

国家重点推广的低碳技术目录（第五批）

近日，生态环境部等五部门公布了《国家重点推广的低碳技术目录(第五批)》，包括5个重点方向共103项低碳技术，其中20余项技术适用于石油和化工领域。

能源绿色低碳转型类技术适用于石油化工行业的有：生物质清洁高效供热技术，可持续航空燃料(SAF)制备-适航验证混掺-储运-加注-应用和碳足迹全产业链低碳技术，生物天然气制取、液化及碳捕集装备。

生物质清洁高效供热技术以生物质为燃料，采用阶梯式往复炉排技术，针对不同燃料，设定不同炉排运动速率，独创性设计炉膛受热面以及三回程式烟管本体，增大辐射受热面，保证燃料充分燃烧，提升锅炉整体效率。受热面采用烟气纵向冲刷，大大减轻了锅炉的积灰，延长了锅炉连续运行时间。采用低氮燃烧技术，生物质燃料燃烧配风由不同风机分段给入，控制燃烧温度和含氧量，降低NO_x初始生成。

可持续航空燃料(SAF)制备-适航验证混掺-储运-加注-应用和碳足迹全产业链低碳技术利用HEFA(酯和脂肪酸加氢)技术对植物油、餐饮废油和动物脂肪中的甘油三酯、饱和及不饱和脂肪酸进行加氢处理生成航空生物燃料；基于理化性能和特性验证方法，开展不同新原料SAF的理化性能和特性验证，开展航空燃料材料实验。运用SAF储运加注质量管理技术和申报系统，确保SAF在储运加注全链条的品质稳定性和安全性，并开展SAF的混掺比例验证。

生物天然气制取、液化及碳捕集装备技术应用高温厌氧发酵工艺联合热能回收利用系统，缩短消化停留时间、提高发酵的产气率；研发适用于沼气提纯净化液化的PSA粗脱碳串联MDEA胺法精脱碳的工艺，提高生物天然气整体回收率和甲烷的浓度；采用单阶双级混合制冷剂生物天然气液化工艺，遗传算法及BOX算法程序优化混合冷剂配比和系统工艺参数，降

低液化能耗；开发针对生物天然气制取、液化及碳捕集的智能管理系统及智慧能源管理系统，构建智能管理运维平台，实现数字化自动化管理。

工业领域降碳类技术适用于石油化工行业的有：钢铁工业尾气生物发酵制乙醇技术，小型化超临界安全清洁煤气发电技术，二氧化碳资源化耦合硫酸钠废水/废盐制碳酸氢钠技术，大型绿色低碳纯碱技术，电除尘用高频高压智能控制技术，工业煤气内燃机高效发电技术，多产化工品的炼化流程再造绿色低碳技术，化工蒸馏中低温余热综合利用技术。

钢铁工业尾气生物发酵制乙醇技术是一种以气体为原料的生物发酵技术。气体主要成分为H₂、CO、CO₂等，通过微生物代谢反应，产生乙醇及新型饲料蛋白。该技术根据原料气组分不同，分为一代、二代技术。一代技术将含CO为主的原料气高效转化为乙醇，每转化6molCO产出1mol乙醇，同时放出4mol的CO₂，实现CO₂减排33%。二代技术在一代技术的基础上，将含有H₂、CO、CO₂的原料气高效转化，进一步实现CO₂的固定。

纤维素燃料乙醇生产技术通过原料预处理汽爆技术及装备，高浓度酶解糖化及降黏度技术，共发酵酵母技术，废水回用及木质素残渣利用技术，以玉米秸秆为原料，由原料备料、预处理、酶解、发酵、精馏、分离、蒸发等部分组成，生产纤维素燃料乙醇。

小型化超临界安全清洁煤气发电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。

介孔绝热材料节能技术是以介孔材料为核心绝热组分，辅以各种无机纤维以及添加剂制备的介孔复合技术原理制造绝热材料，可实现对纳米孔气凝胶绝热

材料的升级替代。

大型绿色低碳纯碱技术开发了一整套大型化设备和新型节能设备，降低了纯碱生产的综合能耗。核心技术包括实现纯碱行业核心设备碳化塔的大型化，优化操作指标，降低了主要原料NaCl和CO₂的消耗；核心设备氯化铵结晶器的大型化，并优化改进操作参数，提高了结晶质量提高，延长了设备作业周期，降低氯化铵干燥蒸汽消耗；在行业内首次采用节能的粉体流对轻灰产品进行冷却；采用液氨蒸发外热器配轴流清洗泵技术，有效缩短清洗时间，提高清洗效果；对蒸汽冷凝液进行梯级闪发利用，回收蒸汽冷凝液中的余热，轻灰煅烧采用自身返碱蒸汽煅烧炉。

二氧化碳资源化耦合硫酸钠废水/废盐制碳酸氢钠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。

水煤浆水冷壁直连废锅气化炉技术将气化原料水煤浆和氧化剂通过组合式工艺烧嘴从顶部进入气化炉燃烧室。雾化后的水煤浆与氧气在燃烧室内高温高压环境下发生氧化还原反应，生成以CO和H₂为主要成分的合成气。气化炉燃烧室衬里采用垂直悬挂自然循环膜式水冷壁，通过水冷壁表面的凝渣保护，气化温度可以提高至1500℃以上。

电除尘用高频高压智能控制技术把三相工频电源通过整流形成直流电，通过逆变电路形成高频交流电，再经过整流变压器升压整流后，形成高频脉动电流送除尘器，其工作频率可达到20kHz~50kHz，除尘效率可达到99.99%。

工业煤气内燃机高效发电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。

永磁涡流柔性传动节能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。

多产化工品的炼化流程再造绿色低碳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。

化工蒸馏中低温余热综合利用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。

储碳固碳类技术适用于石油化工行业的有：低成本高效碳捕集与利用技术，先进低能耗二氧化碳捕集技术，低能耗燃煤燃机烟气碳捕集成套技术。

低成本高效碳捕集与利用技术提出工业固废合成固废源固态胺材料、原位用于工业源CO₂捕集的技术路线，并开发了固态胺CO₂捕集材料应用的关键装备；形成了基于固废协同利用的CO₂矿化固碳混凝土技术，在消纳工业固废的同时降低碳排放20%以上，且生产成本低于普通硅酸盐水泥混凝土30%以上。

先进低能耗二氧化碳捕集技术基于实现自驱动萃取浓缩的低能耗相变型CO₂吸收剂的研发，在低温条件下CO₂与该吸收剂发生化学反应，形成不稳定的盐类，在高温条件下经加热，重新释放出CO₂。

低能耗燃煤燃机烟气碳捕集成套技术研发了先进低能耗复合胺基吸收剂，优化了化学吸收法的工艺流程，使碳捕集系统的再生热耗及综合电耗在原有优化工艺基础上进一步降低，同时在末端开发了综合智能化供气控制系统。

数智赋能类技术适用于石油化工行业的有：基于工业互联网标识的碳排放智能监测与大数据管控技术。

基于工业互联网标识的碳排放智能监测与大数据

据管控技术应用工业互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能、工业视觉、边缘计算等新一代信息技术，基于温室气体排放核算方法与标准，研发碳排放物联网智能监测与大数据管控技术及相关软硬件一体化产品，更快速、更智能化获取组织生产全过程的碳排放数据，实现了在不同要求不同场景下对碳排放进行穿透式精细化监测和数字化智慧化管控，显著提升了组织的碳排放实时监测与管理能力。

非二氧化碳减排类适用于石油化工行业的有：公约受控强温室气体三氟甲烷绿色资源化转化利用技术，己二酸生产过程氧化亚氮低温催化分解消除技术，低浓度煤层气变压吸附浓缩利用技术，超低浓度抽放及风排瓦斯氧化利用技术，压气站甲烷减排关键技术。

公约受控强温室气体三氟甲烷绿色资源化转化利用技术利用催化剂，使三氟甲烷(HFC23)与三氯甲烷发生分子间氟氯交换反应生成二氟一氯甲烷(HCFC-22)和一氟二氯甲烷(HCFC-21)。开发适合工业化应用的HFC-23转化循环耦合工艺，并构建高选择性且长寿命的氟氯交换催化剂体系。

己二酸生产过程氧化亚氮低温催化分解消除技术以己二酸装置的亚硝气吸收塔的含 N_2O 的尾气为原料气。在催化剂作用下将氧化亚氮分解 N_2 和 O_2 ，后续工艺将高温气体的余热回收。 N_2O 经催化分解生成 N_2 和

O_2 的转化率在95%以上。

低浓度煤层气变压吸附浓缩利用技术利用吸附剂碳分子筛对煤层气中各组分在不同分压下具有不同的吸附容量、吸附速度和吸附力，并且在一定压力下对被分离的气体混合物中各组分有选择性吸附的特性，从而使煤层气得到提纯且吸附剂获得再生。关键技术包括：变压吸附浓缩分离工艺技术、碳分子筛制备工艺技术。

超低浓度抽放及风排瓦斯氧化利用技术在不影响煤矿抽采系统的前提下，通过负压采集煤矿现有排空的超低浓度抽放及风排瓦斯，掺混至甲烷浓度1.2%后输送至专用氧化装置；掺混的甲烷进入氧化装置内，在 $900^{\circ}C$ 以上的高温环境瞬间无火焰氧化。利用高温蒸汽，进行供暖和推动汽轮机进行发电，实现热电联供。

压气站甲烷减排关键技术针对压气站放空气，对压气站工艺流程进行设计改造，通过回收装置将压缩机停机泄压放空、干气密封放空天然气进行增压，回注至压缩机进口汇管；针对压气站组件甲烷逸散，以“检测、量化、后果—修复成本收益评估、修复、后评估”五步循环管控方法，利用便携式设备及管控软件，精准测量密封点甲烷逸散量，评估修复泄漏点，并跟踪评估修复效果，有效减少甲烷逸散泄漏量。

摘编自“中化新网”

