洗回收技术。 <b>主要技术指标:</b> 初级破碎的出料粒度 20~35mm; 粉碎出料粒度 10~15mm; 二级粉碎的出料粒度 3~5mm; 分离率达 99.3%。	电器电子废弃物资源综合利用
68	废旧电路板破碎回收成套设备	该设备通过多级破碎、分选、水处理、回用的湿式闭环处理工艺流程和多级破碎、分选、多级除尘的干式闭环工艺, 对电路板进行一次性破碎, 并通过废弃电路板有价金属资源化高效清洗分选平台, 实现有价资源全部分类回收。	<b>关键技术:</b> “地空混合式”多工段的 U 型报废汽车智能化拆解线; 报废汽车轮胎自动拆卸技术; 车身与车门柔性拆解技术; 挡风玻璃自适应智能拆卸技术与安全气囊引爆处理; 废锂电池回收材料高效分离技术; 稀有贵金属资源化回收利用组合技术。 <b>主要技术指标:</b> 废旧汽车拆解过程碳排放降低 20% 以上; 拆解线功能配置完成时间 $\leq 1\text{h}$ ; 拆解效率 $\leq 7\text{min}/\text{辆}$ ; 贵金属回收率 $\geq 90\%$ 。	报废机动车资源化回收利用
69	废旧汽车智能化拆解资源化技术装备	该技术装备是由报废汽车整车拆解、轮胎自动拆卸、安全气囊引爆处理、汽车玻璃粉碎回收、废旧轮胎热解与热解炭黑改性、尾气净化催化剂中贵金属分离回收与精制提纯装置等集成的成套装置, 可实现报废汽车环保预处理, 零部件精细化、无损化拆解, 有效回收贵金属, 为汽车零部件再利用及再制造奠定基础。	<b>关键技术:</b> 复杂物料智能配料—精准投料系统;	电子废弃物(特别
70	电子废弃物与多金属	将电子废弃物与金属固废预处理后进行精准配		



序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
	固废协同处置回收技术	料，然后从顶部加入到NRTS炉中，经熔炼及电炉处理后，产出含有金银等稀贵金属的粗铜，可送精炼处理或直接浇铸，粗铜经分离工序可得到铜、金、银产品。高温烟气经余热回收后，送烟气处理系统，控制二噁英的生成，并脱除烟气中的硫等污染物后，达标排放。	NRTS炉富氧顶吹熔炼技术；NRTC炉富氧侧吹熔炼技术；二噁英减控关键技术。 主要技术指标：铜回收率≥98.5%；金、银回收率≥98%；吨原料处理能耗<175.8kgce；二噁英排放<0.1ng TEQ/m <sup>3</sup> ，达到《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB 31574—2015)特别排放限值要求。	是废弃印刷电路板)、工业废渣和废品杂铜等危险废物固废的综合利用
71	废旧机电产品激光增材再制造	该技术集成了大功率激光成套设备设计制造、失效材料设计与测试、梯度功能复合制造等技术，可实现废旧机电产品智能化激光增材。	关键技术：反失效材料设计、测试、梯度功能复合制造工艺三位一体激光增材技术。 主要技术指标：热影响区小、热变形小，与电刷镀、等离子喷涂等维修方法比较，激光再制造技术实现了冶金结合，结合强度不低于原基体材料的90%。 关键技术：常温连续破碎技术；新型塑化工艺（塑化机）。	石化、电力、冶金、铁路、航空等领域机电产品再制造
72	再生橡胶生产内胎设备	主要包括捏炼机、开炼机、精炼机、滤胶机、晾片机等设备，利用废旧轮胎生产再生胶、内胎及垫带。	主要技术指标：丁基内胎、内胎垫带及冷补胶垫工艺硫化温度160℃左右，硫化时间4~6min，自然冷却；再生胶胶料强度提高0.5MPa，伸长率提高5%，VOCs气体排放量降低。	废旧轮胎、橡胶生产再生胶
<b>三、推广类</b>				
<b>(一) 工业固废减量化</b>				
73	高温干热医疗废物处置技术装备	医疗废物经过高强度碾磨后，加入热反应釜，暴露在负压高温环境下并停留一定时间，待热量传导至医疗废物中，使致病微生物发生蛋白质变性	关键技术：低温等离子+粉尘阻拦干燥器+活性炭组合式废气净化技术。 主要技术指标：系统的消毒温度稳定在170~	医疗废物无害化处置

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		和凝固，继而死亡，实现无害化安全处置。	210℃，消毒时间为20min，搅拌速度为21r/min，消毒时消毒罐内部压力稳定在4200~4600Pa，载菌体平均杀灭对数值>6.00；废气排放中TVOCs浓度值稳定在2.25~3.89mg/m <sup>3</sup> ，臭气浓度<10mg/m <sup>3</sup> ，颗粒物平均浓度<20mg/m <sup>3</sup> ，汞及其化合物均未检出，氯化氢含量<0.05mg/m <sup>3</sup> ，氯气测定值<0.03mg/m <sup>3</sup> 。	
74	污泥资源化利用技术	通过改性、浓缩、脱水、成型等工序，将污泥制备成污泥燃料，处理过程中，不添加生石灰、铁盐、铝盐，不利用外部热源进行热干化，最大程度地保留了污泥所含的热量。	<b>关键技术：</b> 无轴螺旋式聚合污泥浓缩机；污泥调理脱水机。 <b>主要技术指标：</b> 经改性浓缩脱水后污泥含水率可降至60%，经焚烧后污泥减量可达90%以上。	污泥的无害化处置利用
(二) 工业固废综合利用				
75	超重力/柱机浮选联合全组分利用技术	以尾矿、冶炼废渣等为原料，采用两段磨矿、两段超重力重选—浮选柱、浮选机联合浮选技术，提取有价金属。可充分回收原料中的粗粒、中粒及细粒矿物，实现尾矿高值化利用。	<b>关键技术：</b> 两段磨矿两段尼尔森重选新技术；尼尔森重选尾矿浮选柱、浮选机联合浮选新技术；高配浮选尾矿制备墙体环保砖新技术；贫硫化物复杂含金矿石全组分高效回收成套技术。 <b>主要技术指标：</b> 贫硫难浮金矿原矿品位6.1g/t条件下，两段超重力离心重选获得精矿平均品位1540.7g/t，金回收率达63.4%；重选尾矿经过一次浮选柱粗选、两次浮选柱精选和两次浮选机扫选的精矿联合工艺可获得金品位81.6g/t的精矿，金回收率30.2%；全流程金总回收率93.5%。	尾矿及冶炼渣选矿提取有价金属
76	石膏现浇烧墙技术	该技术以经煅烧的工业副产石膏、粉煤灰、矿渣等工业固废为原料，添加改性剂后调配为复合浇筑	<b>关键技术：</b> 激发改性技术；改性剂。 <b>主要技术指标：</b> 利用多种物料协同作用使工业副产	利用工业副产石膏、粉煤灰、矿

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
77	瀑落式回转窑制备陶瓷轻骨料的生产工艺及成套技术装备	<p>物料,在施工现场加水配制浆料、泵送到工作面,经模箱浇注、现场作业,直接成型为建筑墙体。</p> <p>大宗固体废物经原材料配伍、成球、烘干后送至瀑落式回转窑,在1200℃左右的高温下焙烧,得到高匀质性、材料功能可设计的轻骨料,同时,彻底消除废弃物中的有害元素并固化重金属,实现工业固废无害化资源化利用。</p>	<p>石膏现浇墙软化系数提高到0.8以上,抗压强度达到8MPa以上。</p> <p><b>关键技术:</b>瀑落式回转窑;立式紊流搅拌设备;全自动挤出式造粒设备;低温带式或流化烘干设备;内含提升混匀装置;瀑落式回转窑焙烧设备;兼具急速降温和缓慢降温功能的专用冷却机等。</p> <p><b>主要技术指标:</b>紊流搅拌设备90s搅拌均匀性达99.8%,设备长度仅为传统回转窑的1/3;产品筒压强度<math>\geq 10\text{MPa}</math>;烟气排放满足《建材工业大气污染物排放标准》(DB 37/2373—2018)规定要求。</p>	<p>渣等工业固废综合利用</p> <p>劣质粉煤灰、煤矸石、尾矿、市政污泥、建筑弃土、赤泥、气化渣、飞灰、污泥等大宗固废的无害化、资源化、规模化利用</p>
78	固废高掺量制备高强蒸汽粉煤灰砖及配套装备关键技术	<p>粉煤灰、电石灰、炉渣等工业固废经混合拌料、水分调节、压制成型、蒸养等工序,生产高掺量高强蒸汽粉煤灰砖。</p>	<p><b>关键技术:</b>固废高掺量高强蒸汽粉煤灰砖配合比技术;重质混凝土内养护添加剂;高效节能环保冷凝水回收技术;蒸汽砖抱夹转运技术。</p> <p><b>主要技术指标:</b>产品固废利用率高达80%以上;产品质量满足《蒸汽粉煤灰砖》(JC/T 239—2014)要求。</p>	<p>利用粉煤灰生产高强蒸汽粉煤灰砖</p>
79	含铁、锌固废转底炉直接还原成套工艺及装备	<p>采用转底炉直接还原工艺,使钢铁、有色固废中铁、锌的氧化物被还原为金属球团,同时提取烟尘中的有价元素。产出的金属化球团可作为高炉、转炉、电炉原料,实现固废资源综合利用。</p>	<p><b>关键技术:</b>协同全量处置固废技术;智慧化转底炉直接还原技术;烟气余热回收及回收氧化锌粉技术。</p> <p><b>主要技术指标:</b>球团金属化率70~92%,抗压强度2000~3000N/个,可作为高炉炼铁原料、转炉或电炉炼钢原料;回收的氧化锌粉中锌含量40%以上,平均作业率超过90%,平均脱锌率超过90%,金属化球能耗约200kgce/t。</p>	<p>含铁、锌固废综合利用</p>

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
80	建筑装修/拆除/大件垃圾协同处置及高品质资源化利用工艺技术设备	装修、拆除和大件垃圾经分类收集、预处理、破碎后通过AI智能分拣机器人、风选机、人工分拣等多级分拣，分选出轻质物、木头、砌块、金属等非骨料物质，其余建筑垃圾可用于生产再生骨料。	<b>关键技术：</b> 混合垃圾多功能高效破碎机；低速高扭矩型大件垃圾循环处理设备；高效多功能可变速多级破碎机；自动上下料系统大型智能化破碎机；高速变频曲轴转动垃圾筛分设备；振动内喷气式光电分选设备；多级高效风选机。 <b>主要技术指标：</b> 可连续运行，处置1t建筑装修垃圾或拆除垃圾耗电10.3kWh，水耗0.04t，处置1t大件垃圾耗电6.7kWh；建筑装修、拆除、大件垃圾资源综合化利用率达到98%。	建筑装修垃圾、拆除垃圾、大件垃圾回收利用
81	JPS-20石膏墙板自动化生产线	以工业副产石膏为原料，通过原料均化、自动配料、浇筑成型后生产石膏墙板。生产线通过嵌入RFID芯片、集成PLC控制系统等实现全生产自动化运行，产品尺寸柔性可控，可定制化生产装配式内隔墙体。	<b>关键技术：</b> 原料均化系统；自动配料系统；浇筑成型系统；自动控制技术。 <b>主要技术指标：</b> 工业副产石膏掺加率达到95%，废水全部循环利用。	工业副产石膏综合利用
82	工业副产石膏干法生产高强度石膏装备	将工业副产石膏加入回转式蒸压釜，利用其自身水分在蒸压釜内完成团球、蒸养转晶、烘干等工序，经排气干燥后产出高强石膏。	<b>关键技术：</b> 回转式蒸压釜。 <b>主要技术指标：</b> 产品强度达到《α高强石膏》(JC/T 2038-2010) α25~α50等级；能耗低于传统工艺50%。	工业副产石膏综合利用
83	铁矿尾矿悬浮磁化焙烧炉	将尾矿预富集浓缩至含全铁28~32%，经过滤后送入悬浮磁化焙烧炉在还原气氛中焙烧，使之还原成强磁性矿物，再经磁选去除脉石，获得合格的铁精矿。分离后的脉石经新型凝固剂固处理后用于生产建筑材料。	<b>关键技术：</b> 悬浮磁化焙烧炉技术。 <b>主要技术指标：</b> 金属回收率88%以上，精矿品位55%以上，热耗1.2GJ/t，粉尘排放浓度≤10mg/Nm <sup>3</sup> 、硫化物≤35mg/Nm <sup>3</sup> 、氮氧化物≤50mg/Nm <sup>3</sup> ，达到《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》(环大气〔2019〕35号)中的烧结工序超低排放要求。	高含铁工业固废提铁

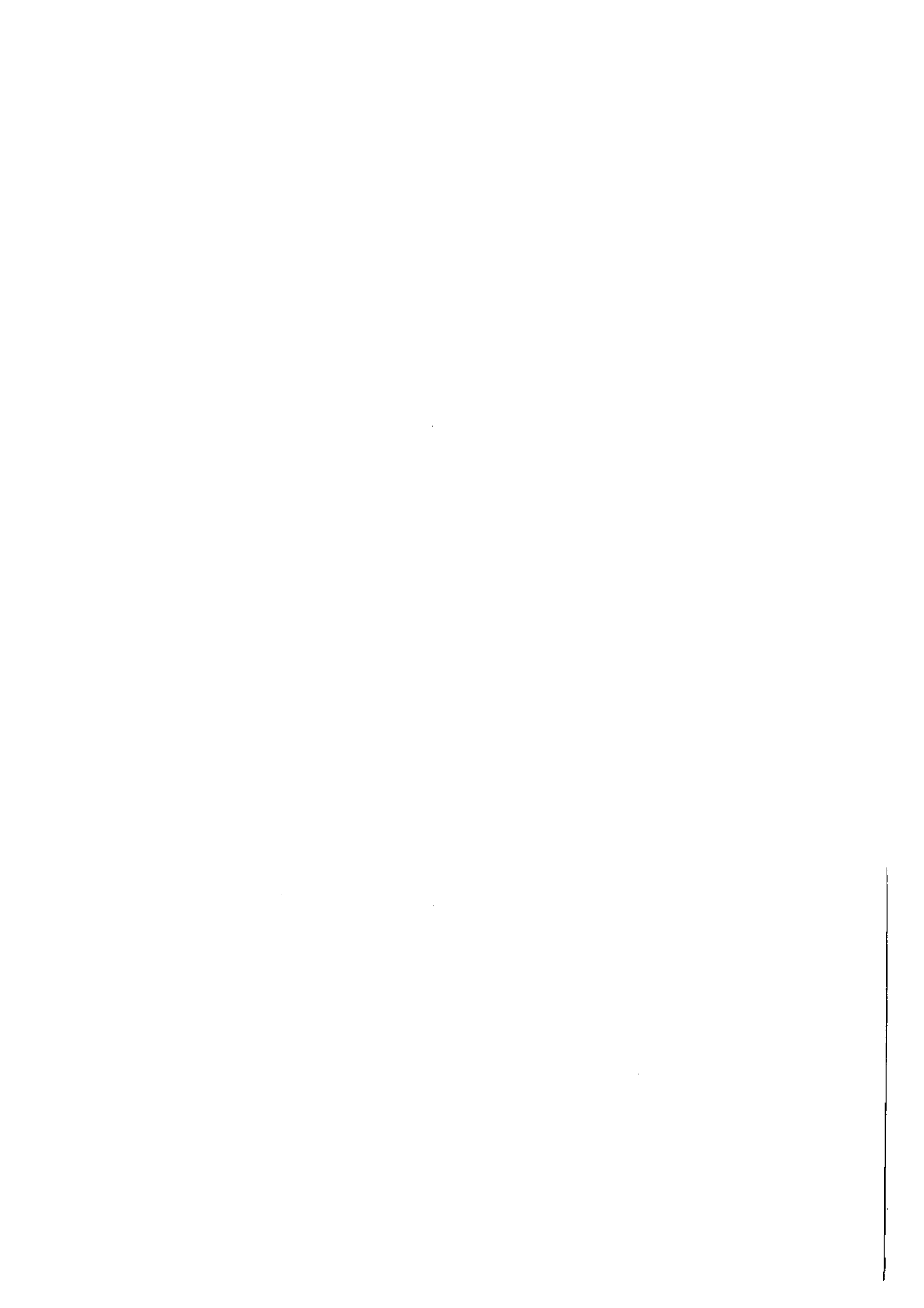
序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
84	固废基胶凝材料制备新型低碳绿色建材技术	该工艺技术将钢渣、矿渣、脱硫石膏、粉煤灰、尾矿废石等各种固废优化配比，协同制备高性能混凝土，与普通混凝土相比，可降低碳排放。	关键技术：工业化标准的固废基胶凝材料配比；全组分优化控制技术。 主要技术指标：产品原料均为固废，产品质量达到《预拌混凝土》(GB/T 14902—2003)等标准要求。	工业固废综合利用生产绿色建材
(三) 再生资源回收利用				
85	侧吹冶金处理废铅物料成套技术	将铅渣或废旧铅蓄电池拆解后的铅膏直接投入氧气侧吹氧化炉熔炼，产生粗铅和液态高铅渣，并回收烟气中SO <sub>2</sub> 制酸，液态高铅渣进入氧气侧吹还原炉直接还原，产出粗铅。该技术一次粗铅产出率高，铅渣少，冶炼效率高。	关键技术：富氧侧吹氧化熔炼+富氧侧吹还原熔炼工艺。 主要技术参数：一次粗铅产出率达到70%以上，氧化熔炼炉产能100t/(m <sup>2</sup> ·d)，粗铅单位产品能耗61kgce/t，满足《再生资源单位产品能源消耗限额》(GB 25323—2010)限值要求；污染物排放浓度均低于《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB 31574—2015)排放限值要求。	废旧铅酸蓄电池综合利用
86	工业化集成控制高分子有机固废低温热解成套设备	废弃轮胎经过破碎、搓丝、去除钢丝后形成胶粒，经液压进料机挤压并加入热解反应器进行热解，得到可燃气体、炭、燃料油、钢丝等产品。	关键技术：热解反应器。 主要技术指标：单套设备每年可处理20000t废轮胎，回收8000t燃料油、600t热解炭黑、4000t钢丝；无二噁英排放、无二次污染。	废弃轮胎、废塑料等有机废弃物的处置利用
87	工业连续化废轮胎(橡胶)低温裂解资源化利用成套装备	在无氧或贫氧的热环境中，将废轮胎(橡胶)高分子聚合物进行裂解，使其回到小分子或单体状态，产出裂解油、可燃气体、钢丝和炭黑。其中可燃气体经净化后作为洁净燃料直接用于裂解供热，裂解油可作为燃油或者经过进一步深加工制取汽油、柴油，炭黑可作为橡胶及塑料制品填料。该技术在安全、环保、连续稳定运行的前提下，实现废轮胎的无害化资源化利用。	关键技术：处理含骨架物料的连续进出料热气密技术；防结焦热分散技术；油品阻聚净化工艺技术。 主要技术指标：单套设备年处理量1~3万t；裂解率>99%；废轮胎资源利用率达100%；余热利用率>90%；废轮胎综合处理能耗约22kgce/t(包含轮胎破碎综合能耗约13kgce/t)；烟气经净化系统净化后达标排放。	废橡胶、废轮胎、废塑料、农业废弃物等综合利用

序号	工艺设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
88	节能环保型万吨级废轮胎再生橡胶成套装备与技术	该技术装备将胶粒胶粉制备、自动输送计量预处理、常压连续再生、高效多螺杆后处理、滤胶成型与自动包装模块,以及智能远程集中控制系统集成成为成套装备,实现从废轮胎分类分选到胶粒、胶粉、再生橡胶的自动化生产,生产过程中不添加水,产生的微量废气在系统内收集并环保处理,无固废产生。	<b>关键技术:</b> 连续密闭生产设备;自动输送计量预处理模块;常压连续再生模块;高效多螺杆后处理模块;胶成型与自动包装模块和智能远程集中控制系统。 <b>主要技术指标:</b> 生产线产能为1200kg/h,精准电磁加热功率180kW,再生胶性能优于《再生橡胶标准》(GB/T13460—2016)的要求,生产过程中各项污染物达标排放。	利用废橡胶生产再生橡胶
89	废旧锂离子电池清洁高效回收利用技术与装备	以退役后不能梯次利用的废旧动力锂电池为原料,采用绝氧破碎、热解、湿式剥离等技术,实现废旧磷酸铁锂、三元锂电、3C类电池及废极片的兼容破碎分选和有价组分绿色回收。可处理方壳、圆柱、软包电池、手机电池、极片等20余种锂电池固废。	<b>关键技术:</b> 废旧动力锂电池柔性上料及安全带电破碎技术;电解液无害化耦合及极粉湿法高效脱液技术;有价组分绿色回收技术;环保处理系统;自动化中控系统。 <b>主要技术指标:</b> 极粉回收率 $\geq 95\%$ ;铜箔、铝箔产品纯度达97%以上;污染物达标排放。	废锂电池回收利用
90	NGL炉处理废杂铜技术	NGL炉是一种机械化、自动化程度高的圆筒型可360°旋转的废杂铜火法精炼炉,可将废杂铜精炼为含铜99.2%及以上的阳极铜。其热效率明显提高,CO <sub>2</sub> 及氮氧化物排放显著减少。	<b>关键技术:</b> 稀氧燃烧技术;熔体微搅动技术;侧开门的大型回转式炉体新结构;新型双功能炉门结构;烟气净化技术。 <b>主要技术指标:</b> 铜入炉品味可降低至85~90%,热效率可提高40%,减少二氧化碳排放45%,氮氧化物排放87%。	废杂铜火法精炼
91	大型龙门式液压废钢剪断机	该设备集成了液压控制、同步压缩、剪切过程物料仿真优化模型等技术,可剪切1000吨以上打包机压制的高密度钢筋包(密度2~2.5t/m <sup>3</sup> )及重型废钢(材料抗拉强度 $\leq 450\text{MPa}$ ),能耗低、效	<b>关键技术:</b> 基于物料流仿真优化模型的龙门剪组合布局技术;快速废钢剪液压回路系统;基于伺服液压系统的节能技术;智能控制系统。 <b>主要技术指标:</b> 最大剪切力20000kN;有效剪切宽	废钢、废有色金属加工利用

序号	工艺技术设备名称	工艺技术设备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
		率高。	度 2000mm; 加工处理能力 40~50t/h。	
92	大型废金属破碎生产线	废金属通过碾压、破碎、剥离、打卷、分拣、除尘等连续自动作业后,得到可直接进炉冶炼的优质清洁回收钢铁和其它有色金属。生产过程高效、节能。	<b>关键技术:</b> 蜘蛛状结构转鼓; 防爆装置; 磁性料磁选净化装置; 报废汽车承载废油液的在线循环、连续抽排技术; 基于物联网技术的智能控制与远程监控的集成创新技术。 <b>主要技术指标:</b> 可破碎废钢料厚度 $\leq 12\text{mm}$ 。	废金属加工利用
93	报废汽车整体资源化关键技术装备	该技术利用大数据实现报废汽车的精细化拆解,对拆解得到各类材料进行分类回收,满足再制造条件的零部件可再制造。整套设备机械自动化程度高、安全环保、效率高,最终可实现95%以上的优质废钢精料、铜、铝、不锈钢等再生原料高效回收利用。	<b>关键技术:</b> 报废汽车物料自动分配与拆解产物自动输送系统; 整体车架自适应强化破碎技术与装备; 报废汽车破碎物料智能识别与精细分选系统; 报废汽车零部件再制造技术与装备。 <b>主要技术指标:</b> 钢铁回收率99.5%,纯净度99.6%; 有色金属(铜、铝、锌)回收率99%,纯度99.5%; 不锈钢回收率98%; 稀贵金属回收率大于95%; 再生塑料关键性能提高25%。	报废汽车、废钢铁、废有色金属回收利用
94	废漆包铜线热解回收关键技术及大型连续化智能装备	废漆包铜线经分拣后,打包成块进入热解炉,产生热解尾气、热解碳渣及产品铜,热解炭渣及铜产品进入下游熔炼炉熔炼,热解尾气经过二次燃烧、余热利用、脱硝、急冷、除尘、脱硫脱酸后达标排放。	<b>关键技术:</b> 连续式高效无氧热解分质转化技术; 尾气深度净化及余热利用一体化技术; 可视化智能控制技术等技术集成技术。 <b>主要技术指标:</b> 铜金属回收率 $\geq 99.5\%$ ; 最高工作温度 $900^{\circ}\text{C}$ ; 余热利用率 $\geq 80\%$ ; 污染物达标排放。	废漆包铜线资源化利用







---

工业和信息化部办公厅

2021年12月3日印发

---

