

国家鼓励的循环经济技术、工艺和设备名录（第一批）

序号	名称	主要内容	主要指标	适用行业及范围	所处阶段
一	减量化技术、工艺及设备				
1	替代氰化电镀的高密度铜电镀技术	针对传统电镀行业产生大量高毒性含氰电镀废水的问题，采用铜盐和对铜有协同络合作用的有机磷酸盐为多元络合物，加入对铁和锌合金基体有活化作用的活化剂，制备无氰高密度铜电镀液，提高镀液的阴极极化作用，使镀液分散能力和覆盖能力超过传统的氰化镀铜镀液，提高镀层质量，实现剧毒氰化物的源头替代。	镀液覆盖能力 100%，分散能力 $\geq 63\%$ ，镀层质量达到相关国家行业优质产品标准，废弃物中无氰化物有毒物质。	铜电镀行业	示范
2	丙尔金清洁镀金技术	针对传统镀金行业剧毒氰化物使用量大，废水污染重问题，采用合成的水溶性金盐“一水合柠檬酸一钾二（丙二腈合金（I））”，简称“丙尔金”镀金新材料，替代传统镀金采用的剧毒原料氰化亚金钾（氰化金钾）。实现有毒物质源头替代，大幅减少有毒污染物排放。	丙尔金产品中游离氰化物 $< 0.02\%$ ；镀金废液中总氰含量降低至 0.01 mg/L ；电镀产品质量优于相关标准要求。	镀金行业	推广
3	亚熔盐铬盐清洁工艺与集成技术	针对铬盐工业存在的铬资源转化利用率低、铬渣污染严重等问题，采用亚熔盐高效提取分离技术和气升环流连续多相反应装置处理铬铁矿原料，采用卧螺高效离心分离技术、盐析结晶相分离技术高效分离铬酸钾，铬酸钾氢还原制备氧化铬，采用碳化深度脱铬技术在线无害化处理含铬废渣，处理后的富铁渣用于制备脱硫剂副产品，钙渣用作水泥生产填料。实现铬污染的源头削减和废渣资源化利用。	铬铁矿中主元素铬的单程转化率 $> 98\%$ ，铬工业回收率 $> 96\%$ ；氧化铬产品生产综合能耗较传统工艺降低 15% 以上；含铬废弃物中六价铬的含量 $\leq 0.003\%$ 。	铬盐行业、铬化合物生产行业	示范

4	熔盐法钛白生产技术	针对国产钛铁矿钙镁含量高，硫酸法生产过程废物排放量大等问题，以国产钛渣为原料，采用熔盐介质强化分解技术生成钛酸盐，经固相离子交换技术实现碱介质再生与钛的固相分离，再用稀硫酸低温溶解制得高浓度钛液，脱硅后水解制偏钛酸，进一步制得高品质锐钛型或金红石型钛白。实现钛白生产的源头减量与污染物减排。	钛转化率>98%；与传统硫酸法相比，酸耗降低90%；无酸性废气排放；废酸、废水、废渣量消减80%；吨产品成本降低10%。	钛白生产行业	示范
5	液态高铅渣直接还原技术	针对炼铅过程能耗较大、SO ₂ 及铅尘排放污染等问题，采用短流程作业，省去铸渣机，淘汰鼓风机，以天然气替代焦炭、以煤粒作还原剂，利用卧式还原炉将液态高铅渣直接还原炼铅，过程中采用烟尘气体密闭输送装置减少烟灰的逸出及扬尘。实现炼铅过程源头降低能耗，减少铅尘、SO ₂ 等大气污染物排放。	与“氧气底吹-鼓风机炼铅工艺”相比，能耗降低25%，CO ₂ 排放量减少80%；与传统鼓风机工艺相比，能耗降低50%，SO ₂ 排放量减少90%；烟尘回收率≥99%；终渣含铅量<3%。	铅冶炼行业	示范
6	矿山尾砂与废石快速充填采空区技术	针对金属矿床开采排放大量废料和破坏地表等问题，通过砂仓集中制浆系统将金属矿山浮选尾砂制成结构流态全尾砂充填料，采用高速搅拌设备将全尾砂与胶凝材料进行活化搅拌，制成结构流全尾砂胶结充填料，通过管道自流或柱塞泵加压输送到井下充填采空区，通过井下废石贮存、输送与充填系统，将采掘废石在井下直接充填采空区。实现源头减少矿山开采废物排放。	选矿尾砂充填利用率≥90%；采掘废石充填利用率达100%。	矿山开采	推广
7	低硫少灰保毛脱毛制革工艺	针对制革行业废水污染问题，在脱毛工序采用基于酶制剂的低硫少灰保毛脱毛技术源头降低废水中硫化物及固体废弃物含量，将浸灰废液循环再利用，铬鞣废液集中处理后制备铬鞣剂回用生产，处理后废水回用生产。实现废水、废物源头减排与循环利用。	毛回收率>70%；与传统毁毛脱毛浸灰工艺相比，硫化钠和石灰粉用量节约50%以上；浸灰废液和铬鞣废液回收率>70%。	制革行业	推广

8	节材型超薄陶瓷砖生产技术及设备	针对传统建筑陶瓷砖生产过程中原料消耗大、能耗大、污染重等问题，采用自主研发的陶瓷砖自动液压压砖机、墙地砖布料及模具系统、高效节能辊道窑和陶瓷超大超薄板材冷加工等整线装备生产超大超薄陶瓷砖。实现源头节材，降低能耗，减少三废排放。	产品性能符合相关标准，产品合格率 $\geq 96\%$ ；瓷板规格 $900 \times 1800 \text{ mm}$ ，厚度 $3 \sim 6 \text{ mm}$ 可调；节约原材料用量 50% 以上；较传统瓷砖生产节能 30% 以上。	陶瓷砖生产行业	推广
9	低水泥用量堆石混凝土技术	针对常规混凝土水泥用量大、施工能耗高等问题，采用高流动性、抗分离性能好的自密实混凝土浇筑粒径较大的块石堆积体表面，依靠自密实混凝土自重完全充填块石空隙形成完整、密实、低水化热的大体积混凝土，施工过程不需要采取振捣密实和温控措施，既提高浇筑速度也可保证浇筑质量。实现源头减少水泥用量与降低能耗。	与传统混凝土工艺相比，每 m^3 混凝土水泥用量减少 50% 以上；单位体积混凝土比传统混凝土施工能耗降低 35% 以上。	大中型建设工程领域混凝土浇筑	推广
二	再利用与再制造技术、工艺及设备				
10	废旧机械零部件自动化高速电弧喷涂再制造技术及设备	针对汽车发动机缸体、曲轴等机械零部件，利用铁基、铝基等金属丝材作为喷涂材料，将雾化后的喷涂材料高速喷射到工件表面形成致密涂层，采用基于先进机器人技术和高速电弧喷涂技术集成的自动化高速电弧喷涂设备，实现数字自动控制，提高再制造质量和效率。	铁基涂层的结合强度 $\geq 30 \text{ MPa}$ ；锌铝基涂层强度 $\geq 20 \text{ MPa}$ ；再制造一台发动机缸体时间为手工喷涂的 30% 。	发动机缸体、曲轴等关键零部件的再制造	示范

11	废旧机械零部件自动化纳米电刷镀再制造技术及设备	针对损伤尺寸量较小的机械零部件，采用自动化纳米电刷镀技术，在电刷镀液中加入纳米颗粒，镀液中金属离子被还原的同时与金属发生共沉积，形成具有特定优异性能的复合镀层，采用该技术及设备可实现多个零件同时刷镀和连续刷镀，与传统电刷镀技术相比，提高了镀层的硬度、耐磨性与组织结构的均匀性，同时提高工作效率。	与快速镍镀层相比，镀层硬度提高 20~50%；耐磨性是纯镍镀层的 1.5~2.5 倍；成品率 ≥ 95%；生产效率比传统手工刷镀提高 10 倍。	损伤尺寸量较小的机械零部件再制造	推广
12	废旧机械零部件柔性修复技术及设备	针对各种损伤的机械零部件，集成了逆变脉冲电刷镀技术、粘接技术和冷焊等技术对零部件进行再制造修复，采用逆变脉冲电刷镀技术及设备在多种材质或不明材质零件上沉积金属镀层，采用纳米颗粒增强、高强度碳纤维增韧胶粘技术修复连接零部件，采用冷焊技术及设备修复零部件缺陷。技术不受零部件损伤情况、材质等限制，可实现多种复合性损伤零部件的再制造修复。	零件修复后性能与质量达到新品标准；节能 60% 以上；节材量 ≥ 70%。	多种机械零部件的再制造	推广
13	废旧轧辊感应电渣熔覆包覆层再制造技术及设备	针对废旧轧辊传统堆焊修复存在的修复周期长、成本高、效率低、修复质量差等问题，通过电磁感应加热废旧轧辊，然后将复合外层金属液快速浇入水冷结晶器中，金属液在穿过水冷结晶器内高温融化的熔融渣层过程中受电渣精练后与废旧轧辊芯棒表面熔合，冷却结晶形成复合材料轧辊。	再制造轧辊产品中废旧轧辊占再制造后轧辊总重量的 70~80% 以上；成本为新轧辊的 50~60%；使用寿命比新轧辊提高 30% 以上。	轧辊、支撑辊等各种辊类再制造	推广

14	打印耗材再制造技术及设备	针对打印耗材的再制造，对关键零部件进行特性检测、清洁清洗，对磁辊喷砂，感光鼓、充电辊采用重涂修复技术进行再制造，对鼓粉盒和墨盒芯片进行编程及重写，对废旧碳粉再生制造，对五金件进行清洁及机械修复，对废墨水等进行环保处理，提高打印耗材回收利用率及再制造率，延长打印耗材易耗件的使用寿命。	再制造产品回收利用次数 ≥ 3 ；再制造产品符合 RoHS 要求；充电辊利用率 $\geq 75\%$ ；磁辊再生利用率 $\geq 85\%$ ；碳粉再生循环利用率 $\geq 90\%$ ；喷墨盒回收再生合格率 $\geq 90\%$ 。	激光及喷墨打印耗材的再制造	推广
15	废金属破碎分选处理技术及大型化设备	针对废旧机械装备及废钢破碎加工过程中技术装备水平低的问题，采用磁阻开关控制的超宽履带输送设备、液压控制自适应预碾压设备、磁力分选设备，实现铁、有色金属及非金属物质的自动分离。	主机功率：750 ~ 3000 kW；每小时处理废金属 35 ~ 120 吨；送料宽度达 1500 ~ 2600 mm；磁力分选率 $\geq 97\%$ ；有色金属涡流分选或有色光选分选率 $\geq 98\%$ 。	废金属、废钢的破碎分选	推广
16	氮肥生产废水超低排放集成技术	针对氮肥生产过程中污水处理和再生利用难问题，集成了造气/脱硫系统冷却、洗涤水的闭路循环技术，锅炉系统除尘水闭路循环技术，栲胶脱硫替代氨水液相催化脱硫技术，含氨废水逐级提浓回用技术，尿素工艺冷凝液深度水解技术，甲醇精馏残液用作造气夹套锅炉补水工艺，含油废水回用技术，“一套三”浅除盐或除盐工艺制脱盐水等技术，对氮肥生产污水综合回收利用，实现了含氨氮污水、含酚氰焦油污水、含硫污水、含煤焦灰渣污水等近零排放，提高冷却水循环率，大幅度减少水资源消耗量。	吨氨排水量由 30 m ³ /t 降低到 3 ~ 5 m ³ /t；排水量与排水中污染物总量低于国家标准 50 ~ 60 % 以上。	氮肥生产行业	推广
三	废物资源化利用技术、工艺及设备				

17	氰化尾渣制铁精矿联产硫酸、提取金银技术	针对黄金冶炼过程产生的氰化尾渣污染严重的问题，采用氰化渣活化脱氰富集硫铁技术分离出高品位硫精矿，金银在硫精矿中一次富集，然后采用流态化焙烧制酸技术焙烧硫精矿制得硫酸和铁精粉，金银在铁精粉中二次富集，通过选择性分离提取金、银等金属，减少含重金属污染物排放。实现氰化尾渣的资源化、高值化利用。	氰化渣中有价组分富集后硫精矿硫品位 $\geq 48\%$ ；硫回收率 $\geq 92\%$ ；铁精粉铁品位 $\geq 64.5\%$ ；金回收率 $\geq 90\%$ ；银回收率 $\geq 80\%$ ；外排总氰浓度达标。	黄金行业氰化尾渣资源化利用	示范
18	铜尾矿沸腾焙烧制取硫酸技术及设备	针对铜尾矿的综合利用，通过大型沸腾焙烧装置生成 SO_2 ，同时回收沸腾焙烧高温余热用于发电，采用动力波洗涤净化、两转两吸工艺制取硫酸，焙烧后的铁焙砂用作炼铁优质原料。实现铜尾矿的资源化利用。	硫烧出率 $\geq 98.7\%$ ；烟气 SO_2 净化率 $\geq 98\%$ ； SO_2 总转化率 $\geq 99.8\%$ ；水循环率 $\geq 96.7\%$ ；S回收率 $\geq 97\%$ ；铁焙砂（烧渣）中 $Fe \geq 65\%$ 、 $S \leq 0.3\%$ 。	铜尾矿资源化利用	推广
19	钢铁冶炼尘泥转底炉锌铁回收技术	针对含铁锌尘泥回收利用难、造成污染等问题，将含铁、锌尘泥制成含碳球团，在转底炉内还原为金属化球团，球团中的氧化锌还原成金属锌，金属锌挥发再氧化生成氧化锌，在氧化过程中，采用多节多点温度及气氛控制技术，控制氧化锌粉尘的形态及粒度同时回收氧化锌，剩余含铁球团作为高炉原料。实现钢铁尘泥的资源化利用。	铁回收率 $\geq 99\%$ ；锌回收率 $\geq 85\%$ ；铁金属化率 $\geq 80\%$ ；能耗较传统工艺节省40 kg标准煤/吨产品。	钢铁企业含铁锌尘泥综合利用	推广
20	粉煤灰制备高强度陶粒技术	针对粉煤灰资源化利用，通过自主研发的球核生成器，不添加任何粘结剂将粉煤灰制成球形颗粒，在高温作用下，粉煤灰中硅铝等氧化物在颗粒内处于熔融状态，冷却后形成性能稳定的陶粒轻骨料，提高粉煤灰的掺配率，产品优于国家标准。实现粉煤灰高掺配率资源化利用。	产品中粉煤灰掺配率 $\geq 95\%$ ；成品合格率 $\geq 95\%$ ；产品粒型系数 < 1.2 ；筒压强度2~10 MPa；吸水率 $< 20\%$ 。	粉煤灰资源化利用	推广

21	煤矸石充填开采置换煤炭技术	针对煤矸石产生量大，堆存污染问题，利用废弃的煤矸石，通过干式、湿式（高水材料）、似膏体等充填方式，充填煤矿采空区或井下巷道，置换出“三下”（水体下、建筑物下、铁路下）压煤，提高煤炭资源回采率同时实现废弃资源的再利用。	提高煤炭回采率，工作面原煤回收率 $\geq 80\%$ ；减少煤矸石排放占用土地以及运输环节能耗，降低能耗15%以上。	煤炭开采业	推广
22	氨碱厂白泥用于锅炉烟气湿法脱硫技术	针对氨碱法纯碱生产过程产生的白泥污染问题，采用二级过滤与一级洗涤组合的水洗工艺，将白泥中氯离子洗脱，制成低氯白泥脱硫剂，替代石灰石粉用于烟气中二氧化硫脱除，提高锅炉烟气脱硫效率，脱硫后的脱硫石膏用于水泥生产。实现白泥的资源化利用。	氨碱厂白泥利用率达100%；锅炉烟气脱硫效率 $\geq 95\%$ ；中间产品低氯白泥含氯离子 $< 1.5\%$ ；终端脱硫石膏符合《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T21371-2008）的要求。	氨碱法制碱行业	推广
23	氮肥生产废气、废固处理及资源化利用技术	针对氮肥生产领域工业固废、废气排放量大等问题，采用大型全燃式吹风气余热集中回收技术、三废流化混燃余热回收技术，回收造气吹风气及造气炉渣等余热；采用造粒塔尾气洗涤回收技术，回收尿素造粒塔尾气中的尿素粉尘同时溶解回收气氨。实现氮肥生产过程废物的资源化利用，减少了污染物排放。	造气炉渣燃烧后残碳降至1%；造气吹风气燃烧后CO含量 $< 0.3\%$ ；尿素造粒塔尾气粉尘 $< 30\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；氨含量 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。	合成氨及尿素生产行业	推广

24	黄磷尾气高值化利用制甲酸技术	针对黄磷生产过程中产生的尾气综合利用率低问题，采用水洗碱洗及变温、变压吸附气体分离技术提纯 CO 气体，CO 气体通过低温低压羰基合成甲酸甲酯，采用甲酸甲酯水解精馏技术生产高品质甲酸产品。实现黄磷尾气高值化利用。	尾气利用率 ≥ 90%；提纯后尾气中 CO ≥ 95%，O ₂ ≤ 10 ppm，总硫 ≤ 5 ppm，磷、砷、氟化物杂质含量 ≤ 1 ppm，H ₂ O ≤ 10 ppm，CO ₂ ≤ 10 ppm；甲酸产品纯度 ≥ 98%。	磷化工行业黄磷尾气综合利用	示范
25	白酒酿造废弃酒糟资源化利用技术	针对白酒酿造行业排放大量废酒糟的利用问题，通过糖化与发酵分步进行的“二次发酵”固态酿酒技术，最大化利用丢弃酒糟剩余的淀粉生产复糟酒，酿造复糟酒再次产生的废弃酒糟作为锅炉燃料生产蒸汽并回用于酿酒生产，燃烧后的稻壳灰采用低压液相法生产白炭黑。实现酿酒废弃物的资源化利用。	复糟酒产品理化指标符合优级酒标准；复糟酒生产后的废弃酒糟残淀利用率达 42%；废弃酒糟有机质综合利用率 ≥ 95%；白炭黑提取率 ≥ 80%，纯度 ≥ 90%。	白酒酒糟资源化利用	推广
26	钴镍废料循环制备超细高纯钴镍粉体材料技术	针对含钴镍废料及废锂电池资源回收利用问题，以废弃钴镍资源为原料，采用酸溶-氧化技术从废料中提取钴镍元素，采用连续液液萃取及反萃技术装备实现钴镍的分离纯化及萃取介质的循环使用，中间体经闪蒸等多套组合设备处理，低温氢气还原设备再造超细高纯钴镍粉体材料，并对粉体结构和形貌的选择性进行控制。实现含镍钴废弃物的资源化利用。	钴、镍资源回收率 ≥ 99%；钴粉、镍粉纯度均 ≥ 99.9%；钴粉粒度 ≤ 1.2 μm；超细粒度可达 0.7 μm 以下；可制备球形、类球形钴粉及大 FSSS 镍粉。	含钴镍废料、废锂电池的再生利用	示范
27	废杂铜制备空心异型铜合金材料技术	针对传统废杂铜利用能耗高、污染大的问题，采用熔体净化和精炼一体化技术和装备控制熔体中杂质，采用以等轴晶为主的凝固控制技术提高产品质量和性能；通过分流导液、均温缓冷的石墨结晶器实现薄壁及小孔径异型铜材生产。实现废杂铜的再生利用。	废杂铜利用率 ≥ 95%；成品率 ≥ 99%；产品各项性能符合相关标准。	黄杂铜资源化利用	示范

28	废冰箱整体拆解与多组份资源化利用一体化成套设备	针对传统处理废冰箱手工拆解高污染、资源浪费问题，利用冷媒抽取装置自动抽取废冰箱冷媒，将切除冷凝器及压缩机后的剩余箱体进行封闭式破碎分离，提高铁、铜、铝、塑料、聚氨酯泡沫等材料的回收率，过程中产生的废气、粉尘经活性炭纤维吸附和布袋除尘处理后达标排放。实现废冰箱各组份资源的回收利用。	有色金属回收率和塑料回收率 $\geq 95\%$ ；制冷剂回收率 $\geq 90\%$ ；聚氨酯泡沫回收率 $\geq 90\%$ ；铁回收率 $\geq 98\%$ ；设备处理能力 ≥ 30 台/h；尾气达标排放。	废冰箱资源化利用	推广
29	废印制电路板粉碎分离回收技术及成套设备	针对废印制电路板资源化利用难、污染重的问题，采用物理方法逐级粉碎，再利用高速运转的叶轮在特殊设计的金属腔体内形成高速涡流，将粉碎后的带有金属镀层的线路板粒料解离，经过风选分离将解离后的金属粉末与非金属粉末分离回收。实现废印制电路板各组份资源的回收利用。	金属回收率 $\geq 95\%$ ；回收的铜粉中铜含量 $\geq 90\%$ ；非金属粉末中金属含量 $<1\%$ ；设备处理能力 ≥ 500 kg/h。	废印制电路板资源化利用、无害化处理	推广
30	废弃高硫石油焦连续石墨化生产优质石墨材料及设备	针对传统石墨增碳剂生产周期长、能耗高、污染大、效率低等问题，以废弃高硫石油焦为原料，利用核心设备高效新型竖式连续石墨化炉设备，连续化制备石墨增碳剂及石墨负极材料。实现废弃高硫石油焦的利用及石墨增碳剂生产的源头降耗和废气减排。	产品石墨增碳剂含碳量达99.5%，含硫量 $<0.03\%$ ；产品锂离子电池石墨负极材料含碳量达99.96%，含硫量 <40 ppm；与传统工艺相比，吨产品能耗降低70%以上，SO ₂ 、CO ₂ 等排放减少95%以上，节水量 $>80\%$ ，生产效率提高20%。	炭素行业	推广

31	硫化橡胶粉常压连续脱硫成套设备	针对压力容器废橡胶传统脱硫法产生大量的废水、废气和不安全因素，开发了常压、变频调速、数显智能温控、连续联动化生产的硫化橡胶粉常压连续脱硫成套设备。硫化橡胶粉活化剂、软化剂等经搅拌输送到脱硫机中，采用在螺旋装置内密封输送状态下加热脱硫及夹套式螺旋冷却工艺完成脱硫。实现常压脱硫，降低能耗，生产过程无废水、废气排放。	与传统动态脱硫法相比，节能 20%以上；无废水、废气排放；减少操作人员 2/3；设备减少钢材使用 3/4，减少占地面积 2/3。	再生胶、硫化橡胶粉塑化行业	推广
32	垃圾塑料生产组合芯模技术	针对垃圾填埋场的垃圾塑料和造纸厂制浆后产生的垃圾塑料难处理、污染重等问题，通过添加多功能复合改性剂进行改性，并在此基础上添加一定比例的秸秆、谷壳、木屑粉等农林副产品废弃物作为填充剂，采用压制成型工艺制成埋地塑料组合芯模产品，该技术允许垃圾塑料中含有细小杂质，无需对垃圾塑料进行水洗。实现垃圾塑料无害化处理。	垃圾塑料综合利用率（剔除水分、碎布、泥沙及金属等大型杂质后） $\geq 98\%$ ；产品中废塑料比例 $\geq 75\%$ ；产品中新材料及改性剂的加入量 $< 1\%$ ；三废达标排放；产品质量合格。	垃圾塑料资源化利用	推广
33	废弃纸铝塑复合包装物再生利用技术	针对废纸铝塑复合包装物分离难、利用难等问题，采用转鼓式高浓碎浆机等专用设备将纸铝塑复合包装物分解成纸浆和铝塑膜，纸浆经筛选净化和抄纸工艺制成高强度包装用纸，铝塑膜采用湿法分离与离心净化工艺实现铝塑分离，脱铝塑料破碎、造粒，铝屑经湿法研磨制成铝粉膏。实现废弃纸铝塑复合包装的再生利用和无害化处理。	纸浆、塑料和铝的综合回收率 $\geq 95\%$ ；铝塑分离率达到 100%；铝粉中活性铝成分 $\geq 85\%$ 。	废纸铝塑包装资源化利用	示范

34	城市有机废弃物高效率厌氧消化技术及设备	针对市政污泥、餐厨废弃物等城市有机垃圾资源化利用问题,采用高浓度厌氧反应器、自动化搅拌系统实现物料完全混合,通过流程优化控制技术提高物料处理浓度以及系统效率,采用自动防浮渣结盖技术解决了传统大型厌氧消化装置中浮渣结盖问题。实现高浓度、低压厌氧消化,提高有机质降解率和产气率。	厌氧消化处理物料浓度提高到8~15%(干物质浓度);有机质降解率达70~80%;产气量达60~120 m ³ ;产气甲烷含量达60~70%。	市政污泥、餐厨废弃物等城市有机废弃物的厌氧消化	示范
35	城市垃圾填埋气变压吸附制天然气联产二氧化碳技术	针对城市垃圾填埋气中CH ₄ 和CO ₂ 分离难的问题,采用填埋气压缩、脱硫、冷冻干燥、吸附净化等预处理工艺将填埋气中的水分与有害杂质去除,然后利用压力变化下CH ₄ 和CO ₂ 在吸附剂上的吸附量变化将两种气体分离。实现垃圾填埋气中CH ₄ 和CO ₂ 高纯度同步高效回收。	沼气中CH ₄ 回收率≥90%;产品气中CH ₄ 浓度≥95%,符合《车用压缩天然气》(GB18047-2000)的要求;另一产品气CO ₂ 回收率≥95%;CO ₂ 浓度≥95%。	垃圾填埋气、大中型生物厌氧工程所产沼气提纯	推广
36	秸秆清洁制浆及废液资源化利用技术	针对传统秸秆制浆效率低、质量差、水耗能耗高,污染重等问题,采用新式备料和置换蒸煮技术,使蒸煮工段的热黑液循环利用,降低制浆蒸汽用量和黑液粘度,提高浆料滤水性;采用“高硬度制浆-机械疏解-氧脱木素”组合技术,提高麦草浆得率和强度,制浆废液通过蒸发浓缩、喷浆造粒技术生产木素有机肥。实现秸秆清洁制浆及废液资源化利用。	生产的本色浆抗张指数61.5 N·m/g;黑液提取率>90%;黑液固形物浓度13~15%;有机肥有机质含量≥40%。	秸秆清洁制浆造纸、有机肥制造	推广
37	芦笋废弃物提取皂苷及多糖技术	针对芦笋废弃物(老茎、笋皮等)堆积污染及资源浪费问题,采用乙醇-水超声循环提取皂苷等脂溶性成分,采用水超声循环提取多糖等水溶性成分,然后采用真空低温浓缩,中低温离心喷雾干燥及造粒技术生产芦笋皂苷和多糖产品,剩余残渣采用固态发酵生产生物药肥。实现芦笋废弃物资源化利用。	芦笋皂苷和芦笋多糖提取率≥90%;脂溶性成分中芦笋皂苷含量≥15%;水溶性成分中芦笋多糖含量≥35%;生物肥中有机质含量≥35%。	芦笋废弃物资源化利用	示范

38	沼液高效制生物有机肥技术	针对大中型沼气池冬季产气量低和沼液污染环境与低效利用问题，以沼气池产生的沼液和沼渣为原料，采用生物工程技术，添加有益微生物菌种，对生物质发酵制得液体高效生物有机肥料，可替代部分化肥和农药，提高农作物产量。实现沼液资源化利用。	液体高效生物有机肥的有效活菌数（乳酸杆菌、酵母菌、枯草芽孢杆菌等）达 0.26 亿个/mL；总养分（氮、五氧化二磷、氧化钾）达 0.6%。	新建及已建的沼气工程的沼肥生产配套	示范
39	废石料高值化利用合成优质石材技术	针对石材开采、加工过程中产生的大量废石料问题，采用凝胶材料改进技术、人造大理石胚料改性技术、高档合成石喷色成纹加工技术、真空振压花纹技术、石板预制压片技术、全过程高档合成石养护技术等，利用大体积荒料整体高仿真设备、全过程高效废气生化处理系统和自动化排锯节能减震系统等，生产高档合成石材。实现废石料的规模化优质高效利用，替代天然石材。	废石料掺入量 $\geq 80\%$ ；利用率（成材率） $\geq 98\%$ ；生产的高档合成石产品主要性能指标为抗折强度 ≥ 20 MPa、压缩强度 ≥ 100 MPa、吸水率 $\leq 0.1\%$ 、耐磨度 ≤ 450 mm ³ 、莫氏硬度 ≥ 3 、放射性符合《建筑材料放射性核素限量》（GD6566-2001）A类要求。	废石料资源化利用	推广
四	产业共生与链接技术、工艺及设备				
40	生活垃圾预处理及水泥窑协同处理技术	针对国内生活垃圾混合收集、水分高、热值低、难处理等问题，采用双轴机械破碎方式对生活垃圾进行破碎和生物干化，利用综合分选技术分离可燃部分、无机灰渣部分、金属部分，其中可燃部分制成可燃性垃圾固体燃料（RDF）；采用多点协同喂料工艺和技术，将 RDF 替代部分燃料用于干法水泥生产，无机灰渣用作水泥填料。实现工业与社会间产业链接。	生活垃圾预处理后可燃部分低位热值 ≥ 2000 kcal/kg，无机灰渣中可燃物（塑料、纸张等） $\leq 15\%$ （干基）；水泥窑处置过程无废渣、废水外排，二噁英/呋喃 ≤ 0.1 ng TEQ/Nm ³ ；水泥熟料质量符合国家标准。	城市垃圾水泥窑协同处理与资源化利用	推广

41	高铝粉煤灰多金属梯级提取与资源化利用技术	针对高铝粉煤灰综合利用水平低的问题，以高铝粉煤灰为原料，采用低碱选择性提取与管道化溶出技术提高粉煤灰的铝硅比，采用低温高效转化技术制备活性硅酸钙材料，脱硅后的粉煤灰进一步提取冶金级氧化铝或采用铝硅耦合技术制备莫来石等材料，其母液中含有的镓资源经树脂高效吸附与浓缩技术后再通过电解得到金属镓。实现能源、有色、建材等行业间的产业链接。	氧化铝提取率 $\geq 85\%$ ；非晶态 SiO_2 提取率 $\geq 90\%$ ；残余硅钙渣中碱含量 $\leq 0.6\%$ ，满足水泥生产要求；镓提取率 $>40\%$ 。	高铝粉煤灰综合利用	示范
42	焦炉煤气制天然气技术	针对焦炉煤气中氢气、CO和 CO_2 含量高，甲烷含量低，热值小的特点，对焦炉煤气进行净化预处理，在高效甲烷化催化剂作用下进行甲烷化合成甲烷，分离出 H_2 ，得到合成天然气。实现化工、钢铁、能源等行业间的产业链接。	CH_4 选择性 $\geq 65\%$ ；CO/ CO_2 一次转化率 $\geq 90\%$ ；焦炉气产品达到SY/T0004-1998要求。	焦化行业煤气综合利用	示范