

附件1

工业领域节能降碳推荐技术清单

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
(一) 钢铁行业节能降碳技术			
1	免加热与压展一次成型节能轧制技术	采用热展成型设备，无需使用加热炉，充分利用熔融态钢坯的热量提高连铸钢坯温度，在连铸工序精准控制钢坯温度，直接进行热轧制，实现免加热轧制。通过连续多次微压，防止热金属在轧制压下过程产生宽展，实现钢型材或零部件无宽展成型。	适用于钢铁行业热轧工艺。
2	富氢碳循环氧气高炉低碳冶金技术	开发新型高炉和冶金煤气回收装置，高炉煤气经回收装置进行脱碳处理变成氢气。采用多介质复合喷吹技术，将加热后的氢气送入高炉作为冶炼还原剂，脱碳产生的二氧化碳通过碳捕集技术进行收集，充分利用煤气热值和化学能，实现冶金煤气循环利用和富氢全氧冶炼，比同容积高炉生产效率提高 40%。	适用于钢铁行业长流程低碳炼钢。
3	富氢低碳冶炼技术	开发冶金用氢气一体化大规模供应系统和高炉多模式喷氢装备，根据高炉冶炼反应工况自动控制氢气流量，氢气通过高炉风口或炉身下部喷吹到高炉内。利用氢代替碳作为炼铁过程还原剂及燃料，纯氢气喷吹量可达每小时 1800 立方米，降低焦比 10%以上。	适用于钢铁行业高炉。
4	基于薄带铸轧的短流程薄带钢生产技术	液态钢水通过布流系统注入由侧封板及 2 个旋转方向相反的铜铸辊形成的熔池中，铜辊中通过的冷却水将钢水的热量带走。凝固的钢液在 2 个铜铸辊的缝隙之间经挤压，可直接连续生产出厚度 1.4~2.1 mm 的铸带，再经一道次热轧生产出厚度为 0.7~1.9 mm 的热轧薄带钢，钢水直接凝固为钢带，多道次热轧精简为一道次。	适用于薄带钢生产。
5	钢铁烧结烟气选择性循环技术	基于烧结风箱烟气排放特征的差异，选择特定风箱段烟气除尘后在烧结台车表面循环利用，降低烧结烟气和污染物排放总量。通过优化循环热风参数，烟气显热供给烧结混合料，进行热风烧结，改善表层烧结矿质量，实现节能减污降碳协同治理。	适用于钢铁行业烧结烟气治理。
6	高温固体散料余热直接回收技术	采用固体散料冷却及余热回收一体化装置，无需引入中间气体换热介质，直接回收高温固体散料显热。高温固体颗粒利用自身重力向下缓慢流动，通过移动散料填充床，以固体换热方式与锅炉汽水受热管进行一次换热。通过换热直接产生高品质过热蒸气进行发电或供热等其他工业用处。	适用于钢铁行业高温固体散料/颗粒的显热回收利用。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
7	大容量工业余热回收离心式热泵机组技术	采用高效永磁同步变频直驱技术，结合多级压缩、级间补气、强化换热等关键技术，通过蒸发器从低位热源吸收热量，依次经过压缩机、冷凝器，制取高温热水，实现热量从低温侧向高温侧转移；视温升不同，热泵机组消耗电力是直热方式的15%~70%。	适用于钢铁等行业余热回收。
8	CO2捕集技术	1. 捕集技术原理：采用基于化学吸收工艺的碳捕集技术，对燃烧后烟气捕集，采用新型二氧化碳吸收溶剂，净吸收容量提高30%以上，捕集率大于90%，单位产量捕集能耗约3.1GJ/tCO2；在工艺成熟度上也优于其他膜分离、变压吸附等技术路线，是工业企业大规模烟气CO2，捕集的首选，国内外低浓度碳捕集大多采用此方法。采用的吸附剂复合醇胺具有救高的吸收容量、高抗氧化能力，较低的腐蚀性和较低单位CO2.的能耗。捕集的CO2，提纯至工业水平，经压缩液化后通过槽车送至周这油气田，进行石油（或天然气）驱替、压裂服务。2. 油气田封存应用技术原理：二氧化碳增产技术（压裂和驱油）是国家科技部973、国家863、中国石油重大专项和重大开发试验等重点科研项目攻关技术。本项目采用封存利用技术为我公司核心技术，包括二氧化碳无水干法压裂、前置蓄能压裂、泡沫压裂，准干法压裂，复合化学剂混相压裂、段塞驱油、雾化酸压和水平井分段体积压裂等二氧化碳增产技术来实现周边油气区块页岩油、页岩气、稠油等高效开发。可以规模化封存CO2，到地层深处，同时实现油气田增产增效。封存设备选用合资公司专利产品二氧化碳专用增压泵和专用储罐。增压泵采用多级密封设计，泵注液态CO2，效率更高、排量大，二氧化碳损失率远低于国内外同类型产品；新型增压储罐，具有气化增压功能，能完美解决在注入过程中储罐内液量降低导致压力下降，保证注入效率，基本实现罐体内无残余CO2，同时，可以随时监测罐体内液位的变化，并通过远程控制，降低操作风险。	适用于钢铁行业
9	锅炉连排水余热回收净化系统	通过将厂里热网中富余的过热度与连排水相结合，使连排水完全汽化形成带有盐分的混合蒸汽，再进行整体过滤，产出高品位清洁蒸汽供给用户。	适用于有用汽需求的热电联企业、纯供热企业、拥有自备电厂的制造类企业等。
10	纯氢竖炉还原技术	该技术采用竖炉作为还原反应器、氢气作为还原介质，完全杜绝碳质反应剂的参与，避免还原过程CO2的产生以及海绵铁的渗碳，进而消除海绵铁熔炼过程的碳氧反应。	适用于以化工、钢铁领域副产氢及以电解水制氢为还原气的纯氢竖炉生产线。
11	分层供热低碳富氢烧结技术	该技术充分利用了烧结料层抽风自蓄热特性，通过构建数值模型精准测算料层供热制度，择取配碳基准值实施全料层减碳，然后通过多元化富氢手段对料层各单元实施个性化的精准补热，并使用可视化智能手段予以监测联控，通过以气代固、以氢代碳的途径，最终实现低碳的均热化烧结生产。	适用于新建或改建的烧结机工程。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
12	高效还原“3R”碳氢高炉技术	该技术将钢铁企业内部的焦炉煤气和经脱碳处理的富CO煤气混合后，通过风口喷吹系统喷吹进入高炉，充分利用煤气的化学能，促进铁矿还原，替代部分由焦炭和煤粉充当还原剂的功能，进而减少碳素燃料的用量，从源头上减少碳排放。	适用于钢铁企业高炉设备。
13	钢铁烧结合余热极致利用协同减污降碳关键技术	该技术围绕烧结系统烟（废）气余热的极致利用开发了系列专利技术，通过应用烧结过程烟（废）气余热，实现了对烧结料层高度方向的供热控制，提升烧结矿产质量的基础上可减排烟（废）气、降低碳基能耗；通过将冷却废气交叉回用增加余热锅炉的取热量，可提高冷却废气余热回收效率、实现冷却废气零排放；采用轴系匹配和自动控制技术使汽电双驱主抽风机可变频调速运行，实现余热、余能高效转化。	适用于新建烧结工程或现有烧结工程技术改造。
14	炼铁-炼钢界面优化与动态调度技术	该技术以钢铁制造流程炼铁-炼钢区段为对象，综合应用统计学、运筹学、数据科学、系统科学、管理科学和信息技术等多学科理论和方法，系统制定炼铁-炼钢区段物理结构及运行程序的优化方案，借助计算机建模仿真技术验证其合理性，集成开发炼铁-炼钢区段可视化动态调度系统，实现炼铁-炼钢区段多维物质流实时调控。	适用于钢铁联合企业高炉-转炉区段。
（二）有色金属行业节能降碳技术			
1	磁致聚合燃烧加速器	采用磁螺旋增进装置，对进入阳极焙烧炉燃烧室的天然气甲烷分子团施加梯度磁场。甲烷分子团在大磁场强度梯度段被排斥及磁化后，其逆磁性质量磁化率大幅提升，减少天然气与氧气磁化率的绝对值差值。该装置使甲烷分子更易与在燃烧室内带顺磁性的氧气分子结合燃烧，燃烧过程更充分，温度场更均匀。	适用于有色金属行业以天然气为主要燃料的工业炉窑。
2	智能光电选矿技术	原矿在通过皮带传输或进入环形入料口自由落体时采集多种光线进行穿透照射成像。图像进入计算机人工智能系统分析识别，识别数据用于精准捕捉矿石位置和控制喷阀打击矿石，使其落入相应区域，以完成分选过程。整个分选过程只需几毫秒，每秒可处理 3000~10000 颗矿石的全自动分选。	适用于有色金属行业预选矿工艺。
3	金属构件装配式充填挡墙及其高效封闭技术	采用弧形墙体结构，主体包括内凸式弧形装配式骨架、钢筋网层和土工织物脱水封闭层 3 层。利用拱结构原理，构建弧形钢骨架作为主要受力单元。弧形钢梁可以适应微小变形，将所受载荷传导至两侧岩体，充分发挥结构自承载能力，有效提高墙体整体稳定性。弧形钢梁能够完全替代钢筋混凝土挡墙，降低水泥用量。	适用于有色矿山井下充填工序。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
4	电解铝预焙阳极纳米陶瓷基高温防氧化涂层	将纳米陶瓷基高温防氧化涂层材料喷涂在铝电解槽的阳极炭块侧表面，加热到400℃时，涂层材料晶粒收缩，晶粒间隙小于气体分子直径，形成坚固致密的陶瓷基隔绝层，可阻止周围的高温空气、二氧化碳和电解质蒸汽对阳极炭块的氧化侵蚀，实现炭块的隔绝保护。在恒定的电流强度下，与无涂层阳极相比，涂层阳极的使用寿命延长1~1.5天。	适用于电解铝行业。
5	多氧燃烧技术	设计优化窑炉助燃系统，利用氧气代替空气助燃，通过氧气增压、输送阀门控制器，动态控制一、二次氧输入比例。控制器采用可编程逻辑控制模式，可实现自动点火、燃料和氧气精确配比、燃烧过程可控等功能。火焰长度可调、燃烧充分，且没有氮气参与燃烧造成的热能浪费和氮氧化物排放。	适用于有色金属行业窑炉设备。
6	中压直流微电网	直流侧设备集成 光伏与储能接入：光伏通过DC/DC升压变换器直接汇入直流母线，储能系统（如锂离子电池）通过双向DC/DC实现充放电，动态平抑功率波动。 直流变压器（DAB）：用于交直流混合微电网中，实现直流母线与交流系统的双向功率转换，支持电压等级匹配和故障隔离。 保护与电压支撑 快速限流装置：采用固态断路器（SSCB）和超导限流器，实现故障电流的毫秒级抑制，避免电压骤降（如文献提出的稳固型拓扑，短路时剩余电压>90%）。 电容性支撑单元：通过并联电容或超级电容提供电压支撑，维持母线电压稳定，尤其在孤岛运行时防止电压崩溃。	适用于电解铝行业。
7	中压直流微电网系统	风电、光伏、储能等可再生能源发电均为直流电，在过去，风光储等可再生能源大部分通过国家电网进行消纳，即新能源发电先上电网，通过电网再传输到负荷侧。一方面，新能源发电具有功率波动随机性和不确定性，随着新能源装机越来越大，国家电网接受新能源的能力已经达到瓶颈，所以出现了大量弃风弃光弃电等现象。另外，经过国家电网进行传输、消纳，用户用电成本相对较高，导致生产成本居高不下。本技术为新能源发电通过中压直流微电网进行直接就地消纳，直接把可再生能源不通过电网传输到负荷侧。其中包括新能源接入、直流变换及直流保护。本系统是通过直流传输及变换，中间没有交流环节，系统效率高，拓扑简单。	适用于电解铝行业。
8	氢冶金直接还原炼铁工艺技术	该技术以H ₂ 为主、CO为辅的还原气体对氧化球团进行还原脱氧，同时伴随着焦炉煤气自重整反应和渗碳反应等，最终生成直接还原铁。焦炉煤气的主要成分H ₂ 直接参与还原反应，还原产物H ₂ O作为CH ₄ 重整的反应物，还原产生的金属铁作为CH ₄ 重整的催化剂，重整反应可以在竖炉内连续进行，省去了常规竖炉工艺的重整炉环节。	适用于国内高炉-转炉长流程钢铁生产企业向短流程生产的低碳绿色转型改造。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
9	带式焙烧机球团技术	该技术将生铁矿球团通过布料系统均布在台车上并随台车依次通过干燥段、预热段、焙烧段、均热段和冷却段，通过与各工艺段烟气对流传质和传热，完成干燥、氧化、焙烧固结和冷却等物理化学变化，制备出具有良好技术经济指标的球团矿。同时在球团制备过程中对热烟气进行循环，充分提升热量利用率。	适用于铁精矿制备铁矿球团领域，为高炉炼铁和DRI制备提供优质熟料。
10	节能低碳散料带式输送系统成套技术	该技术是基于机械、电力、建材、钢铁等领域的实际情况，在传统带式输送技术上对输送设备在运行过程中可能出现的所有工况（温度、湿度、设备状况、运行状态等多方面因素）进行模拟分析，结合可记忆低滚动阻力胶带技术、多点驱动分布非等功率平衡控制技术，保证输送设备更加可靠、高效运行。利用矿石运输地形的高落差，还可进行再生发电，实现矿石运输过程的低碳排放。	适用于山地矿山以及其他复杂地形矿石等物料大运量长距离输送。
11	永磁涡流柔性传动节能技术	该技术是利用稀土永磁的磁场作用驱动负载工作，实现电机与负载之间无接触的扭力传递，实现能量的空中转移，具有低碳节能、安全可靠、绿色环保等优势。具体产品为“永磁联轴器”“永磁调速器”，可以提高电机系统整体能效，降低电机系统的维护成本，延长电机系统的使用寿命。	适用于冶金、电力、石化、矿山、水泥、造纸、水处理等行业的各类电机传动系统，尤其适用于风机、水泵等高耗能场合以及皮带机、破碎机、提升机、抽烟机等现场运行振动较大的
12	分布式光伏直流接入电解铝柔性直流微网供电技术	该技术建设光伏电解铝直流微电网，将电解铝厂区中敷设的分布式光伏直流接入电解铝直流母排，由光伏发电直接向电解槽供电，实现电解槽与光伏直流互联供电，并研究铝产业柔性直流配电关键技术，对大容量分布式光伏接入下直流微网电能直供电解铝系统的技术可行性进行验证。	适用于有色金属行业。
13	节能长寿命铝电解槽阴极制造技术	该技术自主开发了先进的配套阴极组燃气预热装置，通过系统性燃控系统试验、加热试验、循环温升温控试验、浇铸试验等，形成了一整套成熟的阴极组装、浇铸工艺及配套管控技术，通过改变阴极钢棒与阴极炭块的连接方式及组装形式，优化了阴极导电结构，从而实现电解槽铝液中水平电流与阴极压降双重大幅降低。	适用于160kA~640kA电解槽新建及技术升级。
(三) 石化化工行业节能降碳技术			

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
1	高效尿素合成工艺技术	采用两段法尿素合成技术，将合成反应分成 2 个流程：第一步生成甲铵反应，采用低氨气/二氧化碳比和高水/二氧化碳比，提高甲铵冷凝温度，副产压力更高的低压蒸气；第二步生成尿素反应，采用高氨气/二氧化碳比和低水/二氧化碳比，获得更高合成转化率。未反应物料的分解回收部分后移至中压系统，尿素蒸气消耗低于 650 kg/t。	适用于化工行业尿素合成工艺。
2	橡胶串联密炼技术	采用全封闭式上下工位密炼机，上密炼室容量小填充系数大，下密炼室容量大填充系数小。通过提高散热性降低生热速度，保证下工位的恒温反应，满足对温度敏感新型胶料的密炼要求，可实现胶料低温炼胶。混炼工艺合为一段，胶料混炼时间缩短，热量损失小，无需经过挤出压片和置于空气中冷却，无污染废气排出。	适用于橡胶轮胎生产工艺。
3	全重力平衡油气水处理一体化技术	采用多腔室重力流体平衡系统装置，该装置集成全重力平衡油气水处理、加药、气浮、反冲洗设备。在全压力平衡条件下利用重力实现管道段塞流体稳定气液分离、定向加热、小腔室微电场电脱水、净水沉降、净油沉降、自气浮、自冲洗等功能，且全程密闭，无挥发性有机物排放，无固废、液废外排。	适用于油气田油气水处理工艺。
4	五塔四效甲醇精馏技术	通过优化甲醇精馏工艺装备系统设计，在“3+1”塔的四塔双效基础上，增加 1 台加压塔，3 台加压塔之间相互热耦合，可为预精馏塔提供足够热量，实现能量梯级利用。同时增加蒸气减压闪蒸罐，实现蒸气和蒸气凝液合理利用，塔釜增加釜液缓冲罐，提高系统稳定性。采用 DCS 智能化管控系统控制精馏系统，灵敏度高，响应快、操作方便。	适用于甲醇精馏工艺。
5	乙烯裂解炉节能陶纤衬里材料	开发适用于乙烯裂解炉轻质化、低导热系数的陶纤表面热防护涂料。通过在乙烯裂解炉内层涂装热防护涂层及复合陶纤模块，结合卯榫连接及液体锚固技术，使陶瓷纤维衬里具有抗高温、抗高流速烟气冲刷的特点。替代耐火砖应用于乙烯裂解炉下部炉墙，无需烘炉操作，提高生产效益。	适用于化工行业大型炼化装置。
6	硫铁矿制酸系统协同利用有机废硫酸节能降碳技术	优化沸腾炉内部结构，以废硫酸为原料替代原料硫铁矿，集成硫铁矿制酸与有机废硫酸分解系统，回收余热高温裂解废硫酸。通过废硫酸的掺烧代替水调节沸腾炉温度，使炉温保持在 950~1050 ℃，实现沸腾温度的精确调控和热量循环利用。利用废硫酸裂解为二氧化硫来调节硫铁矿制酸的气体二氧化硫浓度，不使用天然气。	适用于硫铁矿制酸行业。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
7	炼油加热炉节能降碳成套技术	开发新型炼油加热炉，集成炼油加热炉高效空气预热、高效燃烧、高效传热、新型档版、系统智能控制及烟气余热回收利用等技术。通过合理匹配炉型燃烧器和盘管构型、增加高效耐腐蚀换热设备和智能控制系统，实现加热炉炉膛氧含量的精准控制和高效燃烧、烟气余热循环利用，降低氮氧化物生成和排烟温度。控制系统具有自学习能力，可根据加热炉燃烧状况动态设置运行参数。	适用于化工行业炼油加热炉。
8	加压气相淬冷法制三聚氰胺大型化成套技术	通过大直径高负荷流化床反应器，以尿素为原料，发生催化反应生成三聚氰胺、氨和二氧化碳气体。氨和二氧化碳混合气在整个系统中循环，其中低温混合气用于气态三聚氰胺淬冷凝华。在常规气相法基础上，增加系统操作压力，充分回收利用系统热量，克服气体泄漏、固体堵塞、设备放大效应等问题，提升反应器单位容积产能。	适用于三聚氰胺制备工艺装置。
9	涡节和丁胞换热设备技术	通过在管壁增加螺旋排布涡坑结构，利用壁面涡旋的扰动，强化涡节和丁胞换热管的换热能力。结合流场模拟技术优化和稳定温度场，提升换热设备换热能力，同时辅以复合涂层技术强化防腐，确保设备抗低温腐蚀能力，降低排烟温度，提高换热温差，回收利用尾部烟气余热，缓解原换热设备灰堵结垢等问题。	适用于化工行业列管式换热器。
10	基于溴化锂机组的工业余热回收技术	采用大温差型溴化锂吸收式冷热水机组，回收 60~100℃工业低品位余热制取冷热水，实现低温余热夏季制冷、冬季供暖，余热利用温差达 40℃。采用循环氨水为热源的制冷技术，解决溴化锂吸收式制冷机组的换热管腐蚀及换热器堵塞问题。回收热量是传统机组的 2 倍，可大幅降低运行及系统投资费用。	适用于煤化工行业余热回收利用。
11	径向透平有机朗肯循环发电机组	开发针对流程工业低品位热能的有机朗肯循环发电机组系统。利用有机工质低沸点特性，在低温条件下将热量传递给有机工质，有机工质吸收热量变成较高压力的过热蒸气进入透平机组膨胀做功，将热能转化为机械能带动发电机组发电。乏气进入冷凝器，在其内凝结为液体，并经工质泵送入蒸发器进行循环使用，实现工业低品位余热（80~250℃）的利用。	适用于化工行业低品位余热回收。
12	超低温超低压饱和蒸汽高速透平发电技术	基于朗肯循环理论，超低温蒸汽通过透平机内部的动、静叶栅降压膨胀并把动能转化为转子的机械能，进而带动电机旋转发电，实现超低温能量回收利用。叶栅设计无调节级，针对饱和蒸汽机型，采用特殊的静叶承缸和级间疏水结构，消除凝结水对叶片的冲击。针对超低温低压的蒸汽利用，转子采用圆锥形设计以平衡轴向推力，转子轴端采用汽封加水封的形式以提高机组真空度。	X`X

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
13	小型化超临界安全清洁煤气发电技术	该技术将富余煤气进入煤气锅炉燃烧，生成蒸汽送入汽轮机发电。为进一步提升机组效率，采用再热技术，将汽轮机高压缸已经做了部分功的蒸汽再引入锅炉的再热器恢复温度，再送入汽轮机发电。	适用于钢铁、化工等行业的低热值煤气/燃气的利用，并可延伸至热电联产、垃圾发电等领域。
14	二氧化碳资源化耦合硫酸钠废水/废盐制碳酸氢钠技术	该技术以化工工业产生的硫酸钠高盐废水或硫酸钠废盐为原料，与工业副产二氧化碳、液氨耦合复分解反应制备碳酸氢钠联产硫酸铵，实现了大宗低值硫酸钠固废的综合利用。	适用于化工、冶金、医药、新能源材料等行业产生的硫酸钠废盐处置。
15	工业煤气内燃机高效发电技术	该技术将工业废气经除尘净化后，利用燃气内燃机发电机组进行高效燃烧产生电能和热能。构建了低热值可燃气体稳定燃烧的多目标控制模型；设计了一种低压阻高效燃气混合装置，减少了燃气与空气的混合损失；采用气源前馈—反馈控制策略，减少了燃气组分波动对燃烧性能的影响；耦合数字高能点火技术与燃烧室湍动能，开发了一种均质稀薄低温高效清洁燃烧系统。	适用于钢铁冶金、石油化工、采矿等行业生产中产生的可燃尾气发电综合利用，以及各种含有一氧化碳（CO）、甲烷（CH ₄ ）、氢（H ₂ ）等可燃气体的矿热炉废气。
16	多产化工品的炼化流程再造绿色低碳技术	该技术集成浆态床渣油加氢裂化技术、重油催化裂解技术、柴油分离及高效转化技术、逆流重整技术、高效低碳芳烃成套技术、轻烃一体化技术和原油直接蒸汽裂解等一系列炼化新工艺，实现原油多产化工品的单位能耗消耗和碳排放降低。	适用于炼化企业。
17	化工蒸馏中低温余热综合利用技术	该技术研发应用高温高压离心式水蒸汽压缩机，实现了化工领域精馏工艺中蒸汽余热的高效回收利用。技术核心装备高温高压离心式水蒸汽压缩机突破了双叶轮背靠背布置型式、压缩机进口过热度控制技术，提出了高速离心叶轮全三维均匀加载设计方法，研发了自回热式氮气隔离密封技术，开发了全自动压缩机控制系统。	适用于化工工业中低温余热的回收再利用。
（四）建材行业节能降碳技术			
1	粉煤灰节能降碳利用关键技术与装备	研发新型干法节能型立式研磨装备，物料通过上部喂料装置进入磨机，研磨介质和物料作整体多维循环运动和自转运动，精准匹配研磨整形所需能量，成品由下部卸料口排出。利用研磨介质之间的摩擦力、挤压力、剪切力和冲击力研磨物料，研磨整形后的粉煤灰可替代部分水泥熟料。	适用于建材行业。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
2	外循环水泥立磨终粉磨装备与系统	采用外循环式水泥终粉磨立磨作为唯一研磨装备并配套 “外循环立磨+粗选选粉机+精选选粉机” 工艺系统。所有物料从外循环立磨粉磨后经粗磨提升机全部通过外置式粗选选粉机进行初级分选。分选后粗料再次进入外循环立磨粉磨，细料进入二级精选选粉机再次进行分选，分选后细料中的粗粉返回外循环立磨继续粉磨，细料中的细粉作为成品经大布袋收集入库。	适用于水泥行业。
3	水泥低碳制造智能化关键技术	构建水泥低碳制造的智能化运营体系，该体系涵盖先进过程控制系统、智能联合储库物料处理系统、在线质量控制和智能设备监测优化系统等。在生产操作、原燃料处理与搭配、质量控制、设备运维等方面解决大规模使用复杂替代燃料所带来的热工、质量波动以及设备劣化加速问题，实现大比例复杂替代原燃料使用条件下的全流程智能化高效生产运行。	适用于水泥行业。
4	建材行业工厂余热电站微网系统	将工厂窑炉系统产生的余热转换为电能，供给窑炉系统的用电设备使用，富余发电量用作工厂其他设备的用电负荷，形成发电用电自循环。智能检测判断外部电源状态，通过投切自动装置实现在外网失电、电能质量不佳时余热发电系统进入微网模式。采用快速调节系统、电平衡装置等实现微网模式下电能参数的快速调节，保证极端工况下余热发电系统在微网模式下稳定运行。	适用于建材行业电能质量优化。
5	建筑光伏产品光伏低压发电及逆变储能系统	采用晶硅电池片网状电路结构实现消减热斑效应。通过特种胶膜及耐腐蚀高强度金属背板封装技术增强组件强度和建筑功能，同时使光伏组件与建筑材料融合成为建筑光伏产品。采用 A2 级防火复合材料构建光伏组件，满足防火安全、电气规范以及建筑功能要求。通过隔离型组件级逆变及智能储能技术实现安全低压、主动关断、高转化效率及智能互补控制。	适用于建筑行业新能源利用。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
6	水泥生产线全工况智能优化控制技术	该技术主要应用于水泥生产领域。具体功能：实现了各主要生产单元（粉磨过程及烧成过程）生产任务和设备运行的合理安排，达到水泥生产过程优化的目的。其技术原理为：通过对水泥生产历史数据的全面采集与分析，针对水泥生产过程中燃料、原材料、水泥协同处理等其他工况带来的多重非规律特性，得到最佳控制闭环响应方案及工艺RTO推荐参数。采用基于Keras机器学习+LSTM神经网络算法实现对核心装置参数进行数据特征挖掘与分析，生成“生产过程工况可视化系统”，更为直观的工况演变过程可视化，同时有效的实现了从历史数据角度挖掘水泥最佳生产运行工况的功能，更高维度的提升了水泥过程控制智能“思考”RTO的效果。	适用于建材行业。
（五）机械行业节能降碳技术			
1	超超临界煤气发电汽轮机装置	采用一次中间再热、两缸单排汽布置，高压模块通流采用反动式设计，高压内缸采用筒型内缸+红套环设计；中低压模块采用合缸单向流动设计，冲反结合通流设计方案；低压缸前部和后部通过垂直法兰面连接。该技术在冶金行业煤气发电利用领域将 150 兆瓦等级汽轮机组进汽参数推升至超超临界水平。	适用于煤气发电装置。
2	高效热泵空调系统	制热时，采用两相流体相分离技术，部分蒸发后的气相直接分离回到压缩机吸气，液相继续在后半程换热器中蒸发，实现制冷剂高效低阻换热，提升制热量及性能系数。制冷时，随着制冷剂流动方向流路数逐渐减少，实现最佳过冷度，提升制冷量及能效比。	适用于高效热泵空调系统。
3	10 kV 永磁直驱变频调速一体机装置	采用一体化集成技术，简化供电系统，支持 10 kV 高压直接进线。变频模块体积大幅减小，变频输出电缆近似为零，减少变频器谐波干扰。摒弃减速机直接驱动负载，实现电气传动系统中变压器、变频器、电动机、减速机四位一体，提高驱动系统的可靠性、安全性及传动效率，降低线缆成本，且有利于电气设备平稳运行。	适用于大功率电传动系统。
4	真空热管耦合低低温电除尘技术	通过在真空管内工质的蒸发与凝结传递热量，真空热管采用“中隔板组件+水套管”结构，将热烟气和冷却水 2 种换热介质进行多重物理隔离。避免冷却水泄漏造成的烟道堵塞、烟尘排放超标、灰斗堵灰等隐患，保证设备安全稳定运行。真空热管换热装置一般设置在燃煤锅炉尾部的空预器与除尘器之间的烟道处。将回收的热量用于加热汽轮机凝结水，排挤汽轮机抽汽，实现汽轮机做功增加。	适用于燃煤锅炉及工业窑炉。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
5	辊式立磨用变频调速永磁同步电动机系统	采用变频器将电源的交流电转换成直流电，再通过逆变器将直流电转换为可调频率的交流电，从而实现对电动机转速的调节。再通过电动机与磨盘直连，优化调速系统的控制算法和参数设置，实现磨盘转速在不同工况下的智能调节。该技术可提高生产的稳定性和灵活性，同时延长设备使用寿命，有效提高磨机研磨效率。	适用于立磨、矿粉磨等设备。
6	永磁同步电动滚筒	通过将输送机的驱动滚筒与永磁电动机融为一体，设计成外转子、内定子的驱动系统，直接驱动皮带，无中间传动环节，提高系统可靠性和效率，降低故障率，减少维护成本。再通过闭环矢量控制方式，实现多机驱动功率平衡，降低胶带磨损，延长输送机使用寿命。	适用于带式输送设备。
7	永磁直驱电动滚筒	采用将外壳作为外转子，内部使用磁钢形成磁路的设计，定子线圈固定在机轴轴套上。机轴为空心轴，电源引线从接线盒由机轴的空心穿入与线圈连接，其外还有相应支撑的端盖、支座、轴承和油盖等标准件，实现由变频驱动器直接驱动滚筒，替代传统永磁电机的带式输送机核心部件，降低故障率，提升传动效率。	适用于带式输送
8	介孔绝热材料	采用独特的分子聚集体为模板，通过自组装机制进行合成，对孔结构进行设计，建立良好构效关系。优选既有优异绝热保温能力又有高热稳定性的新型纳米孔绝热材料，从阻止传导、抑制对流及阻断辐射等热量传递方式入手，实现介孔材料纳米孔道结构对热量传递的阻隔。	适用于绝热保温
9	短流程低能耗高品质砂石制备技术装备	采用先进短流程破碎工艺、干法生产工艺、楼站式集成处理及散装物料智能装车系统的一体化设计，搭配开发的大产量低能耗锤式破碎机和 RV 制砂机，实现生产过程环保，无污水粉尘排放，成品砂石的粒形优，颗粒级配合理，石粉含量可控。	适用于中低硬度岩石矿物生产工艺。
10	锅炉空气预热器智能在线清灰装置	通过编程序及分散式控制系统对清灰频率进行自动控制，实现自清洁。针对不同燃烧介质，设计锯震式机械装置，实现在空气预热器内部高温、多灰、腐蚀性气体环境下稳定运行，动态实时在线清灰。	适用于锅炉空预器。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
11	柴油发动机制造关键技术	采用改性碳化硅+合成铸铁生产工艺技术，以硅作为强化合金元素，降低蠕墨铸铁中的珠光体含量，使铸件在循环加热冷却过程中不会产生相变膨胀内应力。该技术可实现石墨形核与石墨细化的互补性，突破生铁遗传性带来的石墨割裂基体问题。	适用于柴油发动机。
12	空气源高温热泵蒸汽发生技术	采用热泵技术，消耗少量的电能从空气中提取大量的低品位热能产生低温低压蒸汽。再通过蒸汽压缩技术，消耗少量的电能提升蒸汽品位，使低温低压蒸汽的压力和温度提升，实现高温热能供应。	适用于工业供热系统。
13	常温半超导超高节能电机系统	采用自主研发的半超导电磁线，绕制在超高导磁率的铁芯上制成定子总成，结合无谐波损耗的超高内阻的超强永磁体制作的双永磁转子。针对电机定子和转子采用损耗极低的新型材料，结合节能电机和节能算法驱动技术，实现电机能效提升。	适用于电机及电机系统。
14	第三代半导体用热场保温材料	通过炭化炉、石墨化炉、真空离心机等多种核心设备制备出高性能黏胶基固毡产品。其应用环境为长期 2300℃有氩气冲刷气体氛围的感应加热炉，可分为保温板和保温桶两大类产品，具有同样密度条件下电阻高 1 倍以上，隔热性能高 30%以上和更高的纯度（小于 15 ppm）等优点，实现碳化硅晶片外延生长。	适用于单晶生长炉。
15	永磁齿轮变速技术	采用分布永磁体的内磁环、外磁环、导磁和非导磁材料间隔构成且与内、外磁环分别形成内、外气隙的调磁环组成同轴式拓扑结构。内、外磁环形成的磁场经过调磁环的磁场调制作用在内、外气隙形成稳定磁耦合效应，通过内、外气隙中形成的磁耦合极数差实现永磁齿轮高速端和低速端的差速运行和大扭矩动力传递。	适用于齿轮变速器。
16	智能叠流复合燃烧床技术	通过在锅炉炉床结构上设置自下而上延伸的蛇形烟道，由炉排与受热面管首尾相接，自上而下，左右延伸彼此定距相隔，形成多个复合燃烧层特性。实现炉床“无限着火”，可在低温状态下燃烧劣质燃料，燃料着火的方向与供氧通风的方向一致时，着火条件不受限制，形成完全燃烧状态。	适用于燃煤锅炉、电站锅炉。
17	磁悬浮水轮机技术	采用磁悬浮结构代替机械传动结构，通过安装在水轮机上的上下磁环所产生的排斥力与水轮机自身的重力相抵消，实现运行阻力降低及能量转换率提高。利用循环冷却水系统的水能带动风机旋转，降低传统冷却塔水轮机的摩擦损耗，提高运行效率及水轮机的使用寿命。	适用于工业冷却塔。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
18	永磁直驱起重机技术	采用自主研发的低速大扭矩永磁同步电机，取代异步电机、传动轴、联轴器和减速机，驱动机构简化为电机+卷筒的直连结构。将内转子电机变成外转子电机，外转子承担卷筒功能，即可实现电机、联轴器、传动轴、减速机、卷筒五合一。利用特有的高调速比和轻载快速功能，一套起升机构可以实现主副钩全部功能。	适用于起重机械。
19	燃气超低温多联式（热泵）空调技术	采用燃气发动机代替电动机来驱动制冷剂压缩机，直接使用天然气作为动力能源。气态制冷剂经压缩机压缩后压力和温度升高，进入冷凝器中散热凝结（制热）；形成液态制冷剂，再经膨胀阀降压后进入蒸发器；在蒸发器中吸收外界热量（及发动机余热）后气化，再被吸入压缩机，如此循环完成制热（制冷）循环。	适用于工商业建筑。
20	智能磁悬浮空气压缩机技术	采用磁悬浮轴承及电感式传感器和电涡流式传感器，实现宽功率范围空压机高速悬浮，悬浮转子无接触磨损转速高。通过对空压机叶轮型线优化设计，提高非设计工况点气动效率，降低气动噪声。采用自主变频运行控制技术，动态检测空压机的进气温度和排气压力，根据进气温度变化自动调节空压机输入电流，有效提升空压机运行。	适用于发酵、玻璃、纺织等行业工艺设备。
21	智能磁悬浮透平真空泵技术	真空泵叶轮与高速永磁同步电机直联，采用磁悬浮轴承技术，消除轴承物理摩擦损耗。通过具有独特分区结构汽水分离器分离汽水和杂质，水和杂质经滤液泵排出。利用液位检测装置精确控制滤液泵启停，减少真空泵叶轮惰转时间，降低叶轮转动能耗；真空泵系统配备检测元件和传感器，实现真空泵运行高度智能化，防喘振、防过载能力大幅提升。	适用于造纸行业纸浆干燥工艺。
22	内燃机车新能源改造技术	将内燃机车改造为新能源轨道机车，自主研发整车控制器，通过采集各部件信号，控制各控制器动作，实现机车安全稳定运行。主驱动器采用直接转矩控制低转速高转矩变频调速技术，将蓄电池直流电通过大功率绝缘栅双极型晶体管元件逆变为频率可调的三相交流电。采用同轴永磁电机驱动，并配有水冷装置，提升机车运载能力。	适用于工矿行业调运轨道机车电气化改造。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
23	多能互补供热技术	采用全自动高压电极锅炉技术、燃气锅炉技术和蓄热技术，并将用气系统和用电系统集成整合为智能化供热系统，实现天然气和电力的相互补充使用。通过大数据、物联网及云平台实现企业实际生产能耗和用能方案的实时监测、分析和修正，最终实现谷电消纳、辅助电网保持平衡，减少弃风光电。	适用于清洁能源供热、弃风电、谷电消纳。
24	微负压蒸汽冷凝水回收技术	采用高温冷凝水回收水泵，蒸汽经加热设备工艺换热后产生不同压力的冷凝水。冷凝水通过疏水阀后流至汽液分离缓冲罐内（微负压），进行汽液分离。分离后的冷凝水通过疏水阀泵加压输送至冷凝水回收设备，闪蒸汽则引射至闪蒸吸收装置，吸收后进入冷凝水回收罐内，再经冷凝水回收设备加压泵送至锅炉房回用。	适用于工业锅炉。
25	无油螺杆水蒸气增压技术	采用双螺杆压缩机，向压缩过程基元内喷入冷却水，通过与压缩蒸汽进行显热及蒸发潜热换热从而冷却蒸汽，并使压缩过程接近等温过程，提高绝热效率。未蒸发的液体水可有效密封双螺杆压缩机的泄漏通道，减少压缩蒸汽的泄漏，提高容积效率。	适用于热泵水蒸气增压利用。
26	基于边缘计算末端全动态温控节能装置	通过安装在室内的智能温控器设定并监测室温，将监测室温发送至室外控制器，通过控制器内部的高性能人工智能芯片处理器实时运算，全动态自适应调整阀门开度，解决供热管网存在的三大水力失衡问题。通过改变热用户回水流量精准调控室温，实现自主节能和被动节能，按需供热、精准供热、智慧供热。	适用于建筑供热系统。
27	非侵入式无源无线电力传感器关键技术	通过非侵入式无源无线电力传感器、边缘计算网关及其综合能源管理平台软硬件协作，采用非侵入式无源无线电力传感器收集测量数据。对用电数据进行数据清洗和整理、数据分析、制定节能减碳策略并持续优化。	适用于用电节能及安全监测场景。
28	水氟全多联高效中央空调智慧能源管理系统	采用水氟全多联系统需求智能匹配技术、基于数据挖掘和能源回收的自适应节能寻优技术、基于机器学习算法的热舒适度推荐及智能预测控制技术和中央空调高可靠节能运行技术，实现低碳建筑用中央空调智能管控、能源管理、智能运维等功能。	适用于中央空调。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
29	高效压缩空气能源供应系统	采用云智能数字系统、压缩空气动力系统、后处理系统、循环冷却系统、管道输送系统、余热回收系统等分散控制与集中管理相结合的模式，实施动态调整压缩空气设备调配组合。结合压缩空气集控系统实现压缩空气供应的智能管控一体化，实现管网系统恒压运行，最终实现压缩空气安全、高效、稳定运行。	适用于工业压缩空气系统。
30	小型燃气轮机能源梯级利用节能技术	以连续流动空气为工质，由高速旋转压气机压缩，经回热器与高温烟气换热升温后进入燃烧室，与燃料混合燃烧后将化学能量转变为热能，形成高温高压烟气在透平膨胀做功输出机械能，带动压气机并输出轴功。排出的高温烟气经回热器与压气机后空气换热降温，余热进入余热设备进行再利用。	适用于天然气及工业尾气热值回收利用。
（六）轻工行业节能降碳技术			
1	塑料加工双效加热节能技术	通过独特设计结构双效加热圈为注塑成型机料筒加热。加热圈采用高导热金属材料，配置红外线辐射镜面反射装置，具有红外线辐射-热传导双效加热功能，提高加热过程热能利用率。利用镜面反射装置和涂敷高效纳米隔热层，提高保温效果，降低注塑成型机外表面温度。	适用于轻工行业塑料、橡胶加工设备。
2	溶剂萃取法提取柠檬酸清洁生产技术	采用溶剂萃取法（液-液萃取），利用溶质在 2 种互不相溶的液相之间的不同分配实现富集、分离、提取目标物。利用分子识别技术，开发优化萃取溶剂体系，通过多次分子识别和逆流萃取平衡，将柠檬酸与发酵液中众多的杂质进行分离，结晶母液可循环利用，具有选择性高、纯度高、收率高、自动化程度高、设备处理能力大、运行成本低等功能特点。	适用于发酵行业
3	吹瓶机高压气回收节能技术	利用全自动旋转式吹瓶机，采用二步法制瓶工艺吹制塑料瓶具。通过气体回收装置对首次吹瓶和再次吹瓶时瓶内的低压气体进行回收，并将回收的低压气体随高压气体一起应用于下一次吹瓶工序中，循环反复，减少高压气体的消耗。	适用于塑料瓶吹制工艺。
（七）煤炭清洁高效利用技术			

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
1	循环流化床煤气化技术	通过构建高浓度物料循环，提高碳浓度，用于强化煤的气化反应，回收煤气余热以提供气化反应吸热，以高浓度碳循环耦合能量循环，实现煤的高效气化和全热回收。整个工艺过程无酚水和焦油产生，废水处理达标后循环利用不外排，飞灰、炉渣等均可综合利用，同时副产中压蒸汽。	适用于煤气化设备系统。
2	水煤浆水冷壁直连废锅气化炉技术	以水煤浆为原料的高压纯氧气流床煤气化工艺，气化室衬里采用垂直悬挂自然循环膜式水冷壁。通过凝渣保护，气化温度可提高至 1500℃以上，解决高灰熔点煤水煤浆气化的难题，拓宽煤种适应性。气化室下部设置辐射废锅，通过独特的高效辐射式受热面回收合成气显热，在生产合成气的同时副产高品质蒸气。	适用于煤制合成氨、甲醇、乙二醇、氢气、天然气
3	热电联产梯级利用关键技术	汽轮机内高温气流按“分级匹配、梯级利用”的热利用原则，主要用于发电，低温蒸汽用于供热。开发从压力和温度双维度匹配分析的技术，摒弃压力和温度耦合单向调节的方式，形成压力和温度分级匹配双向调控的供热方法。开发汽汽再热、烟气再热、背压机供热等 3 套高效供热技术方案，实现源荷精准匹配的高效梯级供热。	适用于热电联产。
（八）系统能量梯级利用技术			
1	深度调峰背景下灵活高效供热技术	自主研发低位能、低压缸微出力及高低旁联合供热技术。通过低位能供热模式，低位能、热泵和低压缸微出力联合供热模式以及低位能、热泵、低压缸微出力和高低旁联合供热模式 3 种供热模式组合调整。在适应电网不同调峰深度需求的同时，最大限度利用机组乏汽供热。	适用于电力行业灵活供热。
2	基于高温水源热泵的污泥低温真空脱水干化一体化技术	集成物料脱水和干化工序，基于低温真空干化原理，一次性大幅降低污泥含水率，同时降低污泥热干化的热源温度及汽化温度。应用高温水源热泵技术，保证设备在低温状态运行，实现污水中低品位热能高效回收利用及高温供水，促进污水资源化、能源化。	适用于市政与工业污泥脱水干化。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
3	烟气深度净化除湿及余热回收一体化技术	利用溶液吸湿原理，使溶液对烟气进行直接接触喷淋，吸收湿烟气中的水蒸气，同时吸收烟气中二氧化硫、粉尘等有害物质，实现烟气汽化潜热回收和保证烟气洁净排放，不产生“二次气溶胶”，避免腐蚀烟囱。系统稳定，可较好地适应锅炉负荷波动带来的影响。	适用于工业锅炉或窑炉余热回收。
4	基于直通式热泵回收烟气湿法脱硫余热技术	采用直通式热泵，以脱硫浆液作为回收锅炉排烟余热的传递载体，通过闪蒸取热功能提取浆液中的热量用于民生供暖。降温后的脱硫浆液再通过原脱硫塔喷淋的方式回收烟气中余热。如此循环实现烟气脱硫余热回收利用的同时，将因烟气降温冷凝至浆液中的水分闪蒸出来，并冷凝回用，保证脱硫系统水平衡，解决换热器腐蚀、结垢、堵塞等问题。	适用于湿法脱硫工艺余热回收利用。
5	基于烟气换热器的余热回收制冷热技术	采用特殊结构设计的非标烟气换热器，将烟气携带的热量通过热交换的方式传递给介质，从而将烟气余热转换成可以利用的热量，回收的热量用于供冷或供热使用。为保证烟气通道更宽，适当增大换热面积，同时选取耐腐蚀、耐高温等不同功能的材料，换热效率高，具有耐腐蚀、耐高温、不易堵塞等优点。	适用于烟气余热回收利用。
（九）工业绿色微电网技术			
1	级联型高压大容量储能技术	通过将大量电池簇并联构成的电池堆拆解成多个独立通过功率单元进行逆变的小电池堆，并在逆变交流侧串联形成高压接入电网，省去滤波、升压变压器等环节。各电池簇物理上相互独立运行，实现高压静止无功发生器拓扑结构在储能系统中的应用。	适用于大型电储能系统。
2	熔盐储能用高压感应加热技术	通过高压熔盐电磁感应加热装置直连高压电网，利用电磁感应原理实现熔盐加热。通过熔盐管道绕制异型多层，增大换热面积，内置高效导磁材料，实现高压励磁线圈与异型熔盐管道的高效电磁耦合，降低励磁线圈损耗。采用纳米绝缘材料将异型熔盐管道一体化浇注成型，降低系统散热，实现大功率高效加热。	适用于风光热新能源大基地弃电谷电利用。
3	高电压大功率固体电蓄热技术	采用自控系统在电网低谷时段或弃风电时段接通高压电网为发热体供电。发热体将电能转换为热能，同时热能被蓄热体吸收、储存并利用保温壳体防止热量损失。控制高温热交换器在用户有热需求时将高温热能转换为热水、热风或蒸汽输出。高压电、高温蓄热体与高温热交换器之间采用空气交联技术，保证设备安全运行，解决高压绝缘问题。	适用于弃风电消纳、火电机组深度调峰、清洁供暖、工业热源。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
4	组合式网侧共享储能技术	采用压缩空气和锂电池的组合式网侧储能技术，通过压降超过 5 兆帕的大压降管线钢储气方式，实现压空系统的高效可靠运行。自主开发压空储能与锂电池的多能互补协调控制系统和基于平滑控制多储能装置能量分配策略，动态调整组合式储能系统的电池荷电状态，降低锂电频繁深度充放的衰减，改善配电网末端区域调节能力和新能源消纳能力。	适用于大规模电网侧储能、电源侧与用户侧储能。
5	新型储能与可再生能源协同利用	采用动态可重构磷酸铁锂储能技术，重构电池网络系统，通过控制电池单体/模组接入充放电回路时间实现精准能量控制。采用磷酸铁锂液冷储能技术，通过并联式液冷管道设计保证流入电池模组内的冷却介质浸水温度及电池的热特性一致。开发超级电容快速响应系统，增加电网的柔性，提高电力系统的运行质量。	适用于磷酸铁锂电池共享储能电站、电网调峰、调频。
6	斜温层储能技术	开发斜温层常压储热罐本体及附属系统，包括斜温层储罐、布水系统、排水系统、安全装置和自动控制系统。依据不同温度储能介质分层原理，蓄热过程中热储能介质从上部区域进入斜温层储罐内，冷储能介质从斜温层储罐底部排出，放热过程反向运行，可节约建设和运行成本，增加用热系统调节能力。	适用于储能、热电联产、光热电行业。
（十）氢能制取及利用技术			
1	大功率重卡车用燃料电池发电系统	采用氢燃料电池发动机替代柴油发动机，并使用工业副产氢气，全程无排放。采用低铂载量高性能膜电极，反应电压高，从根本上提高发电效率、降低生产成本。配合高功率电堆层叠组装和密封技术、系统控制和优化技术，提高发动机效率。发动机系统兼容热回收技术，低温时为车内供暖。	适用于重载物流长途运输车辆。
2	氢燃料分布式发电系统	开发燃料电池分布式发电系统，以氢气作为原料与空气中的氧气发生电化学反应发电。燃料电池系统产生的直流电经逆变器并升压后，接入 10 kV 交流电网线。副产水蒸气由洁净水收集装置收集，通过冷凝器回收热能，获取常温液态水，全运行周期清洁无污染。设计自动调节控制系统，可实现故障电堆系统在降容条件下持续运行。	适用于氢储能发电系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
3	加氢站成套装备	采用加氢站成套装备，将不同来源的氢气通过压缩机增压储存至储氢瓶组，再由加氢机采用分级加注模式为氢燃料电池汽车加注氢气。自主开发液驱式氢气压缩机、隔膜式压缩机等关键增压设备，开展站控系统标准化设计。建立整站能量流动控制策略，智能控制加注过程，智能调整压缩机启停、储氢瓶组充装，实现加氢站全流程高效节能运行。	适用于加氢站和制加氢一体站建设及改造。
4	氢能轨道交通用燃料电池动力系统	采用模块化理念设计大功率燃料电池动力系统，基于燃料电池的可靠性、耐久性、结构强度、噪声控制等优化设计技术，进行燃料电池系统的化工仿真与模拟、结构计算与设计、电气设计、控制算法研发。实现核心功能模块设计与开发、系统集成与优化控制、混合动力能量管理、故障诊断与寿命预测。通过多套燃料电池系统并联输出，满足氢能轨道交通车辆动力需求。	适用于氢能轨道交通行业。
5	兆瓦级固体聚合物电解质电解水制氢技术	采用宽功率波动、快启动爬坡的固体聚合物电解质制氢技术和能瞬间反馈波动能源的电源模块，研制自洽于可再生能源宽功率范围波动特征的智能化整体控制系统，实现快速功率调节响应，解决电力波动对电解槽的冲击，实现电解系统的平稳运行。利用高密度电堆工艺设计优化制氢模块，采用变温吸附技术干燥提纯氢气，满足高质量用氢需求。	适用于可再生能源制氢工艺。
6	氢气锅炉低氮燃烧技术	采用分级送气及配风方式，协同燃烧安全控制技术、浓淡燃烧技术、无死角设计、余热深度回收利用等技术，实现氢气燃烧器与锅炉本体之间的良好匹配。利用助燃风形成烟气内循环，与烟气外循环相结合，配合炉膛无死角结构，保证锅炉稳定高效燃烧及高效分级换热，实现低氮氧化物排放。	适用于氢气锅炉。
7	镁基固态储运氢技术	利用镁基储氢合金材料的可逆吸放氢反应，通过高温导热油控制储氢装置内储氢合金的温度，结合氢气压力控制，实现镁基固态储氢装置的可控吸放氢过程。镁基固态储运氢车可常温低压存储和运输氢气，实现高效率、长周期储存氢气，储氢材料可循环使用，满足氢气储运需求。	适用于大规模氢储运装置。
8	规模化风光离网直流制氢技术	采用风光发电全直流离网制氢总体技术方案，将风光发电通过中压直流技术输送至化工园区。通过碱性电解槽和质子交换膜电解槽混合配置进行制氢，作为负载消纳可再生能源。通过储能、电解槽阵列优化运行策略和能量管理系统，使负荷与波动性风光出力匹配，实现整个系统稳定、经济运行。	适用于风光等新能源制绿氢工艺。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
9	绿色醇氢燃料在工业炉窑中的应用	采用醇氢炉窑，以绿色甲醇为燃料，利用炉窑余热，将其通过吸热和催化裂解为富氢混合气，提升燃料热值，再掺入炉膛内混合，实现快速燃烧。结合实际工况，通过控制系统调节裂解器和燃烧器内甲醇含量，进而调节富氢混合气掺混比例，确保炉膛内燃料有效燃烧，提升燃料热值，提高热效率。	适用于工业炉窑。
10	二氧化碳加氢制绿色航煤技术	采用一步法，以二氧化碳和氢气为原料制备芳烃，再经过精馏分离提取不同芳烃馏分，对低冰点馏分进行加氢精制合成环烷烃或链烷烃。收集以上产物，通过搭建实验平台将其与以生物质为碳源制备得到的绿色航煤组分、常规航煤组分等进行调配，得到适应不同来源需求的成品航煤调配方案。该技术可提高绿色航煤制备的高选择性与原料的高转化率。	适用于万吨级绿色航煤制备工艺。
11	面向轨道交通的制储一体化移动供氢系统	移动供氢设备由撬装式甲醇转换制氢设备、低压固态储氢以及多级增压加注系统组成。通过催化剂将甲醇分解生产氢气，将钛合金作为储氢合金，采用模块化设计使每个模组可单独吸氢和放氢。该系统满足不同流量的用氢需求，为轨道交通提供高效可靠的氢能制储一体化解决方案。	适用于轨道交通行业氢能利用。
12	风光制绿氢合成氨技术	利用光伏发电和风力发电电解制氢生产合成氨，以质子交换膜（PEM）为电解质，纯水为反应物，并采用零间距结构电解槽。通过合理配置储能储氢，电解制氢装置产生的氢气和深冷空分制氮装置产生的氮气混合后进入合成氨装置。经压缩机压缩、预热、氨合成反应、余热回收、冷却分离后液氨产品送至氨储存单元储存。	适用于绿电制绿氢工艺。
13	生物质合成气制绿氢技术	采用脱碳提氢装置，以生物质合成气为原料，经过除油、加压、脱硫、脱碳、提氢等工艺制备合格工业氢气。原料气从除油塔输入经除油压缩后进变换装置，提高氢含量，再经脱硫后分别进入真空变压吸附脱碳装置和原甲裂脱碳装置。一部分脱碳气经过焦炉煤气提氢装置直接得到产品氢，另一部分脱碳气经过甲裂提氢装置进一步经甲烷化后得到产品氢。工艺解吸气可进一步回收利用。	适用于生物质合成气制氢工艺。
14	生物质气化-费托合成制备绿色航煤技术	采用新能源电解水制绿氢-费托合成工艺制备绿色航空煤油，优化集成风电光伏发电及加压流化床生物质气化系统工艺。利用绿氢取代灰氢、生物质绿碳取代化石碳源，最后通过高效费托合成工艺实现制备绿色航空煤油。电解水制氢装置根据新能源发电波动，实现“荷随源动”，达到分钟级负荷响应。	适用于绿色航煤制备工艺。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
15	富氢尾气综合利用制氢技术	采用气体分离提纯系统，以液化天然气富氢尾气为原料，提纯制备高纯氢气。原料由入口端进入吸附塔，依次经吸附、多级压力均衡降、顺放、逆放、冲洗、多级压力均衡升及最终升压等步骤，实现多次均压回收获得氢气。氢气再经调节阀和产品缓冲罐稳压后，进入不锈钢精密过滤器去除微量的颗粒物，最终输出高纯度氢气。主要用能设备为隔膜式压缩机，容积效率高。	适用于富氢尾气利用。
（十一）智慧能源管控技术			
1	智慧综合能源数字化管控平台应用技术	对企业内供配电、空调等系统进行智慧化改造，建立重点设备、产线、班组、车间、部门、厂区等分级计量、诊断评价、优化调控系统、网络通信系统及能源集中调度中心。通过能源可视化、运行监控、设备运维、资产管理、优化调度等功能，将人工智能算法和专家知识有机结合，实现对水、电、空压气、蒸气、冷、暖、污水等能源的统一调度。	适用于大型建筑综合能源监测与多能耦合优化调控系统。
2	软硬件一体化智慧空压站系统	利用智能计算服务平台、边缘计算系统、流量需求控制系统，把控产气、输送和用气环节，实现产、输、用气各环节信息实时响应和基于空压系统全过程节能。采用最小二乘支持向量机和等功率变化率法，建立用气流量预测模型和空压机群策略，智能分配控制机间流量。合理配置高能效设备，统一调度系统管网，利用多功能算法，实时调节供气压力和流量。	适用于工业空压系统。
3	智慧环保岛优化控制技术	通过人工智能、大数据、数字孪生等技术，针对燃煤电厂除尘、脱硫、脱硝等烟气治理设备的运行特性，动态控制调整各设备运行状态，实现环保岛自动化运行，提升系统运行效率，采用工业级设备智慧控制和故障预警技术，在实现环保岛各设备稳定运行和烟气超低排放的同时，达到智能化运维。	适用于燃煤机组烟气脱硝、除尘、脱硫设备。
4	智慧互联网工厂级能源信息管理系统	基于网格化的设计理念，以源储网荷备为最小能源单元，电压、电流、功率、电量为最小数据采集单元，采用分层分类层级结构设计，能够为配电房、空压站、冷媒站、污水站等场景实现现场管理、监测、预警，为系统用能提供全面实时监测、能耗数据可视化分析、数据可靠化管理等服务。	适用于工商业园区、企业能源管理系统。
5	基于物联网的智慧能源可视化监控管理技术	基于物联网技术，通过对供配电设备的状态信号进行数据采集、存储、计算与分析，构建由感知层、传输层、存储层及应用层组成的可视化智慧能源管理平台，实现设备运维管理、能源监控、全景地图展示、趋势分析、在线组态、开关控制、设备监控及电子档案管理等相关功能，提升用户管理配用电系统的安全性，保障用能质量可靠性。	适用于工业企业、公共服务机构能源系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
6	基于工业互联网的钢铁企业能源管控系统	采用“大数据+机理+算法”，对用能情况进行评价、平衡预测、耦合优化分析；通过与生产工艺、设备等物质流的数据共享、信息协同，建立能源流、物质流、碳素流的协同仿真系统，实现能源与钢铁主体生产的深度协同优化，提出能源综合优化方案，提高能源利用效率。	适用于钢铁等行业能源系统。
7	基于物联网控制智慧照明数字化节能技术	采用基于物联网通信的单灯控制器对智能路灯的运行参数进行采集并上传至物联网管理平台进行统计和分析，根据分析结果自动寻优，对单灯控制器进行控制，实现路灯远程智能运维。	适用于道路照明系统。
8	建材行业碳排放智能管理技术	该技术采用物联网接入+实时计算的方法，实现工厂、产品和其他建筑的全生命周期的碳排放管理。为建材行业企业提供计划、运行、履约阶段的碳排计算模型和评估工具。	适用于建材行业碳排放管理系统。
9	基于物联网的智能化暖通空调系统联控调优技术	该技术依托物联网、大数据、人工智能及现代控制理论，将空调技术、自控技术、物联网和人工智能技术相结合，实时采集用能设备能耗、冷却水蒸发、冷凝的温度和压力等参数，为空调系统提供能耗实时可视化、系统寻优、在线决策等功能。	适用于暖通空调系统。
10	暖通空调实验室节能关键技术	采用中央供冷制冷机组，实现在多个房间、水系统、复叠低温机组等多个负载的精确供冷和热回收调节。对房间温湿度供冷端协同调节，仅依靠冷端调节即可实现温度和湿度的精确控制。采用封装化智能控制和多输入多输出控制算法，实现工况控制智能化。采用超声波加湿替代传统电加湿，有效解决超声波加湿在极限高低温下的应用难题。	适用于暖通空调试验用高精度恒温恒湿试验室。
11	一种离网智慧工业照明技术	采用 N-LED 技术，搭载高效驱动及精确的过零检测，最大程度降低损耗，电源效率高达 95%。同时降低多芯片出光互相干涉，提高灯珠光效和可靠性。通过独特的智能组网技术，内置微波传感器+蓝牙通讯模块+微处理器+物理控制开关，可根据场景做出调整，实现功率可调、分组可控、按区域照明。	适用于大型工业厂房。
(十二) 工业降碳技术			

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
1	燃煤锅炉烟气碳捕集协同污染物深度治理技术	依托清华大学开发的第二代低能耗碳捕集先进技术，进行技术集成与工艺优化。吸收剂采用双向分离有机胺溶剂进行碳捕集，解吸塔结合催化材料促进液相二氧化碳的解吸速率，具有碳捕集效率高、系统安全可靠等优点。	适用于燃煤锅炉二氧化碳捕集利用。
2	氢冶金炉顶气二氧化碳脱除技术	利用 N-甲基二乙醇胺溶液可选择性与二氧化碳形成不稳定碳酸盐的特性，对炉顶气中的低浓度二氧化碳进行低温吸收、高温解吸，进入下道二氧化碳精制单元，得到工业级与食品级二氧化碳产品，最终实现炉顶气脱碳循环与二氧化碳回收利用。	适用于冶金行业工艺气体脱碳处理。
3	工业废气二氧化碳捕集矿化制备负碳板材关键技术	采用常温矿化固结技术，模拟自然界岩石生成过程，优化设计工艺参数，利用含硅、钙成分的材料，在催化剂作用下加速与工业烟气中的二氧化碳发生矿化反应，生成具有负碳属性的建材产品（负碳石材、粉料、骨料等），代替天然石材，有效减少山石开采，直接利用高浓度工业尾气。	适用于工业废气二氧化碳利用。
4	合成氨二氧化碳资源化综合利用技术	通过优化合成氨低温甲醇洗装置工艺指标，提升装置吸收及解吸能力，提高精制二氧化碳产量。使用低温甲醇洗尾气作为航天炉输煤气体和用于生产纯碱，提高纯碱产能，替换出的精制二氧化碳用于生产尿素。通过优化调整醋酸厂净化装置变压吸附工艺，提升二氧化碳产品气纯度，回收后直接作为制气装置气化剂，减少外购二氧化碳，降低原料成本。	适用于煤化工合成氨工艺。
5	低能耗烟气二氧化碳捕集技术及装备	采用化学吸收工艺，烟气经预处理后进入吸收塔，与吸收剂反应完成二氧化碳的吸收，吸收后烟气从吸收塔顶排出。吸收剂经换热升温进入再生塔，加热解吸出二氧化碳，吸收剂经换热冷却再次进入吸收塔，进行循环吸收。从再生塔顶部出来的二氧化碳经冷却、气液分离、压缩干燥、液化后进入储罐贮存，完成整个捕集流程。	适用于工业烟道气碳捕集。
6	二氧化碳封存增压泵利用关键技术	采用高效抗气蚀关键部件动态优化技术对二氧化碳封存增压泵进行高效水力结构设计。基于耐低温自润滑性关键零部件制造技术研发加工工装和工艺路线，利用多参数状态监控与运行状态辨识技术开发试验样机，根据样机试验参数调整关键部件几何结构和工作参数，有效解决二氧化碳管线输送增压泵工作稳定性差、效率低、汽蚀性能差等问题。	适用于石油化工行业高压常温二氧化碳输送增压装置。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
7	生物质锅炉富氧燃烧制绿碳技术	采用生物质锅炉富氧燃烧模块和碳捕集模块改造烟风系统，通过设置烟气再循环旁路烟道，将引风机出口烟气回引至送风口，以氧气/二氧化碳气体代替空气实现富氧燃烧，获得高浓度二氧化碳原料烟气。针对高浓度二氧化碳原料烟气开发碳捕集提纯技术，原料烟气依次通过预处理、变压吸附提纯、烟气压缩、变温吸附干燥、液化、精馏，最终获得二氧化碳产品。	适用于生物质炉排锅炉。
8	电解二氧化碳制合成气技术	采用二氧化碳电解反应槽，以二氧化碳气体和电解液中的水为原料，在电能的作用下，二氧化碳和水在电解反应器阴极催化剂作用下接受电子转化为合成气。电解液中的水在电解反应器阳极催化剂作用下释放出电子分解为氧气。整个转化过程仅有二氧化碳和水参与消耗，电解质运行无损耗，可以将工业行业二氧化碳浓度在 10%~100%之间的烟气转化为合成气进一步使用。	适用于电解二氧化碳制合成气工艺。
9	生物质绿能颗粒制备技术	采用自主研发的可移动式生物质连续高温水洗炭化技术，生物质在一定温度压力作用下实现半纤维素热解，改善疏水特性，降低纤维韧性易于研磨，提高能量密度和含碳率，从而将生物质原料转化为高热值、疏水易存储、离子含量可控的类煤化零碳燃料。生产装置采用模块化设计，水洗反应时间根据燃料品质需求可调，解决生物质原料体积大、密度低和炉具适应性差等问题。	适用于化石燃料替代。
10	钢铁工业尾气生物发酵制乙醇技术	以工业转炉煤气（主要成分为一氧化碳）为原料，通过微生物发酵，将一氧化碳转化为乙醇、乙酸等代谢产物，再利用蒸馏塔提取发酵液中的乙醇。提取乙醇后的含菌液经离心机分离菌体蛋白，清液经厌氧反应器除去大部分化学需氧量（COD）后进入后续脱氮除磷系统，达标排放，发酵尾气进一步分离未完全反应的一氧化碳后排放，同时副产 1 兆帕饱和蒸气。该技术发酵效率高，工艺流程短，可实现无机碳到有机碳的转化及固定。	适用于钢铁等行业含一氧化碳工业气体利用。
11	生活垃圾提取塑料剩余物制备清洁能源燃料技术	采用高压微电子技术，使塑料带电分离。收集生活垃圾中的废弃塑料，通过清洗分拣设备对不同种类塑料进行缩融塑料颗粒清洗分选，将塑料低温裂解液化，聚合生成新塑料。提取塑料后的剩余垃圾通过生物法干化除臭、粉碎、固化成型、无害化陈化反应及生物菌群分解催化制备清洁能源燃料，减少环境污染。	适用于生活垃圾制备清洁燃料。

附件2

信息化领域节能降碳推荐技术清单

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
(一) 数据中心节能降碳技术			
1	智能锂离子电池后备电源技术	该技术采用磷酸铁锂电池，可大幅减少电池系统占地面积。三层电池管理（BMS）系统具有主动均流、智能均压控制功能，支持高倍率放电、新旧电池混合应用、锂电模块数量差异化并联使用，实现简易扩容，避免过度配置，有效降低总拥有成本（TCO）。	适用于数据中心后备电源系统。
2	间接蒸发冷却制取冷水技术	该技术以内冷式间接蒸发冷却器为核心，利用水蒸发吸热效应通过热交换制取冷水。制取冷水过程中蒸发过程与所制取冷水无直接物理接触，无机械制冷参与，所制取冷水出水温度可低于环境空气湿球温度 2~3℃。	适用于数据中心冷却系统。
3	智能微模块技术	该技术采用模块化设计，将供配电、温控、机柜、通道、布线、监控等系统集成在一个模块内，并具体采用可提高数据中心能效的内部通过近端制冷、冷热隔离密闭通道、高效不间断电源（UPS）、智能优化温控系统等集成设计提高数据中心能效，实现智能化运维管理。	适用于中小数据中心基础设施。
4	基于间接蒸发冷水机组的综合冷源技术	该技术通过水循环回路工艺设计，将间接蒸发冷水机和压缩式冷水机组合成综合制冷系统，实现冬季间接蒸发冷水机组在北方寒冷地区数据中心安全运行。通过采用机组群控、系统自控等技术自动切换运行模式。	适用于数据中心冷却系统。
5	电力模块技术	该技术采用一体化集成方案，将变压器、低压柜、补偿柜、不间断电源（UPS）柜、输出馈线柜等进行融合设计，并通过工厂预安装、预调试，减少配电系统占地，缩短供配电链路。	适用于数据中心供配电系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
6	信息设备与基础设施综合管理与优化技术	通过建立一体化综合管理与治理系统，对用能设备运行状态进行采集和监测，并利用能效算法实时计算分析数据中心运行状况，在保障算力算效的前提下，优化基础设施各系统运行状态。	适用数据中心运维管理系统。
7	全自然冷却冷源液冷温控技术	该技术采用热管散热和水冷散热技术，在高热流密度场景下，通过液冷内外循环系统将电子芯片产生的热量传递至冷却塔散热，无须配置机械制冷设备，实现对电子芯片的温度控制。	适用于数据中心冷却系统。
8	全直流变频氟泵空调技术	该技术采用全变频架构，根据机房负载变化和室外环境温度进行系统寻优，自动调整压缩机、室内风机、室外风机等转速与电子膨胀阀的开度。在室外环境温度较低时，由氟泵驱动实现自然冷却循环，无须压缩机运行。	适用于数据中心
9	全变频三驱相变制冷技术	该技术使用相变工质，通过压缩机、气泵、液泵三种驱动模式实现相变冷却循环。结合全变频智能控制策略，在过渡季节运行气泵驱动模式，低温季节运行液泵驱动模式，高温季节运行压缩机驱动模式。	适用于数据中心冷却系统。
10	模块化微型一体机技术	该技术采用模块化设计，将制冷模块、智能供配电模块、储能模块、监控模块等融合为一体，单一模块即是功能完整数据机房，并提供支持无人值守的智能化集中监控和可视化管理。	适用于小型数据中心基础设施。
11	气体增压型氟泵空调技术	该技术采用氟泵和压缩机串联设计，通过低压缩比变频压缩机与智能算法软件控制相结合，可在同一系统中实现压缩机模式、气体增压模式、氟泵模式三种模式自动切换运行。	适用于数据中心

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
12	预制式智能模块技术	该技术由密闭冷通道、机架式模块化不间断电源（UPS）、全变频自然冷却等技术组成，通过预制方式形成模块化数据中心。机架式模块化不间断电源（UPS）技术可依据实际负载情况智能控制功率模块工作状态。全变频柔性制冷技术可根据室外温度智能切换混合节能模式或自然冷模式。	适用于数据中心基础设施。
13	数据中心预制模块化技术	该技术采用工程预制化、产品模块化设计理念，将供配电、制冷、机柜、管理等子系统集成在一定尺寸的箱体模块内，模块在工厂完成生产及测试，整体运到现场后进行拼装。	适用于机房、机电同步建设数据中心。
14	基于磁电协合波的冷却水管路防结垢技术	该技术将一种超低频率时变电磁波与离子电流脉冲波融合形成磁电协合波，激励钢铁表面形成致密的四氧化三铁（Fe ₃ O ₄ ）磁铁钝化层，促使碳酸钙过饱和以无附着性微细文石粉末析出，防止设备及管路结垢、腐蚀及微生物滋生。	适用于数据中心循环冷却水系统。
15	智能化综合能耗管理平台及综合改造技术	该技术针对动力环境、暖通系统、供配电系统等关键用能因素，通过跨系统数据统一采集，实现对数据中心各模块运行效率集中监控和运行策略自动优化。在此基础上进行分析研究，优选多种技术形成数据中心综合改造方案。	适用于水冷型数据中心基础设施。
16	硅橡胶浇注干式变压器技术	该技术具有绝缘材料不会开裂、不可燃烧、环保可回收等特征。通过减小气道空气距离、降低绕组高度、应用低损耗取向硅钢材料（或非晶铁芯材料）等措施降低变压器空载损耗。采用高导热硅橡胶、新型散热措施、扁导线等措施降低变压器负载损耗。	适用于数据中心变压器。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
17	风冷、液冷整体机房模块技术	该技术采用智能化电源、冷电联动、冷板式液冷、智能化运维管理、模块化设计、预制化集成等技术，形成包括供配电系统、制冷系统、监控管理系统、机柜及封闭通道等系统的风冷、液冷整体机房模块。	适用于大中型互联网数据中心、智算中心等。
18	模块化不间断电源（UPS）技术	该技术基于模块化架构，每个功率模块（30kW/50kW/100kW）功能独立，均有独立的整流器和逆变器单元，可插入不间断电源机架中独立工作和并联工作。具备交错并联、智能休眠、智能在线等功能，无间隔切换及谐波主动补偿。	适用于数据中心供配电系统。
19	海量数据冷热分级及归档存储技术	该技术根据数据增长与调用频率、冷数据占比规律等，建立冷热分级管理体系及数据存储统一管理平台，提升数据归档迁移效率，智能规划数据存储空间，优化存算比，优化设备配置。	适用于 PB 级至EB级数据归档业务存储系统。
20	基于机理模型的数据中心暖通空调能效提优技术	该技术通过对机房温度、气象环境、设备运行状况等数据进行采集和分析，利用时序预测算法确定机房各区域精确制冷需求，采用制冷能效模型对精密空调、冷水机组、水泵、冷却塔等设备运行工况进行分析，从全局维度推理进行能效寻优，通过动环、群控等系统完成自动控制。	适用于数据中心冷却系统。
21	磁/气悬浮压缩机及氟泵双擎驱动多联热管空调技术	该技术综合采用多联热管、磁/气悬浮无油压缩机和氟泵技术，室外侧可根据气候类型选择蒸发冷或风冷冷凝器，室内侧可选背板末端、列间末端、房级末端、风墙末端等多种形式。液态制冷剂在室内末端吸热蒸发为气态，气态制冷剂在室外冷凝器冷凝成液态，液态制冷剂在氟泵作用下送回室内末端完成制冷循环，系统可智能切换压缩机、液泵驱动模式。	适用于数据中心冷却系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
22	智算中心复合液冷技术	该技术面向高功率密度人工智能（AI）计算服务器，由室外冷源系统、冷量分配单元（CDU）、环状管网、微负压冷却工质供回歧管、液冷板、监控模块、配电模块等组成，可满足高功率密度机柜散热需求，提高空间利用率。可灵活兼容冷却水、相变工质等多种形式冷源，适应匹配液冷与风冷部分对冷源不同需求，实现液冷数据中心单冷源设计。	适用于智算中心冷却系统。
23	10kV 交流输入的直流不间断电源技术	该技术采用配电链路和整流模块拓扑两个维度对传统不间断电源系统架构进行优化，减少功率变换环节，实现中压10kV交流电输入后直接转化为240V（或336VC）直流电并输出，降低供配电系统冗余。	适用于数据中心供配电系统。
24	智能微型模块化技术	该技术采用模块化及封闭冷/热通道设计，集成高效供配电系统、全变频氟泵制冷系统、综合布线系统、动环监控系统、消防联动系统等子系统。各子系统可无缝衔接，具备按需扩展的复制能力，通过动力环境监控系统实现统一监管。	适用于数据中心基础设施。
25	风侧间接蒸发冷却技术	该技术利用湿球温度低于干球温度的原理，通过非直接接触式换热器将室外空气或者经加湿预冷处理室外空气冷量传递给数据中心内部较高温度回风，实现风冷和蒸发冷却相结合。	适用于数据中心冷却系统。
26	浸没式液冷用零臭氧消耗潜能值、低全球变暖潜能氟化冷却液技术	该技术将服务器或芯片等发热器件设备全部或部分浸没在单相或相变氟化冷却液中，依靠冷却液显热变化或潜热变化传递热量，替代传统风冷散热技术，解决高热流密度器件散热问题。	适用于数据中心冷却系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
27	分布式架构蓝光及光磁电一体化智能存储应用技术	该技术采用分布式架构，实现光磁电一体化存储。融合磁、光、电等介质性能优势，兼具电、磁存储高性能和光存储长寿命、绿色节能等特点。	适用于数据中心存储系统。
28	存储资源盘活技术	该技术为分布式存储技术，通过分布式多控架构、软件用户态设计、数据智能分配、自适应性时钟同步方法等技术，将不同处理器（CPU）架构、内存配置、硬盘配置服务器中空闲存储资源整合为统一虚拟存储资源池提供存储服务。具有多进程混合部署、异构硬件适配、轻量部署等功能。	适用于数据中心信息系统。
29	蒸发冷凝式氟泵双循环多联高功率背板空调技术	该技术综合采用高效油分离器及无油氟泵。室内机为背板空调形式，采用高效换热器技术实现轻薄化，并实现对高功率机柜精准制冷。室外主机采用两级蒸发冷却闭式蒸发式冷凝器，支持 500 米超长冷媒连管，可在负 30 米至正 50 米落差范围内安装。	适用于数据中心冷却系统。
30	高频大功率模块化不间断电源（UPS）技术	该技术采用模块化设计和控制器局域网（CAN）通信链路冗余设计，新型碳化硅（SiC）器件和低磁导率材质电感器件，交错并联结构功率因数校正（PFC）电路和中性点钳位（NPC）三电平逆变电路，可提高产品扩展性能和系统供电可靠性，降低器件及电路损耗，结合高散热设计及合理器件布局。	适用于数据中心供电系统。
31	智能融合电力模块技术	该技术将传统供配电系统进行整合优化，通过智能管理平台进行管理。系统核心电源部分采用在线节能补偿运行模式时，由市电与不间断电源（UPS）联合供电，负载通过不间断电源（UPS）静态开关从市电获取所需有功功率，从不间断电源（UPS）逆变器获取所需无功功率。	适用于数据中心供电系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
32	一体式预制化氟泵空调技术	该技术基于变频氟泵技术，采用内外机集成一体化、并联压缩机制冷、低风阻风墙送风及高回风温度设计等技术，具有氟泵空调冷量大型化、机组全预制化、无长连管、无管网及无室内末端等特点，可不占用室内空间，整体易维护。空调搭载智能化控制系统，根据机房负载率和室外环境温度变化，实现氟泵自然冷、双擎混合、压缩机制冷三种模式智能切换。	适用于数据中心冷却系统。
33	流场优化通风冷却技术	该技术通过叶轮流场优化、电机效率提升、智能调整转速等技术，在宽载荷、宽转速范围内，实现流场整体优化和电机速度可控。	适用于数据中心通风系统。
34	智能变频双循环氟泵空调技术	该技术采用智能变频双循环设计，仅在室外温度较高时，采用压缩机对制冷剂进行压缩循环换热，降低空调能耗。在室外温度较低时，利用制冷剂泵（氟泵）对制冷剂进行室外循环换热。	适用于数据中心冷却系统。
35	智能快速应急电源系统 (ISPS)	智能快速应急电源系统（ISPS）功能为：实现对机房服务器及存储设备的持续稳定、高性能指标的不间断供电，并实现降低电能比（PUE）目标。其技术原理：采用瞬态智控复合型开关转换技术，创新性地将IGBT的快速转换功能与机械触点抗冲击损耗低的优势深度融合，实现市电与电及功池直流逆变两路电源的快速无缝转换，保证不间断供电。其过程为：市电正常时由市电直供，机械触点承载主电路全部电流，IGBT 冷在线即处于不工作状态，市电异常或故障时 IGBT 启动并快速切换至逆变供电，短暂过渡阶段后退出工作，机械触点迅速跟进，平稳地接过电流传输的重任，确保电路在新的工作状态下持续稳定运行。	适用于IT行业、不间断供电节能降碳技术
（二）通信基站、机房节能降碳技术			
1	高分辨融合波束赋形的 FDD 基站 8T RRU/AAU 技术	该技术采用射频模块和半波长天线阵列联合校正、信道融合技术，通过波随人动、功率精准投放以及全时全域节能调度算法，提升谱效率，降低干扰，降低功耗。射频模块和天线阵子一体化设计，节省跳线损耗，扩大天面口径，实现更窄波束赋形。	适用于通信基站主设备。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
2	机房制冷双回路热管空调技术	该技术采用热管和压缩机两套制冷系统，将室内热量高效传递到室外，在室外温度低于室内时充分利用自然冷源，无须启动压缩机即可实现制冷。	适用于通信机房空调系统。
3	基于深度强化学习的综合能耗管理系统技术	该技术对耗能设备进行数据采集、统计、分析、预测，采用规则算法、多维深度学习和强化学习，实现无线网络耗能设备的可视、可控、可优，对各类设备输出做动态调优节能策略和软硬联动操作，满足用户感知及设备寿命条件下的综合能耗管控。	适用于通信基站、机房能耗管控系统。
4	基站空调喷雾节能自维护技术	该技术将回收基站空调的冷凝水作为喷雾及冲洗用水，水经雾化后喷洒在冷凝器进风口，有效降低冷凝器进风口的环境温度，提高冷凝器热交换效率，达到降低压缩机排气压力、降低压缩机实际消耗功率的目的。通过回收的冷凝水冲刷翅片，达到清洗翅片的效果，可提高空调的制冷效率，减少空调的维护成本。	适用于通信基站空调系统。
5	间接蒸发冷却制取冷风技术	该技术采用高效低阻的间接蒸发冷却换热器，通过湿通道中的工作气流将室内高温回风冷却，制取冷风。该技术有 3 种运行模式，当机组在干模式运行时，室内回风与室外新风在芯体内部热交换，实现降温；当机组在湿模式运行时，室内回风通过芯体干通道与间接蒸发冷却芯体湿通道上经蒸发冷却降温的室外新风热交换，实现降温；当机组切换到混合模式时，室内回风通过芯体干通道与间接蒸发冷却芯体湿通道上经蒸发冷却降温后的室外新风热交换，进一步通过机械制冷系统的蒸发器进行降温。	适用于通信机房空调系统。
6	基于多策略协同的通信基站、机房节能技术	该技术以自智网络为牵引，基于无线网络业务潮汐分布、网络结构、覆盖场景等多维数据，采用人工智能技术，综合评估节能覆盖、感知、节能收益等，可实现多种策略在不同时段协同，自动生成一小区一策略的精细化节能方案。	适用于通信基站、通信机房能源管理系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
7	通信基站自驱型回路热管散热技术	该技术包含散热系统、智能控制系统、空调系统。散热系统在基站室内外小温差驱动下利用室外自然冷源降低室内温度；智能控制系统依托机器学习技术及自适应控制算法，可实现散热系统与原有空调联动运行和平滑切换。	适用于中小型通信机房空调系统。
8	智能双循环（氟泵）多联模块化机房空调技术	该技术采用氟泵双环路技术及室外机集成技术，系统根据冷负荷总体需求，由室外主机模块集中制冷，压缩机制冷循环和氟泵组件各设置一套独立的控制器，控制总制冷量，通过电子膨胀阀及控制器，精确控制制冷剂流量，经第一环管和第二环管，将制冷剂按需分配至多个室内制冷末端，保证空调系统多场景适配性。	适用于通信机房空调系统。
9	基于低阻无耗材净化系统的新风自然冷却节能技术	该技术充分利用自然冷源，减少空调使用时间，降低通信机房的冷却能耗。使用低阻、无耗材的空气洁净系统，直接利用自然冷源，保证机房室内的空气洁净度，空气阻力更小、后期运维成本低。	适用于通信机房空调系统。
10	通信站点多角度能耗管控技术	该技术基于通信站点的配电架构，应用动环监控系统采集数据，分析通信站点能耗因子薄弱环节，从设备管理和能效两个方面精准开展能耗提升工作，促进企业低成本高效运营和可持续发展。	适用于通信基站配电系统。
11	智能化能碳综合管控技术	该技术运用大规模采控技术对场景中温场传感器、能耗计量设备、制冷设备等进行数据采集和调控，运用气流组织优化技术对现场环境进行综合整治，提高温场交换效率；定制化配置蒸发冷空调，氟泵空调进行老旧设备改造或替换，支撑远程采控；通过人工智能调控制冷设备运行，协同运用光伏、储能等，实现一体化节能降碳管理能力。智慧碳能管控平台以大数据、数字孪生等技术为支撑，实现对能量流、碳足迹等信息的采集监控、智能分析，支撑运营管理、事件预警、辅助决策。	适用于通信基站、通信机房能源管理系统。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
12	基于运维策略模型的空调精准调控技术	该技术通过机架实时功率、冷通道压差与温度等信息，调入通信机房节能运维策略模型，按照模型专家逻辑与边界条件自动生成动态优化控制策略，调整开度、频率等关键控制参数，对空调系统的风量和冷量进行合理控制，实现贴合 IT 设备负载的整体动态调优。	适用于通信机房空调系统。
（三）数字化绿色化协同转型技术			
1	基于大数据的智能运营管控技术	该技术依托大数据、人工智能、云计算等搭建工艺优化系统，将人工智能与工艺知识、工业场景和操作经验数据进行结合，对生产过程中复杂的物理、化学过程进行模拟和优化，将人工经验固化为模型，可形成规模化复制的优化决策资产，协助企业优化决策和智能控制，分工段对重点设备能耗和碳排放量进行监测，进行生产优化。	适用于流程型制造业生产工艺全过程管理。
2	基于云服务的智能化能碳一体管控技术	该技术采用“1+N”模式云服务的 SaaS 软件平台，其中“1”为能源管理系统，横向覆盖全厂用能数据，“N”为能源站系统。通过优化算法和专家模型，实现能源设备及系统的全面感知和优化运行，从平台管理和控制两方面。	适用于工业企业能源管理系统。
3	基于信息物理系统（CPS）的智慧能源寻优技术	该技术采用数字孪生、机理建模、大数据驱动等技术，以能量平衡为基础，综合考虑设备爬坡、容量约束，运用算法求解得到与分散式控制系统（DCS）设点相对应的低碳排放量、经济性最优工况，实现系统经济性及节能优化的动态寻优目标，根据寻优结果自动执行。	适用于用户侧分布式综合智慧能源与源网荷储微网能量管理与运行优化。
4	基于人工智能的制造流程数字化碳管理技术	该技术利用人工智能、大数据、智能控制等技术，对碳数据和能源数据进行采集、监控、分析、优化、管理，实现可信的碳数据管理，碳排放核算、碳效实时监测评估、碳资产管理、产品碳足迹计算分析、能耗管理、智能联控、智能分析等功能，提升工业制造过程能碳资源数字化管理水平。	适用于轻工行业数字化碳管理。

序号	技术名称	技术原理及简介	适用范围
5	基于工业互联网平台的智能化水管理技术	该技术采用多变量模型预测控制系统技术、系统流阻优化技术，建立从取水、供水、回水、废水的全流程智慧系统，实现恒温、恒压、变流量供水，可降低公辅设备能耗 15%；对全厂水系统实时控制优化运行，工业水系统全流程自适应控制，可降低设备运维工作量。	适用于石化、化工、钢铁等行业循环水系统。
6	智能决策优化技术	该技术以国产自研求解器（COPT）为计算引擎，搭建智能制造决策优化平台，平台拥有底层计算能力，可通过产品的各应用模块和多种数字化系统与企业的产能、物料、工序、工艺、出口、环保等数据进行对接，利用智能决策技术，对期望目标（如产能利用率、库存、订单满足率、综合利润、成本、碳排放等）进行优化，实现从数据到决策的打通，寻找出更优的生产经营路径。	适用于工业制造业的设备管理、生产制造、运营调度。
7	工业设备智慧运维及系统能效优化与智能控制技术	该技术基于数据中台和知识中台构建运维 AI 大模型，开发了多场景算法模型和边缘智控一体机、故障诊断一体机、安全隐患一体机等产品，采用系统级、过程级与设备级等多层级环保设施及设备运维能效管控系统等关键核心技术，实现设备智能化监测与故障诊断、系统能效优化与智能控制，为企业提供过程控制、能效优化、设备故障诊断和设备安全等智慧运维综合解决方案。	适用于钢铁、水泥、化工等行业脱硫、脱硝和除尘等工段设备运维管理。
8	基于5G技术的钢铁企业多维度环保管控技术	该技术通过钢铁企业工业互联网平台体系架构与 5G 局域网技术、信创技术栈的实施与融合，将企业生产、环保、能源领域物联网的数据进行云计算整合，实现对“废气、废水、固废”的多级管控，形成“大屏端综合展示，电脑端专项管理和移动端实时监管”的立体化管控模式。	适用于钢铁行业能源智能化管理系统。
9	基于工业互联网面向工业窑炉节能燃烧的大涡湍流算法	该技术通过大涡湍流燃烧模拟算法，按照工艺需求，设计适用于工业炉窑的燃烧系统，根据模拟所得参数对炉窑现有燃烧系统进行改造，将工业燃烧动态参数进行即时运算和呈现，实现精细化、数字化、稳定化燃烧，产品质量高、能耗低，燃烧相关的污染物排放低。	适用于工业窑炉智能燃烧系统。

附件3

高效节能推荐装备清单

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
(一) 电动机				
1	瑞昌市森奥达科技有限公司	AB 系列永磁同步电动机	AB132S-4	优于 1 级能效
2	瑞昌市森奥达科技有限公司	AB 系列永磁同步电动机	AB280S-4	优于 1 级能效
3	瑞昌市森奥达科技有限公司	AB 系列永磁同步电动机	AB315M-4	优于 1 级能效
4	江苏大中电机股份有限公司	变频调速三相永磁同步电动机	TYP1-80M1-8-1500-0.55kW	优于 1 级能效
5	江苏祝尔慷电机节能技术有限公司	三相永磁同步电动机	XTY5 280M-4	优于 1 级能效
6	江苏祝尔慷电机节能技术有限公司	三相永磁同步电动机	XTY5 315L2-4	优于 1 级能效
7	江苏祝尔慷电机节能技术有限公司	三相永磁同步电动机	XTY5 355M-4	优于 1 级能效
8	山西电机制造有限公司	隔爆型三相异步电动机	YBX5 系列	优于 1 级能效
9	江苏慧马科技有限公司	永磁辅助式同步磁阻电机	HMSRPM5	优于 1 级能效
10	无锡新大力电机有限公司	三相永磁同步电动机	TYCP225M-8	优于 1 级能效
11	无锡新大力电机有限公司	三相永磁同步电动机	TYCP200L2-8	优于 1 级能效
12	江苏大中电机股份有限公司	中小型三相异步电动机	YBX5-225M-2-45kW	优于 1 级能效

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
13	江苏大中电机股份有限公司	中小型三相异步电动机	YE5-250M-4-55kW	优于 1 级能效
14	山东力久特种电机股份有限公司	永磁变频同步电动机	TYP160L-8	优于 1 级能效
15	山东力久特种电机股份有限公司	永磁变频同步电动机	TYP180L-12	优于 1 级能效
16	安徽明腾永磁机电设备有限公司	矿用隔爆型三相永磁同步电动机	TYB132M-4	优于 1 级能效
17	安徽明腾永磁机电设备有限公司	厂用隔爆型三相永磁同步电动机	TYBCX160L-8	优于 1 级能效
18	江苏大中电机股份有限公司	变频调速三相永磁同步电动机	TYP1-250M-8-1500-55kW	优于 1 级能效
19	江苏大中电机股份有限公司	中小型三相异步电动机	YBX5-355L2-2-315kW	优于 1 级能效
20	江苏大中电机股份有限公司	中小型三相异步电动机	YE5-132S-4-5.5kW	优于 1 级能效
21	山东力久特种电机股份有限公司	永磁变频同步电动机	TYP200L-12	优于 1 级能效
22	江苏大中电机股份有限公司	中小型三相异步电动机	YE5-200L1-2-30kW	优于 1 级能效
23	山东博诚电气有限公司	智能永磁同步变频电动机	380V-10kV	优于 1 级能效
24	卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司	高压隔爆型三相异步电动机	YBXKK-560	优于 1 级能效
25	卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司	隔爆型三相异步电动机	YBX3-355	优于 1 级能效
26	卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司	隔爆型三相异步电动机	YBX3-400	优于 1 级能效
27	卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司	隔爆型三相异步电动机	YBX3-450	优于 1 级能效

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
28	卧龙电气南阳防爆集团股份有限公司	隔爆型三相异步电动机	YBX3-500	优于 1 级能效
29	武汉麦迪嘉机电科技有限公司	永磁同步电动机	TYZD-355M2-6-50/315kW	优于 1 级能效
30	衡水电机股份有限公司	三相异步电动机	YE5-80M1-2	优于 1 级能效
31	衡水电机股份有限公司	三相异步电动机	YE5-160L-8	优于 1 级能效
32	衡水电机股份有限公司	三相异步电动机	YE5-180M-4	优于 1 级能效
33	卧龙电驱（包头）永磁电机有限公司	WEPM5系列三项永磁同步电机	WIDM-T3-018-30C	优于 1 级能效
34	内蒙古北方嘉轩科技有限公司	工业永磁同步电机	BF-1.1-600-80	优于 1 级能效
35	盘毂动力科技（包头）有限公司	轴向磁通电机	AFM200-1.5K-1500	优于 1 级能效
36	优普森电气有限公司	高效永磁电机	TYV-180M-2	优于 1 级能效
（二）工业锅炉				
1	太原锅炉集团有限公司	低碳循环流化床热水锅炉	QXF70-1.6/130/70-M	优于 1 级能效
2	无锡华光环保能源集团股份有限公司	燃用固体废弃物的流化床锅炉	UG-90/9.81-MT	优于 1 级能效
3	浙江特富发展股份有限公司	低氮冷凝水管锅炉	SZS15-2.5-Y、Q(LN) (2)	优于 1 级能效
4	哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司	层燃角管生物质锅炉	DHL29-1.6/130/70-SC	优于 1 级能效
（三）变压器				

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
1	海鸿电气有限公司	敞开式立体卷铁心干式变压器	SGB18-RL-2500/10-NX1	优于 1 级能效
2	上海置信电气非晶有限公司	三相油浸式非晶合金立体卷铁心配电变压器	SBH25-M. RL-100/10-NX1	优于 1 级能效
3	明珠电气股份有限公司	非晶合金干式电力变压器	SCBH19-2000/10-NX1	优于 1 级能效
4	华智源电气集团股份有限公司	油浸式电力变压器	S22-M-1250/10-NX1	优于 1 级能效
5	天津置信电气有限责任公司	三相油浸式非晶合金闭口立体卷铁心配电变压器	SBH25-M. RL-400/10-NX1	优于 1 级能效
6	河南森源电气股份有限公司	油浸式电力变压器	S22-10000/35-NX1	优于 1 级能效
7	泰州海田电气制造有限公司	10kV 干式配电变压器	SCB18-1000/10-NX1	优于 1 级能效
8	平顶山天晟电气有限公司	油浸式立体卷铁芯配电变压器	S22-M • RL-50/10-NX1	优于 1 级能效
9	平顶山天晟电气有限公司	油浸式配电变压器	S22-M-50/10-NX1	优于 1 级能效
10	江西赣电电气有限公司	油浸式电力变压器	S22-M-1250/10-NX1	优于 1 级能效
11	明珠电气股份有限公司	树脂绝缘干式电力变压器	SCB18-2000/10-NX1	优于 1 级能效
12	百胜电气有限公司	油浸式电力变压器	S22-M-2000/10-NX1	优于 1 级能效
13	葫芦岛电力设备有限公司	油浸式配电变压器	S22-M-200/10-NX1	优于 1 级能效
14	海南金盘智能科技股份有限公司	干式变压器	SCB18-2500/10-NX1	优于 1 级能效
15	江西宇恒电气有限公司	干式变压器	SCB18-630/10-NX1	优于 1 级能效
16	常州太平洋变压器有限公司	干式电力变压器	SGB18-2000/10-NX1	优于 1 级能效

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
(四) 风机				
1	亿昇（天津）科技有限公司	磁悬浮高速离心鼓风机	YG 75	优于 1 级能效
2	亿昇（天津）科技有限公司	磁悬浮高速离心鼓风机	YG 100	优于 1 级能效
3	宁波虎渡能源科技有限公司	空气悬浮离心鼓风机	ZK75-60	优于 1 级能效
4	山东华东风机有限公司	磁悬浮高速离心鼓风机	HMGB150	优于 1 级能效
5	山东华东风机有限公司	磁悬浮高速离心鼓风机	HMGB300	优于 1 级能效
6	山东华东风机有限公司	磁悬浮高速离心鼓风机	HMGB400	优于 1 级能效
7	南京磁谷科技股份有限公司	磁悬浮离心式鼓风机	CG/B75	优于 1 级能效
8	南京磁谷科技股份有限公司	磁悬浮离心式鼓风机	CG/B150	优于 1 级能效
9	南京磁谷科技股份有限公司	磁悬浮离心式鼓风机	CG/B220	优于 1 级能效
10	北京高孚动力科技有限公司	磁悬浮高速离心鼓风机	GF150	优于 1 级能效
11	浙江亿利达风机股份有限公司	前向多翼离心通风机	SYT15-11L	优于 1 级能效
12	精效悬浮（苏州）科技有限公司	气悬浮高速离心鼓风机	B75-10	优于 1 级能效
13	南通大通宝富风机有限公司	离心通风机	4-73 2360	优于 1 级能效

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
14	浙江金盾风机股份有限公司	轴流式消防排烟风机	DTF(R)-20	优于 1 级能效
15	浙江上风高科专风实业股份有限公司	离心通风机	SK-K20-34F	优于 1 级能效
16	愿景动力有限公司	磁悬浮鼓风机	XV220B80	优于 1 级能效
17	南京磁谷科技股份有限公司	磁悬浮离心式鼓风机	CG/B400	优于 1 级能效
18	山东硕源动力科技有限公司	磁悬浮离心鼓风机	SRC55	优于 1 级能效
19	山东硕源动力科技有限公司	磁悬浮离心鼓风机	SRC75	优于 1 级能效
20	山东硕源动力科技有限公司	磁悬浮离心鼓风机	SRC110	优于 1 级能效
21	山东硕源动力科技有限公司	磁悬浮离心鼓风机	SRC150	优于 1 级能效
22	山东硕源动力科技有限公司	磁悬浮离心鼓风机	SRC200	优于 1 级能效
23	山东硕源动力科技有限公司	磁悬浮离心鼓风机	SRC250	优于 1 级能效
24	冀东日彰节能风机制造有限公司	离心通风机	RTDC-NCR No. 10-35.5	优于 1 级能效
25	洛阳中嘉控制技术有限公司	磁悬浮鼓风机	ZJG-15080	优于 1 级能效
26	伦登风机科技（天津）有限公司	轴流通风机	ZBF1000	优于 1 级能效
27	伦登风机科技（天津）有限公司	离心通风机	KBF1000	优于 1 级能效

序号	申报单位	产品名称	产品型号	能效指标
28	威海克莱特菲尔风机股份有限公司	数据中心用离心风机	ECL630-1	优于 1 级能效
29	山东硕源动力科技有限公司	空气悬浮离心鼓风机	SRK110	优于 1 级能效
30	山东硕源动力科技有限公司	空气悬浮离心鼓风机	SRK220	优于 1 级能效

附件4

工业领域节水推荐技术清单

一、共性通用技术

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
(一)循环水处理及回收利用技术				
1	循环水臭氧高级氧化技术	该技术主要通过臭氧、过氧化氢和水作用形成 $O_3 \cdot$ 、 $\cdot OH$ 等天然强氧化性物质，杀灭细菌、藻类，消除生物粘泥。臭氧使水对钙的络合能力增加，起到阻垢作用，进而大幅提升循环水浓缩倍数，同时耦合高效气水传质、纳米、自动控制等技术，形成高度集成的设备系统，便于操作控制，可减少新水消耗及污水排放量50%以上，降低管道等设备腐蚀率50%以上。	适用于工业循环冷却水系统	产业化示范
2	循环水复合管膜高效过滤净化技术	该技术采用聚乙烯、聚氯乙烯、抗氧剂、润滑剂、增塑剂、稀土氧化物添加剂等制成非对称过滤管。当循环水进入过滤管，通过截留、吸附、渗透作用，实现除油、除悬浮物的目的，可实现水循环利用率99%以上。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
3	循环水电化学处理技术	该技术通过电解方式，利用阴阳电极作用，阴极区形成强碱性环境($pH>9.5$)， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与 OH^- 、 CO_3^{2-} 形成氢氧化钙、碳酸钙、氢氧化镁，阳极区形成酸性环境($pH<3.5$)，产生 Cl_2 、 OH^- 、 H_2O_2 、 O_3 、氧自由基等强氧化性物质，有效控制微生物生长，实现循环冷却系统防腐阻垢。该技术可耦合膜、超声波除垢和臭氧杀菌技术，强化循环冷却系统防腐阻垢效果，使循环冷却水系统浓缩倍数提高至5-12倍，可实现30%-80%节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
4	循环水无磷/低磷处理技术	该技术采用无磷/低磷化学法处理技术，包括无磷单剂的制备、无磷缓蚀阻垢剂和低磷缓蚀阻垢剂配方以及加酸调 pH 工艺等，可使循环水系统浓缩倍数达到7倍，废水回用率超过50%。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
5	基于高污水回用比的循环水处理技术	该技术针对不同水质以及污水回用比 (0-100%) 配置适用的高效低/无磷阻垢缓蚀剂及处理技术，解决循环水系统的腐蚀与结垢问题。采用常规杀菌结合高效生物黏泥剥离降解技术，有效避免黏泥二次沉积而降低循环水系统的换热效率，剥离率、降解率和杀菌率分别达到80%、80%和99.9%, 确保在高污水回用比下，循环水系统长期稳定运行，并实现污水源头减磷，吨水处理成本可降低20%-45%。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
6	化学结晶循环造粒流化床技术	该技术可去除高永硬、高暂硬等各种硬度，对Ca ²⁺ 去除率可达到90%以上，总硬度去除率达50%-70%, 氟等污染物去除率优于国家生活饮用水卫生标准 (GB5749) 要求。该技术既节省空间又改善环境，在软化过程中产生的副产物(碳酸钙颗粒)可全部作为电厂脱硫剂回收利用。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
7	高效开式节水型冷却塔	该装备采用冬季空冷、夏季空冷与蒸发冷相结合方式，解决工业循环水补水量大的问题；采用“顶部加装水平风门和垂直风门挡的干湿式冷却塔”，解决节水消雾冷却塔干段和湿段的配风问题；采用“能拆卸的卡扣式轻便型防尘网”，解决翅片管外易被灰尘飘絮等堵塞问题，空气过滤装置易清洗更换。该装备运行稳定、消雾效果好，可实现50%以上的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
8	高效逆流闭式冷却塔	该装备将高温循环冷却水热量通过冷却塔喷淋冷却水吸收，喷淋冷却水热量再由空气吸收带走，达到良好降温效果。运行期间只需对喷淋冷却水进行维护管理，高温循环冷却水水质不受影响，可实现10%-15%的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
9	空冷湿冷联合式节水消雾冷却塔	该技术采用空冷器与湿冷单元进行串联、并联或混联的组合布置，既克服翅片管造价高、易锈蚀、易堵塞、荷载大等问题，又解决冷凝模块的高能耗、高造价问题，可消除可见雾团，可实现20%的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
10	板式换热器清洗节水装置	该装置包括循环管路、耐酸泵、阀门、可编程逻辑控制器(PLC)、加热器、储液槽等。循环支管路可以冲洗板式换热器中的淤泥、藻类等杂物，循环主管路利用清洗剂去除板式换热器中不易溶于水的污垢，并通过钝化剂完成对板式换热器的保养维护。板式换热器内部的正反向清洗，相比传统开式循环水系统，可实现50%以上的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
11	表面蒸发空冷器	该装备耦合水冷和空冷技术，在壳内交叉排列光管管束与喷淋分配器。冷却水在光管管束内流动，喷淋分配器雾化后的冷媒水自上而下在管束外表面形成水膜，同时利用翅片管束顶部的引风风机抽送饱和湿空气，使空气自下而上流动，通过水平放置的光管管束，使管束内冷却水得到冷却。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
12	冷却塔水蒸汽凝水回收装置	该技术利用外界新风对湿热空气冷却，降低出塔湿热空气的饱和温度，降低空气湿度。水蒸汽从湿空气中凝结析出，附着于换热板上，当板上的液滴满足临界脱落半径后脱落，凝结水在回收装置下部导出并回收，节水效果可达到蒸发水量的10%-20%。	适用于工业循环冷却水系统	产业化示范
13	智能化环保型循环冷却水处理设备	该装备采用先进的循环冷却水处理工艺，实现各单元设备和用户中央空调系统联动自控、臭氧浓度有效安全控制，水的利用率可提高30%-35%，循环冷却水浓缩倍数可提高至8倍以上，实现24%以上的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
14	零药剂循环冷却水处理系统	该系统是一种零化学药剂的纯物理法循环冷却水处理解决方案，采用电磁波法处理循环冷却水，有效控制热交换器、管道的结垢和腐蚀，同时控制微生物、藻类的滋生繁殖。循环水水质超过同类物理法的技术性能，可提升循环冷却水的浓缩倍数，实现30%以上的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
15	冷却塔节水消雾技术	该技术通过在普通冷却塔上方增设节水消雾模块，可将淋水填料排出的湿热空气中的水组分冷凝回收，实现冷却塔节水和消雾，冷热流道气流混合均匀，不需额外空间。节水消雾模块内气流流速减少40%左右，总换热面积增加50%以上，节水效果提高25%，压降减少25%。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
16	工业冷却塔新型旋流导叶节水装备	该装备根据塔型、风速、温度、压力等流体工作状态，设计模块化、可定制装配的除水层系统。较传统波纹板收水器，节水效果可提高20%-30%，且提高使用寿命，降低维修成本。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
17	工业循环冷却生物法处理技术	“碳酸酐酶”是一种含Zn的金属酶，这种微生物菌群具有广泛的食物链和营养源，它不仅可以通过以碳、氮、硫、磷等作为营养源，还可以吞噬其它微生物菌群、消解有机物、加速系统中碳酸盐垢的溶解，一定程度的阻碍硬垢的生成，并辅以其他复合型微生物降解系统的有机物COD，抑制杂菌和生物垢的爆发。使用本技术可将循环水浓缩倍数从2-3倍提高至5倍，停用软化水，循环水可直接排污至生活污水处理装置，污水处理后还可回用于循环水，节水率达到15%。	敞开式循环冷却水系统。	推广应用
(二) 废水处理及循环利用技术				
18	高通量自支撑柔性MBR膜及膜堆	该装置采用膜层-中空层-膜层三层一体的平板结构，水从膜面进入间隔针织内部，污泥等杂质被阻隔在膜外，处理后的水从间隔针织内部抽出。膜片上下两边采用超声波密封，两面采用边框夹紧密封，形成两侧出水的独立膜元，将膜元件、侧插板、集水管、框架、曝气管组装为膜堆，两端产水，膜堆通量可达到常规膜堆的1.5倍，节水效果提高5%。	适用于工业高盐废水资源化利用	研发
19	纳米陶瓷膜高效水质净化器(组件)	该设备以非对称式纳米平板陶瓷膜为核心，将膜分离技术与生物处理工艺相结合，通过陶瓷膜板面密布的纳米级微孔过滤实现“固液分离”，在组件系统进行一系列硝化、反硝化作用，利用微生物降解有机污染物，达到净化水质目的，引入智慧管理技术，实现远程监控和工艺参数自动调节。	适用于工业高盐废水资源化利用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
20	工业水处理MVR系统用离心式蒸汽压缩机组	该装备通过蒸汽压缩机将来自蒸发分离器的二次蒸汽进行压缩升温后，输入到系统的加热器与物料进行换热。被升温后的物料又被输送到分离器中进行蒸发分离，通过压缩机实现整个系统热循环，不再需要额外蒸汽就可实现蒸发循环。	适用于工业高盐废水资源化利用	推广应用
21	有机管式超滤膜设备	该装置采用独特的复合膜管，可在较大的运行压力和反洗压力下工作，获得较高固体去除效率和膜通量。工艺流程为原水进入循环槽调节 pH 至合理范围，加入混凝剂、粉末活性炭等，产生絮体后进入膜系统，透过膜的出水回用或排放，浓缩液进入压滤机压滤成泥饼，压滤液回到循环槽继续处理。	适用于工业高盐废水资源化利用	推广应用
22	基于合成微生物法的生物膜流化床技术	该技术基于合成微生物法，集合粉末填料载体和流化床制造等技术，包括微生物菌种、复合厌氧生物膜流化床、间歇曝气好氧流化床、厌氧流化床膜生物反应器 (AnMBR) 等集成装备，可实现废水低成本 100% 回收利用，运行费用节省 30% 以上。	适用于工业高盐废水资源化利用	研发
23	高盐难降解有机废水资源化零排放技术	该技术集成非均相催化氧化、高效臭氧催化氧化、多维电催化氧化技术等，在常温常压的环境下，对各类有机物降解率可达 80% 以上，不产生二次污染，实现废水中多相盐分离，产出符合国家副产盐标准的工业盐产品，同时降低运行能耗，废水综合处理费减少 40% 以上，再生水可全部回用于生产。	适用于工业高盐废水资源化利用	研发
24	高盐废水资源利用集成技术	该技术集成纳滤、反渗透、均相电驱动膜和双极膜等膜分离及膜浓缩工艺，对高盐废水进行分盐、浓缩、制酸碱及结晶，实现废水近零排放、水和盐的资源化利用。膜分离和膜浓缩组合集成技术减少蒸发量，降低结晶分盐难度，实现氯化钠和硫酸钠等盐分的分别回收利用，结晶盐品质较好，可实现净化水回收率 95% 以上，盐回收率 (硫酸钠和氯化钠) 90% 以上。	适用于工业高盐废水资源化利用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
25	反渗透膜浓水臭氧-光电耦合处理技术	该技术集成臭氧氧化与光电催化氧化工艺。臭氧在紫外辐射作用下分解产生大量 $\cdot\text{OH}$,光电催化产生 $\cdot\text{H}$ 、 $\text{HO}_2\cdot$ 等活性基团,能将废水中大分子有机物彻底降解成二氧化碳、水和无机离子,提高含盐量高、处理难度大、可生化性差的反渗透浓水处理效率,可实现化学需氧量去除率80%以上。	适用于工业高盐浓水处理	产业化示范
26	废热烟气蒸发处理含盐废水技术	该技术采用废热烟气或蒸气作为高盐废水蒸发的热源,以吸附性填料移动床作为蒸发塔,高盐废水在蒸发塔内与热源接触,完成传热传质过程,蒸发后的水分以水蒸汽形式逸出蒸发塔,进入后续的蒸汽冷凝回收单元,进一步回收冷凝水和余热,可实现水处理耗蒸汽量0.15吨/立方米-0.4吨/立方米,废水回用率90%以上。	适用于工业高盐废水资源化利用	产业化示范
(三)非常规水利用技术				
27	雨水收集回用技术	该技术由截污弃流过滤装置、调节蓄水池、净化设备间、储存清水池、雨水提升泵及自控电控集成系统等组成,采用可调式自动弃流、玻璃钢复合材料、高效组合净化等关键技术,实现区域雨水收集高效资源化利用。	适用于非常规水收集利用	推广应用
28	基于双膜工艺的城镇污水资源化高品质工业回用技术	该技术通过调节池、自清洗过滤器、超滤系统、保安过滤器、反渗透组件等水处理流程,实现城镇污水资源化高品质工业回用,可有效保障系统运行稳定,并得到满足要求的工业用水水源。该技术可实现产水浊度小于0.5NTU,脱盐率99.5%以上,可在更宽泛的pH范围(1-13)内达到有效清洗效果。	适用于非常规水收集利用	推广应用
29	基于组合式膜滤工艺的市政污水回用技术	该技术根据不同水质要求水量要求,合理组合超滤、纳滤、反渗透模块,以新型膜材料为主体,集成计算机程序、自动化、在线监测仪器仪表、加工制造等数据信息的水处理工艺,实现废水回用率75%以上,节水效果达60%左右。	适用于非常规水收集利用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
30	一体化兼氧FMBR膜污水处理设备	该装备针对城镇、医院污水领域，依托兼氧膜生物反应器(FMBR),将生化反应池中的活性污泥和大分子有机物截留，强化生物反应器功能，使活性污泥浓度大大提高，再通过控制水力停留时间和污泥停留时间，去除废水中的化学需氧量、氨氮、磷等污染物，出水达到高品质再生水，综合成本降低50%左右。	适用于非常规水收集利用	推广应用
31	制水厂“尾水”资源化利用技术	该技术采用“收集+高效沉淀分离+深度浓缩再分离+板框出泥饼”的综合工艺，通过推力式搅拌机和板框压滤机等设备，实现自动负荷调整、反冲洗、清洗等功能，有效回收自来水厂及工业预处理水厂的排放尾水，实现水资源的循环利用，滤饼含水率可低于60%。	适用于非常规水收集利用	产业化示范
32	海水循环冷却技术	该技术由换热设备、海水冷却塔、水泵等设备组成。以海水为介质，经换热设备完成一次冷却，再经冷却塔冷却并循环使用，大幅降低冷却所需工业新水用量，较海水直流冷却减少98%以上的海水排放量。	适用于沿海工业企业海水利用	推广应用
33	海水及苦咸水淡化反渗透膜阻垢剂	该材料为海水淡化装置安全稳定运行的投加药品，含磷磺酸三元共聚物、聚丙烯酸、有机磷酸、去离子水，制备方法简单，可替代进口药剂产品，提升海水及苦咸水淡化利用率，运行成本降低20%左右。	适用于非常规水收集利用	产业化示范
(四)节水减污降碳协同技术				
34	高效节能节水蒸发式凝汽技术	该技术将水冷与空冷、传热与传质过程融为一体，采用冷却水自循环、凝水复用的多级冷凝技术，将系统循环冷凝水回收作二次喷淋水使用，减少循环水排污处理，可实现20%-30%的节能效果、50%以上的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
35	水驱动喷雾节能节水冷却塔	该设备由塔体、内置风筒、淋水板、收水器以及具有喷雾和抽风双重效果的喷雾推进雾化装置组成，利用循环水泵的工作余压，在循环水的流动过程驱动喷雾旋转，将冷空气送入塔体内与水雾进行热交换，再将热空气排入大气，达到循环水降温。相比传统冷却塔，该设备的飘水率降低35%,可实现30%-50%的节能效果、20%的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
36	钢结构塔自然通风节能节水型工业循环水系统	该装备基于空冷双层布置扇区的高效传热技术，将基于阵列光栅光纤技术的智能化监控系统应用于大型工业循环水冷却系统，实现智能化、精确化控制，避免散热器管束冻结损坏，建设周期短，运行控制系统数字化、智能化程度高。较常规水冷塔相比，可实现50%以上的节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
37	数字循环水车间节水节能系统	该系统利用工业大数据，经采集、二次建模、植入芯片计算后服务于生产，通过工业云计算、大数据算法、AI、5G和工业自控等技术，使工厂循环水管理实现数字化，节约循环水总补水量20%-35%、节能25%-30%、减排废水25%-30%。	适用于工业循环冷却水系统	产业化示范
38	蒸汽及热能整体管理系统	该系统由疏水阀、冷凝水回收装置、闪蒸罐等组成。车间的高温高压冷凝水引入闪蒸罐内进行汽液分离，低压闪蒸汽经调节阀控压后并入低压蒸汽管线供低压设备使用；闪蒸罐内低压冷凝水，通过机械泵和疏水阀组合形式输送至锅炉房开式水箱，实现能源回收和水资源循环利用，提高系统热效率25%,节水效果50%以上。	适用于工业蒸汽冷凝水回用系统	推广应用
(五)智能用水管理技术				
39	智慧用水管理系统	该系统采用视图层展示界面输出、控制层请求控制、业务层逻辑处理和持久层处理数据存储的四层架构设计，对用水数据进行实时计量；通过数据网关存储传输数据、云服务器进行计算后以结构化形式展示。该技术可与其他能源监测系统兼容，统一业务建模及数据访问，实现用水的精细化管理和管网漏损的实时诊断。	适用于工业用水管理	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
40	工业水处理大数据运营管理云平台	该技术包括工业用水大数据、工业循环冷却水大数据和工业废水大数据等三个云平台，建立以工艺流程为核心的全过程信息采集，并将数据实时传输至云端服务器和运营管理云平台。云平台系统内设专业模型，对数据进行分类、聚类、比较、分析，自动输出分析结果(系统运行状况、污染趋势曲线、报表、预警报警情况、处理措施方案等),实现对工业水处理系统实时监控、运营管理和优化。	适用于工业用水管理	产业化示范
41	工业动态水平衡测试管理平台	该技术运用物联网大数据分析、工业通讯传输技术等，将智能用水计量设备、传感器以及网络与管理平台相结合，为工业企业提供在线动态水平衡测试服务，经济效益较好，可提升企业5%-10%的用水效率。	适用于工业用水管理	产业化示范
42	基于物联网的分布式管网漏损监测与智能诊断系统	该系统通过具有通信功能的无线流量计终端设备、压力计终端设备采集供水管网数据，上传至云服务器，在线显示管网状态。采用经典的ARIMA时间序列分析法等人工智能算法建立管网损耗模型，实时监测并分析管网损耗状态，智能诊断出疑似损耗节点、管段。	适用于工业用水管理	推广应用
43	智能明渠节水技术	该技术是在明渠上建造较短的测流控制段，将明渠水流导入控制段，使流量和上下游水位符合特定的函数关系，通过高精度、高灵敏传感器采集上下游水深等水力学参数，精准计算流过控制段的水量。具有信息采集、信息处理、信息存储、信息传输、信息展示等功能，实现无人值守运行。智能明渠量水器结构简单、安装方便、运维成本低，测量精度达到95%以上，适用于各类排污明渠的水量测量。	适用于工业用水管理	推广应用
44	水深度处理工程产品化及数字化集成装备	该装备将全水厂的主体设备、配套设备、管道、仪表、建筑物和预留空间等集成为产品化的综合型撬装智能机组，并在短流程膜组合工艺和数字孪生软件的控制下实现智慧生产、无人值守、高品质产水等。工艺模块可替换增减、组装拆卸、吊装搬运，并根据废水进水量和进水水质进行产水规模的灵活调整以及工艺模块的重组、转换，废水回用率可达到75%以上。	适用于工业用水管理	产业化示范

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
45	大型输水供水工程的高精度流量计量技术	该技术采用高精度超声波流量计，用于水电站和大型输水供水工程流量计量监测，包括各种形状的有压管路及涵洞涵渠计量监测，准确度等级可达0.5级，适用于用水量大的工业企业用水计量监测。	适用于工业用水管理	推广应用
46	循环冷却排污水回用节水智能化装置	该装置采用云边一体架构，由在线水质检测单元和水处理化学品加药单元组成的水质智能化管理装置，在线监测循环冷却水pH、电导率、氧化还原电位(OPR)、浊度、荧光等指标，判断无机物溶度积、饱和指数，实现自动加药和补水；多介质过滤单元、超滤单元、反渗透单元、检测单元等构成的排污回用装置利用水处理智能算法进行精准加药、自动反洗和清洗，实现节水减污，可降低20%-50%化学品用量。	适用于工业用水管理	推广应用
47	智慧节水多喷孔对撞消能调流调压技术	该技术由调流调压、线性度好的多喷孔型活塞式控制阀配套智能调压阀的电气控制系统（包含阀门控制箱、阀门电动执行器、远程智能监控软件）对管网进行消能、调流、调压。具有抗气蚀、振动小、驱动力小、自动控制、线性调节的特点，可有效降低管网漏损，实现节水。	适用于工业用水管网检测	推广应用
48	智能化供水管网检查机器人装备	该装备采用二次锂电池供电和智能辅助控制系统，配置星光级低照度摄像头，实现原地平移、原地旋转，在乱流中自动调整姿态。以遥控无人潜水器(ROV)对管道内壁进行带水探测，分析管道是否发生腐蚀、破损，同时可搭载不同的水下传感器或作业工具，取得不同数据和水下样本。	适用于工业用水管网检测	推广应用
49	智能全封闭式电动蒸汽冷凝水回收设备	该设备通过智能双重降温恒压装置阻止闪蒸汽排放，使蒸汽经换热后产生的冷凝水自行回流至冷凝水回收缓冲罐(微负压),进行汽水分离、引流。分离后的冷凝水加压输送至锅炉房，闪蒸汽通过吸气定压装置(即射流装置)引射至冷凝水回收管网一并送至锅炉房。设备采用自动化控制，具备自诊断功能，可精准查找故障点，通过远程计算机及远程终端与设备通信，查询运行状态及数据，对设备进行远程无线管理监控，冷凝水回收率100%。	适用于工业锅炉冷凝水回收	推广应用
(六)节水及水处理材料及装备				

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
50	节水减排智能旋塞阀	该装置处在密封塞体中心，使阀门被开启后密封塞体能迅速脱离阀座，消除包胶塞体与阀座间不必要的过度挤压、刮擦现象、减轻开启阻距、降低磨损、提高阀座寿命；增加水在管道内的流通率，流通面积为公称通径面积的100%，减少管道的口径及数量，阀门空载和带压开启力矩小于同类产品，达到节水效果。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用
51	电磁液动缓闭闸阀	该装备为全通径无阻力的液动缓闭闸阀，具有一阀三用功能（止回阀功能、水锤消除器功能、电动阀功能），大幅减少水头损失，达到节能节水、简化控制系统、远程自动化等作用，使用范围广，投资小且安装改造快，适合用水量大的企业，可实现节水效果3%-10%。	适用于工业节水装备	推广应用
52	高频电磁阻垢仪	该装备主要由发射控制模块、电磁传导模块、磁性材料铁氧体环及特制紧固螺栓等组成。当水流经铁氧体形成的磁场和电场后，破坏水分子团簇间的氢键，改变水分子极化特性，使水分子由较大的缔合体转变为较小的缔合体或单体水分子，包裹循环水中游离的钙和碳酸氢根离子，防止碳酸钙的结晶析出，可实现循环冷却系统在4.5倍以上高浓缩倍数下安全运行，有效减少新水置换需求，大幅节水的同时实现原有垢层的清除，提高换热效率。	适用于工业节水装备	推广应用
53	生态用水与消防用水分开管理的智能取水装备	该装备采用生态用水与消防用水分开管理模式，解决传统模式下协议收费误差大的问题，改变以往生态用水启用消火栓的方式，保护消防设施，实现刷卡取水、精确计量、远程监管。适用于自来水、中水、再生水的智能监控。	适用于工业用水管理	推广应用
54	斜窄流分离设备	该装置包括斜板浓密、斜板分级设备等，将传统的“斜浅层”固液分离过程二维平面系统升级为三维立体系统，形成液固分离的澄清设备、固液分离的浓密设备、固固分离的分级设备、油水固分离的含油污水净化设备。通过独特的单元集成模式，实现易组装、易运输和规格多样性等特点。	适用于工业循环冷却水系统	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
55	节水型微滤罐成套装备	该装备采用天然火山岩和人工烧结氧化铝微孔活性陶瓷颗粒作为过滤材料，提高过滤精度，降低反洗水量，解决滤料板结问题。通过优化罐体结构、滤层装填、布水布气结构、反洗设计等，降低能耗水耗。	适用于工业节水装备	推广应用
56	无负压(无吸程)管网增压稳流给水设备	该技术改变原变量恒压及传统的末端控制式变压变量方式，采用出口流量和压力的双变量控制，实现无级自动调节和自动适应控制，达到供水压力随用水流量的变化而变化，使供水系统始终处于最佳工况，实现15%的节水效果。	适用于工业节水装备	推广应用
57	高精度抗干扰阀门快速位置检测装备	该装备采用微控制器作为控制中心，根据上位机发来的阀门开度命令或本机指定的阀门开度，以及阀位传感器发来的当前的阀门位置，控制电机的启停以及比例阀的方向及流量，将阀门驱动到指定开度位置，适用于各种输水管道上的阀门远程控制与监测，控制出口压力、流量、流速等。	适用于工业节水装备	研发
58	全膜法处理中水回用装备	该装备采用特种管式陶瓷膜(GM)装置代替传统的加碱沉淀+砂滤+有机超滤工艺，不仅解决传统工艺砂滤板结、超滤断丝、不抗冲击等问题，而且缩短工艺流程，使整体设备运行稳定可靠，降低运行费用。	适用于工业节水装备	推广应用
59	低能耗、高回收率的工业脱盐水处理装备	该装备采用亲水性抗污染含氟材料超滤膜技术制备脱盐水，并将反渗透排放的高盐高硬废水经“低污泥除硬处理装置”化学软化沉淀除硬和“高效浓水反渗透装置”脱盐后回用进混床做深度脱盐处理，实现深度脱盐除硬和提高水利用率的功能，脱盐率和水利用率分别达到80%和92%以上。	适用于工业节水装备	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
60	高性能水处理纳米反渗透薄膜	该技术将半导体相关模型、品控思路、量产经验运用到反渗透膜产品中，提升每一工艺单元的拓展性与可控性；将新型界面聚合的不同水、油相组合，并随应用领域的不同而更迭，实现反渗透膜配方、工艺及设备环节适用性更强，实现节水效果50%以上。	适用于工业节水装备	研发
61	工业级超声波水表漏损节水系统	该系统利用超声波技术和漏损检测算法，能够测量和监测水流并及时检测和报警漏损情况，实现有效节水管理，为解决工业领域水资源浪费和损失问题提供技术解决方案。	适用于工业供水管网检测	研发
62	全自动高精度型石灰乳配制投加系统	该系统包括石灰粉仓、石灰螺旋输送下料装置、石灰乳溶液箱、石灰乳循环泵及配套仪表、阀门及管道等。石灰粉经喂料机、螺旋计量输送机送至石灰乳溶液箱，配置成一定浓度的石灰乳溶液，石灰乳溶液再输送至石灰乳投加水池，通过调节pH计与气动调节球阀，将pH值控制在设定值的±0.3范围，使石灰投加更精准、可靠。	适用于工业用水管理	推广应用
63	应用于工业锅炉的防腐抑垢清洗剂	该清洗剂将锅炉中形成的金属氧化物、硅垢、钙垢等管壁沉积物分散减薄，实现不停机锅炉水侧除垢，清洁金属表面，恢复热传导效能，提高锅炉热效率，同时具备长效抑垢、改善锅炉水汽品质、减少锅炉排污等特点，可实现排污率降低50%以上。	适用于工业节水材料	研发
64	节水型无溶剂超浓缩液体洗涤剂	该洗涤剂利用新型结构表面活性剂（低温溶解性能好、润湿铺展性能好、低泡易冲洗、钙皂分散能力强、抗再沉积能力强等特点）、高分子表面活性剂（具有流变调节作用）、洗涤剂复配技术，使表面活性剂产生协同效应，固含量可达70%。与普通液体洗涤剂相比，产品流动性好、易倾倒，在制备时可节约65%左右水，使用时不会出现凝胶相，具有优良的去污能力和节水能力。	适用于工业节水材料	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
65	用于废水处理的新型缓释阻垢剂	该材料是一种基于树状大分子聚合物的新型缓蚀阻垢剂，通过缓蚀、阻垢、污垢分散、有机物降解、氨氮降解、重金属去除等技术，实现循环水系统在高硬、高碱、高氯、高化学需氧量、高悬浮物等条件下高效稳定进行，实现阻垢、缓蚀、菌藻抑制、粘泥分散效果，提高循环水的利用率，实现节水效果50%以上。	适用于工业节水材料	推广应用

二、钢铁行业

1	高品质钢管多功能高效淬火技术	该技术适用于高品质钢管的“外淋+内喷+槽浴+旋转”淬火工艺，优化淬火外淋、内喷水参数，在钢管冷却至马氏体转变终了温度时，切换至浴槽冷却，节约用水。整个供水控制系统采用变频智能控制，减少非淬火时间的用水量。	适用于钢铁行业高品质钢管生产	推广应用
2	“燃-热-电-水-盐”五效一体高效循环利用技术	该技术以联合循环发电和低温多效蒸馏海水淡化技术为核心，形成“燃-热-电-水-盐”五效一体高效循环利用系统。利用钢铁厂的低品质燃气，在燃机充分燃烧做功，推动燃机发电，排出高温烟气引至余热锅炉，产生蒸汽(热)推动汽轮机发电，形成燃机-汽机联合循环发电；汽轮机排汽进入海淡装置制备淡化水，海水淡化产生的浓盐水作为盐碱化工原料，提取高品质盐化工产品。	适用于钢铁行业热电联产制备海淡水	推广应用
3	钢铁生产不同工序水质分质供水技术	该技术针对钢铁生产工序多、用水水质不同的特点，采用膜法和其他水处理工艺产生高品质和普通工业循环用水，分别供应不同用户，避免普通用户用高端水、高端用户用水不满足要求等浪费，可实现节水、节能、降低运行费用。	适用于钢铁行业废水处理回用	推广应用
4	钢铁工业废水深度处理回用组合工艺	该工艺采用双膜法和耐盐水特殊菌群生化处理技术，利用基于耐盐微生物的“硝化反硝化生物滤池+活性炭生物滤池”生物脱氮工艺和基于处理难降解有机物的“四相芬顿催化氧化+臭氧氧化+生物活性炭滤池”工艺，实现钢铁工业废水分级脱盐和分级回用。	适用于钢铁行业废水处理回用	产业化示范

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
5	废水零排放处理和回用技术	该技术针对钢铁生产各工序废水水质特点，采用不同生化处理工艺和膜法浓缩技术进行处理后分质回用，剩余浓盐水和反洗排污水用于高炉冲渣、炼钢焖渣和烧结拌料，可实现28%的节水效果。	适用于钢铁行业废水处理回用	产业化示范
6	循环水水质动态监测与水处理优化技术	该技术采用旁路管道对循环水腐蚀速率进行动态在线监测，在不影响循环水正常运行的条件下做到及时精确分析，避免主管路挂片试验监测信息滞后对水质产生影响，提高循环水利用效率，改善水质，并减少系统药剂消耗和污染物排放量。	适用于钢铁行业循环水处理系统	推广应用
7	绿色清洁金属表面无酸处理新工艺	该技术采用“高速涡轮+钢砂+高压水”对钢板、带钢表面进行处理，替代传统的酸洗工艺清理表面氧化层，同时保证清理质量和运行效率，降低工业水、软化水和酸的利用量及水处理量，节约资源和运行费用。	适用于钢铁行业表面处理	推广应用
8	循环冷却水系统近零排放工艺	该技术原理主要围绕物理防垢除垢与电解吸附两大系统协同作用展开。1. 物理防垢除垢系统通过在循环管线上安装设备，以电磁信号作用于水中离子或水分子。防垢时，促使钙镁离子形成聚合体或无附着能力的松散文石结构晶体，减少钙镁盐分子形成机会；除垢时，逐步破坏已形成的钙镁盐晶体间长分子键，使晶体脱落随水冲走。2. 电解吸附系统则在循环水池旁配置设备，在阴极附近形成高浓度氢氧根，使易结垢矿物质预先结垢析出，降低钙镁离子等含量；阳极处氯离子失去电子转化为氯气，通过上部脱气腔及负压吸气装置排出。3. 沉淀池处理电解产生的固渣，上清液回循环系统；加药系统自动调节酸碱平衡和投加杀菌剂，保障循环水在无外排状态下的水质平衡，实现近零排放。	适用于钢铁、电力行业	推广应用

三、石化化工行业

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
1	石化节水减排成套集成工艺	该工艺是膜处理、水质稳定处理及精确控制、分散工业水系统信息集成利用的成套技术。针对石化工业水系统，采用高效示踪型阻垢分散剂、水质自动控制装置，集成利用信息技术，提高循环水浓缩倍数，实现分级回收、串联利用废水。	适用于石化行业废水处理系统	推广应用
2	石化污水气浮生化过滤再生回用成套技术	该技术采用气浮、生化、化学氧化工艺，并结合缓蚀、阻垢、生物控制技术处理回用石化污水。主要工艺路线包括：气浮+生化+化学氧化+过滤。废水回用率达到80%以上。	适用于石化行业废水处理回用	推广应用
3	炼化企业水平衡测试及优化分析系统	该系统是一套包含炼化企业各生产装置的水平衡测试计算软件。结合计算机、网络、石油化工、夹点技术等多学科技术，归纳、总结水平衡测试计算规律，将测试结果图形化、数据计算机化，可实现自动生成水平衡测试报告，并对公用工程装置运行状态进行计算和评价，分析企业用水、用汽等存在的问题，实现企业用水量最小化。	适用于炼化行业用水管理	推广应用
4	炼油污水深度处理回用技术	该技术包括曝气生物滤池、絮凝沉淀、加氯氧化、纤维过滤、臭氧杀菌、活性炭过滤等工艺，采用高硬度再生水为补水的循环水系统不加酸预膜、缓蚀阻垢及杀菌抑菌等新技术，将再生水化学需氧量控制在30mg/L左右，氨氮控制在2mg/L左右，满足炼油系统水处理标准，再生水可回用于循环水系统。	适用于炼油行业废水处理回用	推广应用
5	炼油废水深度处理及电渗析脱盐组合工艺	该技术集成臭氧催化氧化、内循环曝气生物滤池和电渗析等技术。利用臭氧催化氧化进行化学改性，将废水中难降解有机物氧化成为小分子有机物，提高废水可生化性能，同时脱除废水色度；利用内循环曝气生物滤池对催化氧化产物进行生化降解，降低水中的有机污染物含量；利用电渗析技术有效脱除废水中的盐分，实现炼厂废水回用。	适用于炼油行业废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
6	炼油催化剂综合废水处理回用技术	该技术适用于处理高盐、高氨氮、高硅、硝盐比波动大的炼油催化剂综合废水。通过预处理初步脱硬、脱硅、去除悬浮物，再通过纳滤分盐和浓缩、反渗透浓缩、电渗析浓缩得到产品软化水，再将分盐浓缩后的浓盐水分别进行蒸发、脱氨和结晶分盐，得到氯化钠、硫酸钠结晶盐和浓度8%-18%硫酸铵(或氨水)溶液等副产品，达到综合污水近零排放及资源化利用。	适用于炼油行业废水处理回用	推广应用
7	凝结水活性分子膜超微过滤组合多官能团纤维吸附技术	该技术先将凝结水经过在线甄别系统检测，符合进水要求的水进入原水箱，经原水泵加压依次进入超微过滤器、纤维吸附罐以脱除凝结水中的机械杂质以及大部分油污和金属离子，处理后的净化水符合中压锅炉进水要求，进入净水箱作为中压锅炉补水，做到分质、梯级用水，提高用水效率。	适用于炼油企业凝结水处理回用	推广应用
8	煤化工废水处理及回用集成技术	该技术集成沉淀、气浮除油、生物脱氮(A/O)、吸附及催化湿式氧化、膜分离等技术，采用专用特效菌种或固定化生物等强化工艺，处理回用煤化工废水，实现废水回用。	适用于煤化工行业废水处理回用	推广应用
9	煤化工废水处理回用技术	该技术包括高密澄清池、臭氧氧化、曝气生物滤池、浸没式超滤、弱酸交换、中压反渗透、高压反渗透、管式过滤软化、高级氧化、纳滤分盐、浓缩结晶等，通过预处理、废水减量、深度浓缩、结晶分盐等过程实现煤化工废水近零排放，可使水中硫酸根离子的截留率提高至98%以上。	适用于煤化工行业废水处理回用	推广应用
10	煤化工高盐废水零排放与资源化利用成套技术	该技术集成高盐废水钙、镁、硅、氟的高效一体化协同去除技术，优化混凝区速度梯度、絮凝区上升流态，可高效去除低浓度、难生物降解有机物，实现高盐废水低能耗分质结晶和资源化利用，使氯化钠、硫酸钠、硝酸钠平均收率达到90%、75%、77%，总体废水回收率达97%以上。	适用于煤化工行业废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
11	煤直接液化高浓度废水成套处理技术	该技术包括煤直接液化有机废水全流程处理工艺及高选择性多元协同强化催化关键技术，提高废水可生化性，高效、稳定处理煤直接液化有机废水，实现有机废水高效回收利用，废水回用率达到99%以上。	适用于煤化工行业废水处理回用	产业化示范
12	氯碱化工含盐废水零排放技术	该技术由碱性废渣处理、化学除硬、沉降分离、双膜浓缩和分质回用等五部分组成，以固废电石渣为除硬剂，再通过液液分离、分质利用实现零排放，该技术废水回用率高、投资少，废水处理成本仅为传统工艺的10%。	适用于氯碱行业废水处理回用	产业化示范
13	固碱蒸发碱性冷凝水处理技术	该技术采用转型螯合树脂吸附固碱蒸发碱性冷凝水中二价、三价离子，经吸附离子后，不改变水质pH值，冷凝水回用于离子膜工序替代纯水使用，有效降低新水使用量。	适用于氯碱行业固碱蒸发碱性冷凝水处理回用	推广应用
14	离子膜螯合树脂塔再生废水回用技术	该技术对离子膜螯合树脂塔再生废水进行处理和回收利用，包括水洗I、反洗、酸洗、水洗II、碱洗、水洗III、盐水置换等流程所产生的废水。处理后的废水可用作化盐工序的补充水，减少新水使用量。	适用于烧碱行业离子膜螯合树脂塔废水处理回用	推广应用
15	全膜法三洗水过滤回收技术	该技术根据纳滤膜分离高浓度硫酸钠渗透压低的特点，采用浸没式超滤作为一级超滤膜过滤，在不加任何助凝剂的情况下，提高外排反洗水的钛白粉浓度，三洗废水回收利用率达80%以上，大幅减少新水用量。	适用于钛白粉行业废水处理回用	产业化示范

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
16	钛白粉废水多级吸附及脱盐再生回用技术	该技术采用新型超支化聚合物，填入专用预处理反应器，对高盐污水进行吸附、螯合等降盐处理。处理水再经专用抗污染特种膜件脱盐处理，与传统工艺相比，节水优势明显。工艺水总回收利用率达95%以上，电导率150 μs/cm以下，脱盐率98%以上。	适用于钛白粉行业废水处理回用	产业化示范
17	钛白粉酸性废水处理及循环利用设备	该设备可高效分离酸性废水中的硫酸、水、亚铁等，将中水回用处理工艺改建到中和酸性废水产成中水的工艺生产链条前端，通过大型特种工业膜分离及蒸发浓缩分离技术，将酸与水分离后回用到生产工艺，减少大量固废产生，节水同时可回收利用钛白粉颗粒、硫酸亚铁，实现钛白粉酸性废水的“零排放”。	适用于钛白粉行业废水处理回用	推广应用
18	全高钛渣钛白粉生产水洗工艺技术	该技术以100%酸溶性高钛渣为原料制取钛白粉，相比传统钛铁矿生产或渣矿混合生产，铁等杂质含量低，大幅提高水洗速度，降低水耗。原工艺一次水洗、二次水洗都使用半盐水，工艺改进后，只在二次水洗使用半盐水，而一次水洗套用二次水洗的洗后水，提高水的利用率。	适用于钛白粉行业废水处理回用	推广应用
19	化工废水制水煤浆工艺集成技术	该技术集成污水处理和水煤浆技术，选择适宜的制浆生产工艺，利用化工废水作为水源制作水煤浆。降温水回用率达94%以上，废水回用率90%以上。	适用于化工行业废水处理回用	推广应用
20	高盐化工废水资源化膜集成技术	该技术集成超滤、纳滤、反渗透技术处理回用高盐化工废水。部分处理水回用于生产工艺，浓缩水作为生产原料勾兑，或再经电渗析工艺进一步浓缩至约13%-15%浓度，蒸发或冷冻结晶后回用于生产或作为副产品外销。	适用于化工行业废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
21	化工废水双碱法化学除硬技术	该技术采用双碱法预处理除硬工艺，除硬效果好、产水硬度低，并在膜浓缩阶段增加一级树脂深度除硬，保证膜系统和蒸发系统长周期运行，再通过“纳滤分盐+机械蒸汽再压缩技术(MVR)蒸发”工艺和设备，提升副产盐纯度，能耗低、蒸发效率高，实现园区水资源循环利用、废物资源化利用，废水回用率90%以上。	适用于化工行业废水处理回用	推广应用
22	水合肼生产废盐水回收利用技术	该技术使用机械蒸汽再压缩技术(MVR)对水合肼生产过程中的废盐水进行浓缩，再加入精制剂除去有机杂质，加入精盐使盐水达到饱和，最后进入离子膜烧碱工序作为原料水使用，提供废水回用效率。	适用于水合肼行业废水处理回用	推广应用
23	乙二醇冷凝液回收利用技术	该技术采用“浮动床+混床”二级脱盐工艺，在冷凝液进入换热器前，增加三级换热器，分别采用脱盐水、循环水对冷凝液进行热交换。送至煤转化部的脱盐水温度由45℃提升至约120℃,减少煤转化部的蒸汽消耗。经过改造，出水水质电导率小于0.3 μs/cm,硅小于20ppm。	适用于合成气制乙二醇行业废水处理回用	推广应用
24	制气增量水处理及回用技术	该技术由蒸氨汽提工段、高级催化氧化工段、生化处理工段和中水回用工段组成，适用于固定床制气污水处理，可消除造气循环水与半水煤气的直接接触，使造气循环水变为洁净水，避免造气污水扩散到大气，废水回用率75%左右。	适用于化工行业废水处理回用	研发
25	环氧氯丙烷皂化塔强制循环加热反应系统	该系统将二氯丙醇和液碱进入湍流反应器中进行接触式一级反应，生成的环氧氯丙烷再进入皂化汽提塔内进行汽提分离，环氧氯丙烷通过塔顶进行冷凝，未接触到液碱的二氯丙醇与高盐废水一起进入到皂化塔的塔底，通过塔底设置的强制循环加热反应系统对废水中的二氯丙醇进行二次皂化，有效提高二氯丙醇的转化率，降低原料甘油的单耗。其中强制循环加热反应器是采用蒸汽间接加热塔底废水闪蒸产生的蒸汽，对环氧氯丙烷进行汽提分离，避免蒸汽直接通入到皂化塔内产生废水，降低废水产生量20%。	适用于化工行业废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
26	糠醛生产节水装备	该装备由粗馏塔、水洗塔、排杂塔、脱水塔、精制塔、回收塔组成。利用水洗塔和排杂塔除去粗糠醛中的有机酸及低沸点杂质，降低初馏塔废水含醛量；通过回收塔回收醛泥中的糠醛，解决现有残液带出糠醛不好回收的损失，同时脱水产生的前馏份中糠醛得以回收，减少糠醛精制过程中损失；粗糠醛的脱水和精制分别在脱水塔和精制塔完成，实现优级糠醛连续稳定生产与糠醛生产工艺废水零排放，减少新水取用量40%。	适用于糠醛行业废水处理回用	推广应用
27	石油开采污水分子筛处理技术	该技术主要利用改性4A分子筛为吸附剂，经多级过滤后，去除中水大部分Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ ，浓度低于10mg/L, 处理水可用于配置油田驱油用聚合物溶液，配置后的聚合物溶液有较高的粘度，满足油田注聚要求。	适用于石油开采废水处理回用	推广应用
28	海上平台生活污水电催化氧化法处理技术	该技术基于电化学技术原理，利用电催化氧化反应过程中生成的自由基、强氧化离子，快速降解生活污水中的有机污染物，达到降解有机物的目的，产生的强氧化剂可杀灭水体中的大肠杆菌等细菌，对污水处理效果佳，适应性强。	适用于海上石油平台废水处理回用	推广应用
29	高温高盐高硬稠油采出水处理回用技术	该技术集成调节均质、气浮、过滤、高密除硅(SBC)等预处理，机械蒸汽压缩蒸发(MVC)脱盐处理和离子交换深度软化处理，用于处理高温、高硬、高硅、高矿化度的稠油采出水，实现稠油采出水物理法深度脱盐，可回用于油田注汽锅炉，降低新水取用量。	适用于稠油采出水处理回用	推广应用
30	大直径、耐污染、高通量陶瓷膜油田回注水处理技术	该技术采用“重力沉降罐+气浮、絮凝、电化学预处理+耐污染陶瓷膜超滤膜”处理油田回注水，具有单体膜面积大、机械强度高、易清洗、耐酸碱、寿命长等特点。通过对膜层进行亲水疏油改性，使其对油水具有更强的耐受能力，进而保证长时间运行下采出水就地处理回用，达到高效节水效果。	适用于油田回注水处理	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
31	聚合物驱含油污水处理及回用技术	该技术包含高效除油设备以及破乳、降粘混凝药剂、化学破乳剂，用以处理聚合物驱含油污水。处理水经过滤后达到中高渗透底层注水水质要求，过滤水再经膜深度处理达到精细注水和配制聚合物母液水质要求。	适用于油田回注水处理	推广应用
32	耐高温集成化水处理装备	该装备针对钢铁行业水质复杂的高温循环水，采用耐高温膜管和蝶阀的工艺设备，可用于80℃以下循环水处理，避免冷却及稀释冷却后再处理，可实现40%-60%的节水效果。	适用于油田采出水资源化利用	研发

四、纺织印染行业

1	筒子纱智能染色工艺	该技术创新浸堆染色工艺，升级染色机多参数在线监测与决策、染料助剂实时输送精度与效率，染缸、自动脱水和自动烘干单元的信息交互能力与安全互锁，实现染色系统工艺装备自优化、安全、可控、可靠；采用射频识别(RFID)技术，升级装卸纱机器人、自动导向车、智能天车及立体仓库等，实现智能化配置和调度，物流链信息可视化、可追溯；升级能耗数据采集终端和管理系统，实现全生产过程能耗监测、预测；建立中央控制、生产管理、企业资源计划系统，实现从原纱到色纱成品全流程的数字化和智能化生产。	适用于浸堆染色	推广应用
2	基于双级特种膜粘胶纤维酸性废水回收再利用技术	该技术利用“沉淀池+多介质滤器+超滤系统”对废水进行预过滤处理，再通过“特种酸性反渗透膜+普通反渗透膜”双级反渗透进行深度处理，实现酸性废水的回收再利用。	适用于纺织染整行业酸性废水处理利用	推广应用
3	纱线循环水染色短流程超低排放技术	该技术是一种染色设备多条管道进水、多条管道排水的新模式，可在1:2.5-3的超低浴比中染色且质量稳定，工艺耗水量4.5-10吨，较传统1:8浴比工艺，节水60%-70%,降低化学品用量70%左右。染色设备在多种条件下使用，在多种工艺中能够有效快速的提高使用效率，减少污水处理成本与排放量。	适用于纺织染整行业纱线染色	产业化示范

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
4	喷水织造废水处理回用技术	该技术集成生物流化床反应器、沼气净化贮存、回用水深度处理等单元，去除喷水织造废水中主要污染物，确保回用水水质满足要求，可实现水重复利用率85%,节水效果显著。	适用于喷水织造废水处理回用	推广应用
5	超低浴比高温高压纱线染色机	该装置采用离心泵、轴流泵等三级叶轮泵和短流程冲击式脉流染色技术，实现低浴比高效率染色。冲击式脉流染色可在超低浴比下进行，在同等条件下，每公斤纱染色工艺水耗量减少80%以上，染纱工艺周期由原来8-14h缩短到5.5-8h,达到1公斤纱锭染色需要3公斤水(1:3)的超低浴比。	适用于纱线染色工艺节水	推广应用
6	羊绒纤维原位矿化、深度节水减排染色新技术	该技术由微悬浮体染色和原位矿化两部分组成。通过微悬浮体染色技术使毛用活性染料分子在染浴中形成粒径微小的助剂-染料缔合颗粒，增强染料对纤维的吸附性能，提高活性染料对羊绒纤维的上染百分率和固色百分率。染色结束后，将被染纤维上的废弃染料通过分离进入染色残浴，有机污染物在液相中进行“原位矿化”加工，催化分解为二氧化碳和水，染浴与纤维得到充分净化。原位矿化结束后的残浴可多次重复用于后续的染色加工，实现深度节水。	适用于羊绒纤维染色	推广应用
7	生态型胶状体分散染料印染节水技术	该技术采用新型连续化偶合反应器，使物料受到剪切、分散、径向流的多种作用力，反应器全部处于湍流状态，传质、传热效果好，再通过调整工艺参数控制染料粒径在100-200nm,在合成过程中加入超级高分子型表面活性剂用于染料表面改性，减少砂磨时间。同时采用无机离子膜分离和特殊洗涤技术，提高洗涤效率，降低废水产生量80%。染料不需要喷雾干燥，可节省能源和减少挥发性有机物质(VOCs)排放。	适用于印染工艺节水	推广应用
8	纺织印染高盐高有机物污水源头减量及污水处理技术	该技术集成棉印染前处理、活性染料无盐染色、印花和印染废水深度处理技术，通过酶退浆助剂和工艺替代传统的碱退浆工艺，采用高效无盐染色、印染成套工艺装备，降低染色和印花废水中有机物污染物含量，再通过膜法再生技术和丝光强碱废水纯化等技术进行印染废水深度处理，化学需氧量综合去除率95%左右，废水回用率达到85%以上。	适用于印染废水处理回用	产业化示范

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
9	高温筒子纱单向外流染色机	该装备采用单向染色替代双向染色，使换热系统更简化、压差及流量更稳定、浴比更低，降低材料和人工成本，有效节省蒸汽使用量，实现节水效果60%左右，节省染料助剂40%左右。	适用于纱线染色工艺节水	产业化示范
10	活性染料污水零排放无盐高固着率染色技术	该技术基于非水介质染色机理，开发非水介质无盐少水染色关键技术和成套工艺，实现活性染料对棉纤维的无盐染色，上染率近100%、固色率从传统染色的65%提高到90%。染色全过程节水99%和介质回用98%(占纺织品重量)以上，从源头上解决棉纤维染色污水排放量大、染料浪费严重等问题。	适用于染色工艺节水	推广应用
11	高密化纤织物冷轧堆前处理技术	该技术采用冷轧堆-平幅退浆高效水洗工艺对锦纶、涤纶织物进行前处理，在常温条件下可解决织物褶皱痕问题，缩短加工时间，提高生产效率，降低污水处理成本，节水效果达50%以上。	适用于锦纶、涤纶织物前处理	推广应用
12	织物印花后高温低张力堆置水洗机	该装备采用全流程沸水工艺加速搅拌，强化水与织物表面的机械作用力，提高和延长水与织物的作用时间，使机台的清洗能力大幅度提高。在提高生产效率的同时降低单位产品用水量，万米用水量可由65吨降低至15-16吨，节水效果明显。	适用于印花工艺节水	推广应用
13	节水型丝光机	该装备通过优化蒸洗箱结构、减少水洗槽容量，降低洗液快速交换和升温、保温所需的能耗；通过调节挡板和溢流口高度，保持洗液低水位、快交换；采用平衡式松紧架，使织物运行张力感应和调节更加灵敏，确保织物在低张力、高速度条件下稳定运行，提升水洗去碱效率。在提升产能的同时节约用水，单台机可每年节水1.8万吨。	适用于纺织工艺节水	推广应用

五、造纸行业

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
1	网、毯喷淋水净化回用技术	该技术通过浮选或过滤的处理方式，使网、毯洗涤水进入单独处理系统，将水净化至满足作为喷淋洗涤水的水质要求后循环使用，减少新水取用量。	适用于造纸企业网部和压榨部洗涤喷淋水	推广应用
2	纸机白水多圆盘分级与回用技术	该技术通过多圆盘白水过滤机，将水分为浊白水、清白水和超清白水。清白水和超清白水可直接用于造纸机的生产用水，使水得到封闭循环使用，降低造纸耗水量，减少白水排放的污染负荷。回收的纤维可回用于造纸机造纸。	适用于造纸企业纸机抄纸过程中的白水回收	推广应用
3	造纸梯级利用节水技术	该技术建立系统内高级-低级用水单元的梯级利用模式，并对系统内各用水单元按质按量重新进行分配，使系统内水的重复利用率达到最大，同时新鲜水需求量达到最小。	适用于多品种的制浆造纸综合性企业	推广应用
4	纸机湿部化学品混合添加技术	该技术应用在纸机上浆系统的压力筛进出口管路上，将造纸湿部化学药品通过使用循环造纸浆料喷射，混合到主工艺过程当中，从而取消化学品制备时使用的新水。	适用于造纸企业造纸湿部化学品的混合系统	推广应用
5	透平机真空系统节水技术	该技术中的透平机为可调速真空系统，根据纸机不同工况实时提供实际所需真空；进气口前装配最新技术的滴液分离器以去除其中的水、灰尘、细小纤维等；风机产生的热尾气可通过热回收器进行回收。相比于液环式真空系统，可实现100%节水。	适用于制浆造纸企业制浆、造纸及纸制品生产线真空系统	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
6	纸机干燥冷凝水综合利用技术	该技术将纸机干燥部排风系统排出的水蒸汽通过封闭汽罩顶部的汇风道集结，经换热冷凝回收处理，用于备料、粗浆洗涤和锅炉冲灰除尘等。	适用于造纸企业纸机干燥水蒸汽收集回用	推广应用
7	置换压榨双辊挤浆机节水技术	该技术使浆料在低浓度下泵入，浆中黑液通过压榨辊面上的滤孔进到辊内，经辊两端开口排出。辊面上形成连续浆层，在置换区浆料与洗涤液接触，置换浆中原有黑液；在压榨区浆料被挤压到20%-35%浓度，由破碎螺旋输送机送到机外。	适用于制浆企业化学制浆的黑液提取和纸浆洗涤	推广应用
8	干法剥皮技术	该技术将原木通过辊子输送机输送到圆筒剥皮机，通过剥皮机的转动将原木的树皮剥除并分离出来。树皮通过皮带输送机输送到树皮粉碎机进行粉碎，送树皮仓做生物质燃料；剥皮后的原木经辊子输送机进一步送木片削片机，吨浆废水排放量可减少5吨以上。	适用于制浆企业木材制浆备料系统	推广应用

六、食品行业

1	大米洗米水集成处理技术	该技术结合大米中异物的密度、重量等因素，配以合适的水压，反冲洗的作用下将异物冲洗干净，有效把控原料投入的第一关，利用污水处理的内部循环工艺实现中水循环利用，脱泥机滤布冲洗废水再次回流到污水处理系统，有效处置所有污水。	适用于食品行业废水处理回用	推广应用
2	数字化集群烘房及冷凝水回收系统	该系统优化改进普洱茶烘制工艺，建成包含新式烘房、控制系统和冷凝水循环系统三部分的数字化集群烘房及冷凝水回收系统，实现蒸汽冷凝水自动回收，冷凝水回收率接近100%。	适用于食品冷凝水回收及用水管理	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
3	高效、可循环沙棘果预处理装置	该装置包括沙棘果清洗除杂系统和洗果水回收循环利用系统。沙棘原果通过2种技术方案的清洗装置去除表面污渍和杂质，然后采用生物酶工程技术、二次打浆、溶渣和压榨，将沙棘果浆(汁)与皮渣等分离，提高出浆率。沙棘果清洗水通过系统分离处理、灭菌后，用于沙棘果溶渣、清洗，降低沙棘果预处理用水量。	适用于食品行业清洗水处理回用	产业化示范
4	番茄加工废水回用技术	该技术在原有番茄加工排水、冷却水系统工艺基础上，通过管杀冷冻水循环系统、溴化锂热水机组、植物水闭式冷却塔和真空泵机封水回收系统，优化番茄加工过程的循环水利用，集成一套适用于番茄加工中水回用自动化控制系统，解决番茄加工过程新水需求量大、能耗高的问题。	适用于食品行业废水处理回用	产业化示范
5	含乳饮料工艺节水及循环利用技术	该技术采用水处理机滤碳滤罐清洗水、反渗透浓水循环利用技术及先进的全自动清洗工艺，对洗瓶机、锅炉冷却及全自动清洗用水等循环利用，减少新水取用量。	适用于饮料行业清洗水循环利用	推广应用
6	糖厂水循环及废水再生回用技术	该技术采用闭路循环回用技术。压榨、汽轮机及制炼抽真空用水采用冷却回用；生产蒸汽冷凝水直接回用；生产废水经好氧活性污泥法处理后，采用“一体化净水器+连续膜过滤装置”深度处理再生利用。	适用于制糖生产企业再生水回用	推广应用
7	高浓度含糖废水综合利用技术	该技术利用机械式蒸汽压缩技术将发酵过程中产生的高浓度含糖废水由干基 2%左右浓度蒸发浓缩到干基5%-20%的浓度。此过程产生的冷凝水回用于生产，降低生产过程耗水量；利用现代发酵微生物法将干基中的还原糖、蛋白质、矿物质等营养物质转变成饲料蛋白，使高浓度含糖废水得到综合利用。可使废水回用率达到90%以上，每吨高浓度废水生产120kg单细胞蛋白。	适用于高浓度含糖废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
8	发酵有机废水膜生物处理回用技术	该技术将高效膜分离技术与生物处理技术相结合。通过生物反应器内微生物作用降解废水中有机物；膜分离技术将活性污泥与大分子有机物、细菌等截留于反应器内，使废水达到回用水水质要求。	适用于发酵行业污水处理回用	推广应用
9	发酵行业生产连续离子交换技术	该技术利用连续式交换原理，结合现代工控技术，针对固定床间歇操作模式，建立整套连续式自动离子交换解决方案；将原有固定床的交换、水洗、再生等工段整合在一台系统设备中，利用原来闲置的树脂，大幅提高树脂利用率，减少化学品消耗量，节约水资源。	适用于发酵行业水处理	推广应用
10	氨基酸全闭路水循环及深度处理回用技术	该技术采取闭路循环利用技术，将管束烘干、蒸发结晶、溴冷机组的一次凝结水直接用作电厂锅炉和精制中和用水；发酵及母液蒸发浓缩产生的二次凝结水用于发酵配料和分离淀粉；设备清洗水、洗柱水、清洁卫生废水收集后经生化-物化处理用作降温水补充水。废水全部实现循环利用，吨产品用水降至10吨左右。	适用于发酵行业废水循环利用	推广应用
11	洗瓶水循环净化灭菌装置	该装置通过依次连接的洗瓶机水箱，采用粗过滤装置、超滤膜组件和紫外灭菌装置对洗瓶水进行处理。反冲洗采用自动化控制单元组件，同时采用超大通用的聚偏氟乙烯 (PVDF) 膜组件，对洗瓶废水中的物质进行纯物理分离去除悬浮物、胶体、色度、浊度、有机物、细菌和大肠杆菌等。	适用于食品行业洗瓶水处理	推广应用
12	啤酒刷洗水优化回收工艺	该工艺包括介质罐刷洗、活性炭罐刷洗、反渗透浓水、软化器刷洗、酿造发酵罐、清酒罐刷洗以及管道刷洗水回收，最大程度减少新水使用量。	适用于食品行业刷洗水回收	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
13	啤酒再生水综合利用技术	该技术集成生物、物理化学、膜分离等技术处理啤酒生产过程的净水(冷却水)和亚净水(冲洗水)。再生水可用于全自动清洗系统的预冲洗水、回收啤酒瓶的预清洗水、洗瓶机的预浸热水、锅炉用水、二氧化碳气化用水等，再生水利用率从70%提高至90%。	适用于啤酒行业再生水回用	推广应用
14	超高温冷却水再利用技术	该技术将超高温设备产品冷却水管路由原来并联使用改为串联使用，冷却水串联先降低灌注温度、再进行热水冷却，同时能够自动卸压，节水效果明显。	适用于食品行业超高温冷却水利用	产业化示范
15	玉米半湿脱皮工艺及破胚机装备	该装备利用玉米皮层和胚乳、胚芽结构水和结合水的差异，使皮层与胚乳层、胚芽与胚乳层细胞相互之间形成结构层断裂，再利用机械力柔性搓揉、挤压方法使皮层和胚芽与胚乳剥离，解决玉米深加工湿法粉碎的用水和环保难题，相对传统工艺成品率提高7%-8%，能耗下降30%-33%，节水效果达50%以上。	适用于玉米行业工艺节水	研发

七、有色金属行业

1	有色金属冶炼废水资源回收利用技术	该技术集成微球吸附深度除油、药剂强化热解络合-分子精馏脱氨、树脂吸附深度除重金属、膜技术联合蒸发结晶除盐等，脱除有色金属冶炼废水中的油、氨氮、重金属和无机盐等，实现有色冶金废水资源回收利用。	适用于有色金属冶炼废水处理回用	推广应用
2	有色金属废水深度处理膜技术	该技术针对钽铌冶炼产生的含氟、氨氮、硫酸根的废水，采用“砂滤+超滤+一级海淡膜浓缩单元+二级纯化单元+电子数据交换(EDI)”技术制取大于2MΩ纯水，综合回收率可达75%。生产的纯水部分用于进一步制取高于10MΩ的纯水，其余返回生产系统使用，大大提高废水回用率。	适用于有色金属废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
3	多晶硅生产水循环利用系统	该系统将多晶硅生产过程中的各用水设备进行串联，采用梯级用水方式，增加循环次数。通过对各用水系统的水质、水量、水温等精确分析，实现各装置之间的水质匹配和水量平衡，有效降低多晶硅生产企业的取水量，节水效果达到30%左右。	适用于多晶硅循环水处理系统	研发
4	电解铝厂含氟生产废水及初期雨水处理新工艺	该工艺针对电解铝企业产生的含氟生产废水及初期雨水采用“调节-除油-去浊(一体化设备)-臭氧氧化-生物活性炭-去除氟化物过滤-超滤”的组合工艺进行处理回用，解决废水含油、氨氮和含氟等特征污染物问题，适用于电解铝及电解炭素阳极加工企业。	适用于电解铝行业废水处理回用	推广应用
5	铅锌污酸资源化利用技术	该技术针对铅锌冶炼过程产生的污酸中砷杂质含量高、难以直接回用问题，采用超声波强化污酸定向除杂与回用技术，使砷脱除率大于98%，脱砷后的污酸砷含量小于2mL/g。处理后的污酸直接回用至烟气制酸系统作为生产补水或回用至湿法冶炼系统作为浸出调浆液，降低冶炼生产新水使用量。	适用于铅锌冶炼行业废水处理回用	研发
6	钨冶炼废水零排放技术	该技术由离子交换、多介质过滤、超滤、臭氧接触氧化、活性炭过滤、一级反渗透、二级反渗透、电渗析等工艺组成，利用双膜法提高含盐水浓度，实现水重复利用率接近100%的目标。	适用于钨冶炼行业废水处理回用	推广应用
7	铜冶炼废水零排放技术	该技术适用处理铜冶炼废水中的污酸、酸性污水、生产废水、初期雨水和生活污水。污酸采用“酸性硫化法+高密度石灰中和+铁盐除砷除杂+硫化除重金属”处理工艺，出水25%回用于净化工段补水，剩余废水送至酸性废水处理系统；酸性污水采用“碱液中和+强化氧化铁盐除砷除杂+硫化除重金属”处理工艺，出水约65%回用于石灰乳配置，35%被石膏渣及脱硫系统消耗；生产废水采用“硫化、中和及脱钙预处理+RO深度处理”，80%淡水回用于化学站，20%反渗透浓水回用于渣缓冷；初期雨水采用“硫化法+混凝过滤”处理工艺，出水补充至循环冷却水系统；生活污水采用“生物接触氧化法+活性炭过滤”处理工艺，出水用于绿化	适用于铜冶炼废水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
8	铜冶炼烟气制酸系统及装置	该装备针对铜冶炼产生的烟气制取硫酸过程中水耗高、难处理问题，采用卧式循环装置，实现系统内各环节排放水的梯级使用，解决废水处理后可含氯离子高等问题，废水回用率由65%提高至95%。	适用于铜冶炼废水处理回用	产业化示范
9	铜加工生产废水节水零排放处理工艺	该工艺针对铜加工过程中废水水质特点，采用“超滤+反渗透+臭氧氧化+二级反渗透+高效树脂软化+三级反渗透”的组合工艺，提高膜系统对含铜生产废水的浓缩倍数，再通过机械蒸汽再压缩(MVR)进一步对膜系统排出的浓盐水进行蒸发，减少危废产生量，实现资源化利用，同时回收冷凝水以及95%以上的生产废水。	适用于铜加工废水处理回用	产业化示范
10	密闭式旋流电解装置	该装置利用氧化、凝聚、还原反应净化电解废水，去除并回收废水当中的重金属物质，实现电解废液回用，同时降低新水使用量，提高用水效率，处理过程中所产生的污泥也较少。	适用于电解废液处理回用	推广应用

八、皮革行业

1	制革加工主要工序废水循环利用集成技术	该技术针对保毛脱毛废液，改进、整合两种清洁化脱毛浸灰方法(保毛脱毛法、浸灰废液循环法),使化学需氧量含量降低40%以上，硫化物含量降低30%以上，悬浮物降低50%以上；针对浸灰废液，优化直接循环法，使浸灰废液中的化学需氧量去除率达到90%以上，硫化物去除率达到99%以上，具有良好清洁化效果；针对铬鞣废液，使车间废水铬含量低于1.5mg/L, 铬盐的循环利用率达到99.9%, 铬鞣工序废水回用率达到99%以上。	适用于皮革行业废水处理回用	推广应用
2	细杂皮染整清洁生产集成技术	该技术采用毛皮专用的新型节水转鼓、漂色机，以及适合染色废液直接回用的高吸收、高坚牢度毛皮专用酸性染料，满足可循环使用要求的铬鞣助剂、毛皮用漂色剂，帮助染色废液直接回用的油脂调节剂等，采用细杂皮染整清洁生产工艺，使细杂皮硝染企业用水、水(废液)循环使用等清洁生产技术进行集成，实现节水。	适用于皮革行业废水处理回用	推广应用

九、制药行业

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
1	制药废水处理回用技术	该技术将生化和物化处理后的制药废水通过软化、砂滤、超滤、反渗透、超级反渗透、多效蒸发等工艺进一步处理，反渗透产水、超级反渗透产水、蒸汽凝水等三类水回用至生产车间，超级反渗透浓水在多效蒸发工艺中经蒸发、结晶、离心一体化处理并形成结晶盐，实现节水减排与资源回收利用，可实现节水效果85%以上。	适用于制药废水处理回用	推广应用

十、电子行业

1	电镀镍漂洗废水膜法循环回用处理设备	该装备采用活性炭-反渗透超纯水制备一体化整机，将水与钙镁离子进行分离，透过液收集到纯水收集桶以作生产回用纯水，不达标的浓缩水回收到浓缩箱进一步浓缩，直至达到回用浓度，可回收90%以上的漂洗废水。其中活性炭和精密过滤器可以截留废水中的悬浮物及有机物，降低反渗透(RO)膜胶体污染负荷。	适用于电镀行业废水处理回用	推广应用
---	-------------------	---	---------------	------

十一、建材行业

1	污水处理及中水回收系统	该系统通过对生活污水及生产废水进行处理，达到集中处理与回收再利用的目的。生活污水采用A ₂ O生化、消毒工艺；生产废水采用絮凝、沉淀、高介质过滤、消毒工艺。最终出水达到《城市污水再生利用工业用水水质》中敞开式循环冷却水系统补充水及工艺与产品用水要求，用于绿化、循环使用。	适用于建材行业废水处理回用	推广应用
2	压机含油废水中浮油回收及乳化油悬浮物去除技术	该技术通过“隔油机+刮油机+混凝沉淀+气浮机”去除压机含油废水中的浮油，使出水含油量小于10mg/L，悬浮物小于10mg/L,实现压机含油废水完全闭环循环利用。	适用于建材行业废水处理	产业化示范
3	废水废渣零排放混凝土搅拌装置	该装置通过将砂石分离机、细砂旋流分离器、一级浆罐、二级浆罐、储浆均衡罐、可编程(PLC)控制系统等多种设备组合，形成一套混凝土搅拌站废水废渣综合利用体系，实现废水废渣零排放。	适用于建材行业混凝土、湿拌砂浆	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
4	玻璃纤维中水回用技术	该技术集成絮凝、气浮、膜生物反应器、多级渗透处理、自动控制等技术，用于处理回用玻璃纤维废水。工艺流程包括絮凝+气浮预处理+膜生物反应+反渗透深度处理。	适用于建材行业玻璃纤维废水处理	推广应用
5	陶瓷砖新型干法制粉短流程节水工艺	该工艺替代湿法制备粉料工艺，将各种原料配料后，进入粉碎细磨设备干法粉碎和干磨，干粉料直接进入造粒设备加水造粒、干燥和压制。工艺路线包括原料干燥+预粉碎+预混配料+立磨制粉+粉料储运+雾化加湿悬浮态造粒+干燥+筛分+陈腐备用。与湿法制备粉料相比，节水效果可达70%。	适用于建材行业陶瓷砖干法制粉	产业化示范
6	反置式釉面砖抛光节水技术	该技术采用高压水对磨削区域进行冷却及冲洗，提高水的利用率，降低抛光磨削过程中的耗水量。改变目前瓷砖抛光面朝上的抛光模式，使瓷砖抛光面朝下与抛光磨具接触，抛光面与水刚好接触，瓷砖不需浸泡在水中，减少瓷砖吸水的面积；因利用重力原理，砖底砖面零积水，抛光后的瓷砖省去烘干工序，既达到干燥包装要求，又节水省电。	适用于建材行业陶瓷砖抛光	推广应用
7	低碳节水膨润土流变助剂	该材料是一种以膨润土为基础的高分散性流变助剂，能够提高水性涂料的固含量和悬浮流变性能，同时降低产品粘度和用水量。该流变助剂能够替代部分纤维素等传统增稠剂，降低亲水性和碳排放，增加涂料的强度和耐久性。适用于各种水性工业漆，特别是机喷作业，实现高效喷涂，减少施工过程中挥发性有机物(VOCs)排放，实现节水效果14%40%。	适用于建材行业节水材料	研发

十二、蓄电池行业

1	新能源材料MVR蒸发提取装备	该装备采用大处理量低能耗的动力电池有价金属蒸发回收技术，采用重溶洗涤回用装置以及结晶分离器曲面高长度盐腿，实现金属盐洗涤水回用及金属盐再提炼，解决设备堵塞问题，保证产品的纯度及回收率；采用高效锂液回收提取技术，减少锂的损失率，提高锂元素的纯度、回收率，锂损失率小于1%,产品纯度高于99.5%。	适用于新能源材料回收	推广应用
---	----------------	---	------------	------

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
2	锂电高盐高有机废水高效资源利用设备	该装备采用一体式催化氧化 (CWPO) 与电催化氧化 (ECO) 的耦合单元，实现中低浓度难降解废水的深度处理；采用聚四氟乙烯 (PTFE) 中空纤维跨膜分相脱氮单元，保证水质氨氮的去除率。该装备对锂电池生产正极及负极材料产生的废水进行资源化处理，具有效能高、成本低、能耗低等优点，可实现对锂电池废水深度处理的同时实现资源回收利用，废水回用率达95%。	适用于锂电高盐废水处理回用	研发

十三、煤炭行业

1	煤矿疏干水再利用技术	该技术采用“重介质高效澄清+过滤+反渗透”工艺处理煤矿疏干水。重介质高效澄清二级软化去除钙、镁、二氧化硅、钡、锶等致垢离子，出水经过滤降低浊度满足反渗透进水水质要求；反渗透采用苦咸水膜对疏干水进行脱盐，产水回用；一级反渗透浓水采用“二级反渗透+浓水高效除硬流化结晶反应器+二级反渗透”浓水循环极限浓缩技术，回收率提升至海水渗透压力限值，系统产水作为再生水回用。	适用于煤矿疏干水处理回用	推广应用
2	矿山生产、生活废水处理及利用工艺	该工艺针对选矿废水含多种金属离子的特点，将选矿工艺与废水处理及回用技术结合，对选矿废水进行分质分步回用、适度处理、深度处理，使选矿废水能够满足选矿生产需要。工艺主要包括采坑水处理及回用、硫化铅锌矿选矿废水分质分步回用、选矿废水适度处理、选矿废水深度处理、氧化矿选矿废水处理、尾矿库污水处理、生活污水及生活用水处理，涉及主要设备有圆形蓄水池、环形水池、膜超滤设备、超滤-反渗透-电渗析设备等。	适用于煤炭行业废水处理回用	推广应用
3	循环造粒流化床高效固液分离装备	该装备采用结晶造粒技术，通过设备内部设置结团体循环区，使造粒区形成的结团絮凝体在内筒和中筒之间循环利用，保证内筒中结团絮凝体的生长和更新，解决低浊水悬浮物供应不足、造粒流化区结团絮凝体失稳破坏等问题，实现低悬浮物原水的稳定高效净化；通过投加微砂为造粒流化区内的结团絮凝体提供高密度的凝聚核，提高造粒流化区结团絮凝体密度，使藻类及悬浮态有机物在致密结团体表面不断附着，实现高藻水的高效处理；通过投加粉末活性炭提高悬浮层中结团体密度，同时增强对有机物的吸附，使粉末活性炭在设备内循环，处理成本降低20%以上。	适用于煤炭行业废水处理回用	推广应用
4	矿井水深度处理及资源化技术装备	该装备为矿井水深度处理集成技术工艺，通过多级膜高效浓缩、蒸发结晶、分盐资源化实现矿井水深度处理以及矿井水资源化利用。处理成本降低20%以上，高浓废水回收利用率接近100%。	适用于矿井水处理回用	推广应用

序号	名称	关键技术及主要技术指标	适用范围	所处阶段
5	高矿化度矿井水资源化利用技术	该技术集成化学软化、预脱盐、浓缩减量、蒸发结晶工艺，采用高密度沉淀池与大通量陶瓷膜短流程预处理技术，高效截留矿井水中悬浮物和难溶无机盐，通过一级三段纳滤分盐装置，利用二段增压、三段浓水循环回流技术，保证纳滤高回收率和氯化钠、硫酸钠品质，通过强制循环蒸发+结晶工艺，提升蒸汽压缩比，在结晶器设置淘析腿装置增大氯化钠、硫酸钠结晶粒径，保证产品纯度。	适用于矿井水处理回用	推广应用

十四、电力行业

1	褐煤发电机组节水技术	该技术包括冷凝水喷淋、冷凝水收集、空冷系统、外排系统、加药装置、电气及热控等系统。核心是烟气冷凝提水技术，利用烟气中水蒸气分压相变凝结露换热原理，通过降低烟温的方式，使烟气中水蒸气低于露点温度后冷凝析出。基于燃煤机组烟气脱硫提水一体塔实现烟气净化和冷凝收水。	适用于烟气脱硫提水一体塔烟气冷凝提水	推广应用
2	燃煤火力发电厂全厂零排放智慧水网	该技术集合水网、水务、表计等管理功能的火电厂智慧水网管理系统，提升火电厂的智慧水务管理水平，实现生活污水及含煤废水再利用、化学自用水回用、辅机冷却水和脱硫设备冷却水再利用、非经常性废水回收、凝结水精处理废水回用、脱硫废水零排放产水合理利用。	适用于电力行业用水管理	产业化示范
3	冷却水系统自然平衡无磷绿色节水成套技术	该技术通过构建“钝化+沉积+吸附”三膜模型，采用系列无磷水处理化学品，实现冷却水系统无磷化处理，处理效果优于传统磷系化学品；采用“增强过滤”功能化学品进行一步法清洗预膜，避免冷却水系统物料泄漏，实现高浓缩倍数运行时的免置换排放；采用“预沉软化”工艺及配套功能化学品，实现不加酸、不增设备的自然平衡阻垢控制；采用冷却水数智化管理系统，提升系统精细化管理程度，实现绿色高效冷却水处理，突破无磷药剂无法准确监控水系统管理滞后的技术瓶颈。大幅降低新水消耗量、排污水量及排污处理的压力，可实现节水及减排50%以上。	适用于电力行业循环冷却系统	推广应用
4	火电厂空冷机组基于温场变化实现智慧喷淋节水技术	该技术通过建立直接空冷动态3D模型实现完全可视化，直观动态展示空冷岛结构、设备信息、运行参数。利用布置在空冷岛关键位置处的空冷温度场监测系统，实时监测各换热单元的实时换热量；构建空冷单元脏污指标体系，建立空冷岛脏污预测模型；对雾化装置设计单元控制，根据温场变化进行精准喷淋，在保证背压降低效果条件下降低除盐水耗量50%。	适用于电力行业节水工艺	推广应用

工业领域综合利用推荐技术清单

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
一、研发类				
(一)工业固废减量化				
1	MAC—CAR技术	对高含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。	关键技术：活性膜生物反应器技术；纳滤反渗透技术。主要技术指标：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。	高含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。	关键技术：锻件重量控制技术；锻件仿形锻造设计。主要技术指标：同型号锻件原料减重约5%以上。	锻造废物减量化
(二)工业固废综合利用				
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—热量回收反应器，系统设置多套气体进出管路、进排气阀门、气体喷射泵和气液分离等装置。利用加压模式显著提高换热器传热通量，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。	关键技术：生物质干燥—热解—能量回收反应器；加热和能量回收组件。主要技术指标：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
4	两相流旋流器	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，同时还对沉砂产物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	关键技术：无溢流管水力旋流器；带压力分级管水封箱。主要技术指标：机组分级效率达到89.4%,精矿总产率和回收率提高。	有色金属、黑色金属、非金属、石油、食品等行业的分级脱泥
5	高性能冷拌冷铺超薄磨耗层摊铺技术与装备	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沥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。	关键技术：常温拌和、摊铺和碾压技术。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。	适用于新建路面功能层或者旧路面养护

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
6	装配式烧结墙板技术装备	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、煤研石、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，实现装配式烧结墙板的一体化、功能化、工业化、预制化的全自动批量生产。	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；装配式墙板砌墙成型系统；自动铣刨打磨回转系统；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；全方位水刀切割机机器人装置等。主要技术指标：半软塑挤出压力>4.0MPa,真空度≤-0.093MPa,挤出宽度>950mm,挤出高度>350mm,板材平面平整度±1.5mm,垂直度误差<2mm,可切任意形状，切缝宽度<2mm,切割厚度>300mm,水切割尺寸精度达到±2mm,全过程自动化智能化控制；工业固废掺加量可达到100%。	煤研石、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
7	耐水石膏基自流平砂浆工艺技术	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。	关键技术：耐水石膏基自流平砂浆优化配方；改性激发剂。主要技术指标：材料抗压强度达30MPa以上；软化系数0.6以上；吸水率小于10%；磷石膏掺量达到85%以上；3~5min混合均匀。	工业副产石膏综合利用
8	钛石膏资源化利用技术成套装备	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、低温慢烧处理后变成半水石膏产品或深加工成石膏制品。	关键技术：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。主要技术指标：钛石膏晶体粒径增长至60 μm以上，石膏品位提高到90%以上，钛石膏附着水降低至12%以下，可溶性镁、钾、钠均满足《脱硫石膏》(GB/T37785—2019)二级标准；建筑石膏粉性能达到《建筑石膏》(GB/T9776—2008)3.0级指标；α高强石膏性能达到《高强石膏》(JC/T2038—2010)a50指标。	钛石膏综合利用
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：设备从上料、压制、出料全工序循环时间≤20s;粒子钢投炉回收损耗≤10%。	钢厂废炉料里分选出来的粒子钢的回收再利用
10	CO ₂ 深度矿化养护混凝土建材关键技术	该技术通过CO ₂ 与混凝土中的钙、镁组分之间的矿化反应，将CO ₂ 固化到混凝土建材中，封存温室气体，并提高混凝土强度和耐久性能。CO ₂ 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 ₂ 的企业获取。	关键技术：CO ₂ 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MU15、MU10的优等品标准，CO ₂ 利用率≥90%。	CO ₂ 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，综合应用界面改性与脱碳、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：气化渣界面改性与脱碳技术；气化渣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：气化渣脱碳率>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	含钒钢渣资源化利用	该工艺的核心设备是酸浸反应釜和高钒石膏分离器。酸浸反应釜可将含钒钢渣中的铁、锰、镁、铝等元素去除；高钒石膏分离器通过浮选使石膏和低钒渣分离。其中，钒渣可用于后续提钒，钛白废酸可回收利用，实现低价值含钒物料的综合利用。	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%。	含钒钢渣综合利用

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
13	钒渣提钒工艺中采用立窑氧化焙烧技术及卸料送料设备	主要包括焙烧立窑、双层卸料机、偏心轴盘式送料机等设备，以含钒废渣为原料，以天然气为燃料，通过精准控制立窑中温度，使钒渣充分氧化，得到五氧化二钒，可有效提高钒转化率。	关键技术：氧化焙烧立窑；双层卸料机；偏心轴盘式送料机。 主要技术指标：烧腔输出温度维持在900±5℃；钒转化率达到89%以上。	含钒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	该装备利用高压对辊成型机系统，将污泥来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。	关键技术：高压对辊成型机系统。 主要技术指标：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、	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。	关键技术：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。主要技术指标：氧化钙提取率达到48%,氧化铝溶出率高达90%;沸石分子筛产品达到《13X分子筛》(HG/T2690—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/T797—2004)。	高铝粉煤灰综合利用
(三)再生资源回收利用				
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，形成废橡胶颗粒裂解的热剪切耦合作用；同时，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。	关键技术：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≥300kg/h；吨能耗≤400kWh；流体橡胶的性能指标为：解聚程度≥70%，门尼粘度ML(1+4)100°℃≤2,溶胶数均分子量为5000~10000。	废旧轮胎回收利用
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、分拣系统、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1.1t/m³时，处理效率≥350t/h。	废钢、废有色金属分选回收
18	工业固废生产高性能电池级锂锭、锂电池负极材料技术	该技术以工业级金属锂锭和锂加工废碎料(掺量可达100%)为原料，通过低温真空蒸馏，将沸点较低的钾钠等杂质蒸发收集，得到电池级锂锭。电池级锂锭经氩气手套箱锂带挤压，通过开式组合模具无极连续调整锂带厚度，利用微张力控制系统卷绕锂带，轧机轧制后，得到电池级锂带或复合锂带。	关键技术：低温蒸馏、全封闭式高纯惰性气体浇铸、脱模、金属锂提纯技术；钾钠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：电池级锂锭(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≤±0.01mm，宽度公差≤±0.1mm。	金属锂加工废碎料综合利用及电池级锂锭、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0.05mm,并且定位准确度不低于98%;平均单个模组拆卸效率不低于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%。	退役动力电池回收利用

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	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肢解装备、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。	关键技术：大型肢解装备；多级破碎装置及新型碾压装备；大型热裂解装备；中温无氧、常压、低能耗热裂解技术等。主要技术指标：全自动横向肢解平均速度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	该装备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
二、应用类				
(一)工业固废减量化				
22	工业水处理系统污料原位再生工艺技术与设备	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、规格滤层的污泥，保证滤床层次不错乱，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。	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料原位再生装置。主要技术指标：滤料清洁度≥98%；再生滤料/同型号滤料比表面≥0.99；滤层完好率≥98%；实施过程中无污染物外排。	钢铁、有色、石油、化学化工、火电、纺织、印染、市政用水等行业工业水污泥回收及滤料等价循环利用
(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：抛废率较传统工艺技术设备(如CT型传统磁选机)提高50~500%；磁性铁回收率较传统工艺技术设备(如CT型传统磁选机)提高约1%；精矿(精渣)品位较传统工艺技术设备(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，进行熔化反应，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硅酸盐吹炼渣，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 ₂ 。	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≤3%、铜≤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流化床锅炉或气化炉水冷湿排产生的煤灰细渣为原料，经离心脱水、吸滤、粉碎、输送等工序后通过湿煤灰掺烧系统返回锅炉进行二次燃烧，燃烧后的灰渣作为炉渣排除，可用于生产环保建材。既可以综合利用湿煤灰中的热值，也可以将湿煤灰无害化处理。	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；智能控制系统。主要技术指标：废气排放符合有关标准要求；输送能耗降低50%；运行成本降低50%。	煤化工领域粉煤灰综合利用
26	电石渣规模化短程回用制备低碳脱硫材料技术	该技术采用物理分选、深度活化等技术深度分离电石渣中的杂质，产出环保脱硫材料，实现湿法电石渣的提质利用。	关键技术：多级旋流装备的结构调控及杂质快速分离技术；电石渣的表面改性和深度活化技术；强化脱硫与石膏晶体生长协同调控技术。	电石渣综合利用生产脱硫剂

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
27	钢铁烟尘及有色金属冶炼渣资源化清洁利用技术	该技术以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，生产出锌锭、锌合金、镓锭、粗镉、硫酸铅、铋精矿、锡精矿、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、硫酸铯、硫酸钠、氯化钾和氯化钠等产品。	关键技术：火法富集、湿法分离多段耦合集成处理工艺技术。 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>88%，火法 锌回收率>93%，湿法炼锌回收率>95%，熔铸回收率>99.7%；铜冶炼回收率>82%；铅回收率>99%，镉直收率>98%；湿法炼锌直流电耗为2850~2950kWh/tZn，湿法炼锌电解效率>92.5%，新水消耗<5m ³ /tZn。	钢铁冶炼、有色金属冶炼行业产生的含重金属固废危废综合利用
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，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。	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。 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/T266—2011)的要求。	工业固废综合利用生产混凝土
29	尾矿协同其他工业固废制备微晶玻璃成套装备	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。	关键技术：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。 主要技术指标：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425kgce/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中脱除钾、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)和偏钨酸铵产品，碱液循环使用。	关键技术：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“浸出一结晶”体相重构技术；强碱性低浓度溶液钒、钨高效回收技术。 主要技术指标：钒、钨回收率>98%，钒回收率>90%；砷含量<50 μg/g，钾含量<200ppm，钠含量<500ppm，铁含量<1500ppm。所得粉体产品可大	脱硝催化剂再生利用
31	铸造废砂联合法节能型柔性再生技术及装备	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。该技术废砂回收再生率高，粘土、煤粉等无机物分离效果好。	关键技术：铸造废砂低温焙烧再生工艺技术。 主要技术指标：粘土、煤粉等无机物的分离率达到90%以上；铸造废砂的回用再生率达到80~97%；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。	铸铝、铸铁、铸造废砂回收利用
32	锂电废匣体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，实现锂电废匣体无害化处理和有价资源的循环利用。	关键技术：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。 主要技术指标：物理预分离分离效率>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、三元材料生产过程产生的废弃铝硅质或铝硅镁质匣体的资源化利用
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。	关键技术：超音速蒸汽流超微粉技术和装备系统。主要技术指标：蒸汽压力0.8~2MPa，蒸汽温度250~360℃，蒸汽耗量8~15t/h，产品粒径15~20 μm。	工业固废超细粉磨处理利用
34	钢渣风淬雾化处理技术设备	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份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，该技术能耗低，工序简洁紧凑，综合成本较低。	关键技术：空气喷射的风淬雾化处理技术设备。 主要技术指标：钢渣的综合利用率达70%左右。	钢渣综合利用

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
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。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。	关键技术：二级煅烧技术。 主要技术指标：石膏结晶水控制在5~7%，成品熟石膏粉料物相组成较为均匀。	工业副产石膏综合利用
36	利用二氧化锆烧结废料生产二氧化锆纳米粉技术	该技术以二氧化锆陶瓷残次品为原料，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。	关键技术：高效破碎研磨设备；脱脂高温煅烧。 主要技术指标：二氧化锆陶瓷残次品废弃物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。	关键技术：炉渣成分调质技术；液态炉渣热装技术；电炉熔化技术；炉渣流量控制技术；一炉两线生产工艺。 主要技术指标：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，无需蒸压养护，生产过程实现自动化控制。	关键技术：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。 主要技术指标：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技术及装备	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。	关键技术：“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。	工业副产石膏综合利用
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。	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℃；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3~4μm；制品抗压强度≥60kPa，垂直抗拉强度≥30kPa；化学稳定性、耐久性、抗腐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磨擦付结构；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≥4200cm ² /g；磨矿渣时系统能耗（主电机+选粉机+主风机）38~42kWh/t。	钢渣、矿渣综合利用

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	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，被预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。	关键技术：相向挤压辊结构；全系统全智能化控制系统。 主要技术指标：线压力可达300kN/cm；球团强度≥400N/球，成球率≥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。	关键技术：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。主要技术指标：产品比表面积≥410m ² /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/T18046—2008)《混凝土用符合掺合料》(JG/T486—2015)《用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉》(JC/T2503—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。	关键技术：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。 主要技术指标：发酵周期3~5天；无需二次(堆沤)熟化与烘干；产品电耗≤25kWh/t；发酵后物料含水量≤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艺设备	该设备按照磨辊层压制粉原理进行优化改造，对岩石、铁尾矿等进行磨前破碎；并通过物联网控制和智能化管理提高生产效率，优化产品粒形，降低能耗。	关键技术：立磨辊层压制粉技术。 主要技术指标：产品细度<5mm；无需整形；单位产品能耗降低40%。	岩石、铁尾矿、建筑垃圾制砂前破碎及铁矿石选矿破碎
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/纳米粒子先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。	关键技术：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。 主要技术指标：产品Mg(OH) ₂ 含量≥80%、白度≥96、粒径D ₅₀ ≤12 μm,符合《阻燃化学品水镁石》(GB/T33385—2016)要求。	菱镁尾矿综合利用
48	微细粒尾矿高压浓缩+高压隔膜压榨过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。	关键技术：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。 主要技术指标：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 ² ·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。	关键技术：改性陈化技术、造粒成球技术、集料包裹线。 主要技术指标：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，高效分离建筑装修垃圾中有机物、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。	关键技术：阶梯筛；复合张弛筛；高压密度风选机；人工智能分选机器人。 主要技术指标：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	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
51	年处置50万吨建筑装修混合垃圾成套设备	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。	关键技术：滚筒除泥配备负压智能分选技术；负压气流分选机。 主要技术指标：破碎效率达到99%以上。	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。	关键技术：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。 主要技术指标：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。	建筑垃圾、废弃混凝土综合利用生产线智能化升级
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。	关键技术：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。 主要技术指标：回收水满足《混凝土用水标准》(JGJ63—2006)；无废水、废渣排放。	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，再用多级双轴撕碎设备对矩形块进行撕碎和立体锤体粉碎，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。	关键技术：切割肢解设备；振动分选及筛分设备；高目数气流磨制设备。 主要技术指标：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)。	热固性复合材料、风电叶片、废旧玻璃钢等固废回收利用
55	可移动式激光增材制造集成设备	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。	关键技术：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。 主要技术指标：圆形激光头：直径Φ4.9mm、焦距400mm,矩形光斑激光头：规格22mm×4.9mm、焦距400mm;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20m;最大装粉容量20kg,送粉量控制精度±2%,粉末利用率≥99%,送粉量调节范围10～150g/min。	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、共挤成型后得到脂塑木型材。	关键技术：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；挤出成型材料化技术； 废线路板树脂耦合复合材料化系统。 主要技术指标：产品脂塑木型材完全破坏载荷≥4900N,24h吸水率≤0.05%,抗冻融性≥98%,表面耐磨性≤0.1g/100r,耐光色牢度≥4。	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。	关键技术：废旧轮胎智能化绿色裂解技术；热解炭黑深加工成套设备。 主要技术指标：气固分离率≥99.7%,炭黑尘排放密度<15mg/m³,烟尘排放浓度<20mg/m³,SO2排放浓度<100mg/m³,NDX排放浓度<100mg/m³；裂解炭黑125℃加热减量≤2%,灰分含量(825℃)≤18%,吸油值≥60×10 ⁻⁵ m³/kg,拉伸强度≥18.0MPa,细粉含量≤10%。	橡胶、废旧轮胎热裂解

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
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。	关键技术：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；自动化控制系统技术。 主要技术指标：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/T13460—2016)和《E系再生橡》(T/CRIA21001—2018)的指标要求。	废旧轮胎(橡胶)回收利用
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。	关键技术：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。 主要技术指标：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容器，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、脱羟基、脱氯等反应，剩余炭基短链分子相互聚合，转化成生物炭燃料。	关键技术：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。 主要技术指标：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干法再生技术	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，且生产过程无二次污染。	关键技术：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。 主要技术指标：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。	200L废钢桶翻新再生
62	废铅蓄电池资源清洁低碳循环技术与装备	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。	关键技术：高强度锤头材料；微泡水动力分选元件；气液混流管式反应器强制脱硫技术。 主要技术指标：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。	关键技术：高压研磨物理拆解。 主要技术指标：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。	关键技术：轻型分选机器人；重型分选机器人。 主要技术指标：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Z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。	关键技术：双轴撕碎机；立式破碎机。 主要技术指标：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

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
66	电器电子废弃物模块化回收处理综合利用技术和装备	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。	关键技术：清洗预处理；破碎清洗分选；静电分选；除尘收集；自动控制。 主要技术指标：单位产品耗水量≤0.10m³/t,材料回收率可达79%以上。	电器电子废弃物综合利用
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、资源化处理等技术装备，对可直接再利用的零部件进行选择性的无损拆解，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。	关键技术：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。 主要技术指标：资源回收率≥90%,有色金属废料分选率≥96.5%,无危废排放。	报废机动车拆解回收利用
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处理工艺，对电路板进行一次性破碎，并通过废弃电路板有价值金属资源化高效清洁分选平台，实现有价值资源全部分类回收。	关键技术：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/变径水介质清洁回收技术。 主要技术指标：初级破碎的出料粒度20~35mm；粉碎出料度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
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。	关键技术：“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；安全气囊引爆处理；废锂电池电极材料高效分离技术；稀有贵金属资源化回收利用组合技术。 主要技术指标：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≤1h；拆解效率≤7min/辆；贵金属回收率≥90%。	报废机动车资源化回收利用
70	电子废弃物与多金属固废协同处置回收技术	将电子废弃物与金属固废预处理后进行精准配料，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，粗铜经分离等工序可得到铜、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。	关键技术：复杂物料智能配料—精准投料系统；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<0.1ngTEQ/m³,达到《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》（GB31574—2015）特别排放限值要求。	电子废弃物(特别是废弃印刷电路板)、工业废渣和低品位杂铜等危废固废的综合利用
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、反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%。	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。	关键技术：常温连续破碎技术；新型塑化工艺(塑化机)。 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
三、推广类				
(一)工业固废减量化				

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
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和凝固，继而死亡，实现无害化安全处置。	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170~210℃,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/m³,臭气浓度<10mg/m³,颗粒物平均浓度<20mg/m³,汞及其化合物均未检出，氯化氢含量<0.05mg/m³,氯气测定值<	医疗废物无害化处置
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值。	关键技术：无轴螺旋式聚合污泥浓缩机；污泥调理脱水机。 主要技术指标：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
75	基于人工智能机器视觉的矿石智能分选技术	该技术根据矿石中不同构成成份和对应的物理差异，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，对矿石高速成像、实时识别分析，并进行矿石智能分选。	关键技术： 矿石AI分类算法；矿石高速成像处理技术。 主要技术指标： 分选精准率99%，每秒可自动分选3000~10000颗矿石，每小时最高可处理350吨矿石。	工业固废减量化，矿石智能分选。
(二)工业固废综合利用				
76	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。	关键技术：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红砖新技术；贫硫化物复杂含金矿石全组分高效回收成套技术。 主要技术指标：贫硫难浮金矿原矿金品位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	尾矿及冶炼渣选矿提取有价金属
77	石膏现浇墙技术	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。	关键技术：激发改性技术；改性剂。 主要技术指标：利用多种物料协同作用使工业副产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。	利用工业副产石膏粉、粉煤灰、矿渣等工业固废综合利用
78	瀑落式回转窑制备陶粒轻骨料的生产工艺及成套技术装备	大宗固体废弃物经原材料配伍、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。	关键技术：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；内含提升混匀装置的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。 主要技术指标：紊流搅拌设备90s搅拌匀质性达99.8%,设备长度仅为传统回转窑的1/3;产品筒压强度≥10MPa;烟气排放满足《建材工业大气污染物排放标准》(DB37/2373—2018)规定要求。	劣质粉煤灰、煤研石、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
79	固废高掺量制备高强蒸压粉煤灰砖及配套装备关键技术	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，生产高固废掺量高强蒸压粉煤灰砖。	关键技术：固废高掺量高强蒸压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；蒸压砖抱夹转运技术。 主要技术指标：产品固废利用率高达80%以上；产品质量满足《蒸压粉煤灰砖》(JC/T239—2014)要求。	利用粉煤灰生产高强蒸压粉煤灰砖
80	含铁、锌固废转底炉直接还原成套工艺及设备	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。	关键技术：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。 主要技术指标：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；回收的次氧化锌粉中锌含量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。	含铁、锌固废综合利用

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
81	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。	关键技术：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。 主要技术指标：可连续运行，处置1t建筑装修垃圾或拆除垃圾电耗10.3kWh、水耗0.04t,处置1t大件垃圾电耗6.7kWh;建筑装修、拆除、大件垃圾资源综合化利用达到98%。	建筑装修垃圾、拆除垃圾、大件垃圾回收利用
82	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线自动化运行，产品尺寸柔性可控，可定制化生产装配式内隔墙体。	关键技术：原料均化系统；自动配料系统；浇筑成型系统；自动控制技术。 主要技术指标：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
83	工业副产石膏干法生产高强度石膏工艺及装备	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。	关键技术：回转式蒸压釜。 主要技术指标：产品强度达到《a高强石膏》(JC/T2038—2010) a 25~a50等级；能耗低于传统工艺50%。	工业副产石膏综合利用
84	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处理后可用于生产建筑材料。	关键技术：悬浮磁化焙烧炉技术。 主要技术指标：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/Nm³、硫化物≤35mg/Nm³、氮氧化物≤50mg/Nm³，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
85	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/T14902—2003)等标准要求。	工业固废综合利用生产绿色建材
86	钢渣资源化利用集成技术	钢渣经过焖箱热焖渣、滚筒裂解、筛分、破碎、磁选、磨粉等多道工序，分选出甲级钢渣、乙级渣钢、粒子钢、混合渣粉、精矿粉等产品返回钢厂。尾渣通过钢渣微粉生产线生产成钢渣微粉，钢渣微粉作为建材原料或制造高性能土壤固化剂。	关键技术： 钢渣分离技术；分级使用技术；利用钢渣微粉制造高性能土壤固化剂专利技术。 主要技术指标： 钢渣尾渣中铁含量3%以下。	工业固废综合利用，钢渣资源化利用。
87	气化细渣深度脱水干化和资源化综合利用技术	该技术利用真空干化原理，通过进料过滤、隔膜压榨、热水加热、真空干化等过程，使滤饼含水率降至30%以下。处理后的滤饼成粉块状，无粘稠特性、水分含量低，热值高，可利用皮带输送系统直接送入锅炉掺烧。	关键技术： 气化细渣深度脱水干化技术；气化细渣资源化综合利用技术。 主要技术指标： 气化细渣含水率从75%-99%降至30%以下。	工业固废综合利用，煤化工领域气化固废、生化污泥的资源化利用。
88	废盐碱渣综合利用技术	该技术用于尿素法生产水合肼过程中的多种副产废盐综合利用，包括分离、提纯等工序，分离后的废盐可用于氯碱生产。	关键技术： 碳酸钠和氯化钠分离提纯技术；吹脱氧化技术。 主要技术指标： 氯化钠回收率98%以上，纯碱回收率90%以上。	工业固废综合利用，高含盐碱混合物分离提纯及综合利用。

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
89	气化炉渣连续碳剥离与高效燃烧脱碳成套技术装备	该技术通过气化炉渣稳定燃烧脱碳，燃烧时采用多级连续配风实现稳燃，进而提高气化炉渣综合利用水平。	关键技术： 超低热值煤基固废燃烧脱碳技术；煤基固废无害化再生资源综合利用技术。 主要技术指标： 物料燃烧脱碳后，残碳含量低于5%，脱碳进料粒度10mm；脱碳进料含水率<30%；脱碳温度800℃-850℃；排气温度70℃。	工业固废综合利用，气化炉渣综合利用。
90	基于工业固废的二氧化碳矿化养护混凝土砌块工艺与装备	该技术使用增压的CO2对混凝土砌块进行矿化养护。利用工业固废制造CO2矿化低碳胶凝材料，并在矿化养护装备中，应用梯级均压工艺（压力范围为0.5-1MPa）生产低碳混凝土建材，实现二氧化碳封存与大宗固废处置。	关键技术： CO2矿化低碳胶凝材料技术；梯级均压矿化养护技术。 主要技术指标： CO2原料气浓度10-100%，CO2转化利用率90%以上，产品全生命周期碳减排70%以上，原料固废利用率60%以上。	工业固废综合利用，CO2资源化利用；工业固废资源化利用；混凝土预制件生产。
91	硫铁矿制酸系统协同利用有机废硫酸资源化利用技术及产业化	根据有机废硫酸性质及其分解特点，在硫铁矿制酸所用的绝热式沸腾炉内建立了均匀稳定的温度场，将废硫酸裂解为二氧化硫，得到符合国标工业硫酸，实现协同利用效应。	关键技术： 协同资源化利用有机废硫酸的硫铁矿沸腾炉技术。 主要技术指标： 硫烧出率98.5%，废硫酸分解率98%以上； 废气中SO2浓度小于200mg/m³，硫酸雾浓度小于5mg/m³、颗粒物小于30mg/m³。	工业固废综合利用，有机废硫酸。
92	铸造粘土废砂综合利用成套技术	通过去除废砂表面的粘土和树脂残留物，使其性能接近新砂，同时以高性能环保硫氧镁胶凝体系为无机粘剂，以铸造废砂再生副产物为掺合料及骨料，制备得到防火板材，实现废砂全面综合利用。	关键技术： 铸造废砂微湿法再生技术；硫氧镁装饰板成型、养护、直贴三胺纸饰面技术。 主要技术指标： 再生砂酸耗值≤5、含泥量≤0.3%、细粉含量≤0.6%；硫氧镁装饰板固废使用率≥40%，表面胶合强度≥1.0MPa，单位产品能耗≤3.5kgce/m³。	工业固废综合利用，铸造废砂综合利用。
(三)再生资源回收利用				
93	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SO2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/(m²·d),粗铅单位产品能耗61kgce/t,满足《再生铅单位产品能源消耗限额》(GB25323—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》(GB31574—2015)排放限值要求。	废旧铅酸蓄电池综合利用
94	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、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；无二次排放、无二次污染。	废弃轮胎、废塑料等有机废弃物的处置利用
95	工业连续化废轮胎(橡胶)低温裂解资源化利用成套技术及装备	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、钢丝和炭黑。其中可燃气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柴油，炭黑可作为橡胶及塑料制品填料。该技术装备在安全、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
96	环保节能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等模块，以及智能远程集中控制系统集成为成套装备，实现从废轮胎分类选到胶粒、胶粉、再生橡胶的自动化生产，生产过程不添加水，产生的微量废气在系统内收集并环保处理，无固废产生。	关键技术：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。 主要技术指标：生产线产能为1200kg/h,精准电磁加热技术加热功率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

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
97	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类电池及废极片料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。	关键技术：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落技 术；有价组分绿色回收技术；环保处理系统；自动化中控系统。 主要技术指标：极粉回收率≥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
98	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 ₂ 及氮化物排放显著减少。	关键技术：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。 主要技术指标：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
99	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 ³)及重型废钢(材料抗拉强度≤450MPa)，能耗低、效率高。	关键技术：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。 主要技术指标：最大剪切力20000kN；有效剪切宽度2000mm；加工处理能力40~50t/h。	废钢、废有色金属加工利用
100	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和其它有色金属。生产过程高效、节能。	关键技术：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。 主要技术指标：可破碎废钢料厚度≤12mm。	废金属加工利用
101	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。	关键技术：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。 主要技术指标：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
102	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。	关键技术：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集成技术。 主要技术指标：铜金属回收率≥99.5%；最高工作温度900℃；余热利用率≥80%；污染物达标排放。	废漆包铜线资源化利用
103	退役风电叶片及热固性材料高效处理智能装备及产业化应用技术	该设备由切割车、破碎车、分选车和打包封装车等组成“智能移动工厂”，实现就地切割、粉碎、筛选、打包封装等作业流程，产物可广泛应用于建筑工程、木塑及塑料制品等领域中，实现高值化再利用。	关键技术： 移动式装备功能集成技术；专业化切割工艺技术；系统一体化智能控制技术；高效除尘技术；防爆安全技术。 主要技术指标： 处理能力≥1t/h；纤维出料尺寸（可根据筛网尺寸调节）2-10mm可调；粉尘排放≤ 99.9%	再生资源回收利用，废旧风电叶片破碎和打包。
104	晶硅光伏组件回收工艺技术及国产化设备	本技术包括前端预处理工艺、完整组件回收工艺、破碎玻璃组件回收工艺、硅材料提纯工艺等，可分类拆解组件各材料，实现从接线盒（线缆）、铝边框的机械回收，含氟背板、光伏玻璃、焊带、硅电池片分层分离回收，以及硅电池颗粒清洗提纯的全材料回收，实现组件回收绿色循环利用。	关键技术： 热切割分离技术；选择性分离技术；热解去EVA技术；自动化机械拆除技术。 主要技术指标： 完整玻璃、铝边框、接线盒、线缆回收率100%；破碎组件玻璃回收率93.96%；有效去除粘胶层EVA，完整及破碎组件整线综合回收率91.32%。	再生资源回收利用，废旧光伏组件综合利用。

序号	工艺技术设备名称	技术装备简介	关键技术及主要技术指标	具体适用范围
105	磷酸铁锂电池拆解利用	通过对磷酸铁锂电池/极片黑粉湿法回收处理，达到将磷酸铁锂电池中的各个组分精确分离。包含定向除杂氧浸、碳酸锂合成、磷酸铁合成等工序。	关键技术： 退役磷酸铁锂电池精准分离技术；磷酸铁锂电池黑粉湿法全资源化回收技术。 主要技术指标： 电池级磷酸铁/碳酸锂回收率95%以上，纯度均达到电池级。	再生资源回收利用，退役磷酸铁锂电池回收。
106	动力锂电池再生利用前处理技术	该工艺技术可处理带有电量的退役动力电池包（Pack），对电池包进行拆解得到电池模组，将电池模组不放电直接破碎后，低温蒸发去除电解液，再将物料按照电池组分进行分类收集，除电解液外的其余物料均可以回收，剩余材料的回收率高于90%。	关键技术： 电池模组带电破碎技术；电解液高效脱除技术；精细化分选技术；电解液无害化处理技术；工业用水循环利用技术。 主要技术指标： 处理能力2t/h；回收率高于90%；混合粉料中锂含量范围2.0%-3.5%；杂质含量范围：铜0.7%-1.0%，铝1.2%-1.5%；铜产品的纯度>93%；外壳纯度>95%。	再生资源回收利用，废旧动力锂电池拆解。
107	废旧动力电池全流程高质利用技术与装备	该技术通过撕碎、破碎、干燥、热解、分选、焙烧、尾气全流程处理，实现“废旧单体电池到黑粉、铜、铝，黑粉焙烧湿法优先提锂”高质利用，各工序产生的废气经尾气处理系统后达标排放。	关键技术： 基于电池不同组分的多级复合处理及工艺调控技术；电池多组分回收处理装备密封及温场、流场精准控制技术；大型连续式装备高效自动化作业技术；反应过程多污染物协同清洁处理技术。 主要技术指标： 反应区间氧气含量≤0.1%，有机物去除率≥99%，黑粉、铜、铝回收率≥99%，黑粉中铜铝等杂质含量≤1%，铜中杂质含量≤1%，铝中杂质含量≤1%，炉内截面温度均匀性±5℃。	再生资源回收利用，废旧动力电池综合利用。
108	新能源汽车动力电池单体自动化拆解及正负极材料修复技术	该工艺技术采用复配洗脱、复合智能识选一体化分离、可控折曲精准分选一体化剥离和固相修复等技术集成，分离回收动力电池中的7大关键组份，并修复正负极材料。修复产品可直接应用于电池制造，进而再应用于低速车、储能等新能源行业。	关键技术： 锂离子电池精细化拆解技术；高温固相材料修复技术。 主要技术指标： 锂离子电池精细化拆解材料综合回收率95%以上； 高温固相修复技术后正极材料中含铝量：Ⅰ级小于0.08%；Ⅱ级小于0.15%；Ⅲ级小于0.2%。铜箔与负极材料的100%分离，修复LiFePO4/C放电比容量为145.5-148mAh/g，可满足重新用于电池制造的要求。	再生资源回收利用，废旧动力电池综合利用。
109	退役锂电池全组分循环利用关键技术及装备应用	采用物理分离+湿法浸出+短程萃取+低碳烧结方法，实现了退役锂电池的定向循环；技术包括预处理、浸出、除杂、萃取、陈化合成、材料烧结等工序，通过拆-破-热-分一体化装备、选择性优先提锂、三废协同处置、超长烧结系统等先进装备与工艺，生产镍钴锰酸锂、镍钴锰氢氧化物、电池级锂盐、元明粉、再生轻质建材等产品；实现了退役锂电池资源化。	关键技术： 退役锂电池高效环保预处理技术；高盐废水汽提脱氨与元明粉再造技术；固废再生轻质建材陶粒技术；高端前驱体与正极材料低碳合成技术。 主要技术指标： 实现芯壳分离率≥99.9%、单体切割效率≥360PCS/h，铜残留率<1%；镍钴锰提取率达到99.3%，锂回收率可达90%，氨水回收率99.9%； 循环再造镍钴锰酸锂产品首次充放电效率>92%，克容量>207mAh/g，对比原矿产品降碳可达49.25%，固体综合利用率提升>30%。	再生资源回收利用，废旧动力电池综合利用。