

10项氢相关技术入选《国家重点推广的低碳技术目录（第五批）》

1月20日，生态环境部办公厅等部门印发《[国家重点推广的低碳技术目录（第五批）](#)》，其中氢能相关的有：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、纯氢竖炉还原技术、分层供热低碳富氢烧结技术、富氢碳循环氧气高炉低碳冶金技术、高效还原“3R”碳氢高炉技术、氢冶金直接还原炼铁工艺技术、工业煤气内燃机高效发电技术、甲醇双燃料直流综合电力推进智能散货船关键技术、氢燃料动力船舶关键技术、新型氢-电混合动力系统集成控制关键技术。

能源绿色低碳转型类技术（推广类）					
序号	技术名称	技术内容	主要技术参数	技术适用范围	典型项目
12	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	该技术利用 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。	制备环节：烃类总液收 $\geq 80\%$ ；可持续航空燃料产品收率 $\geq 72\%$ ；可持续航空燃料满足 ASTM D7566 标准要求；工艺条件指标：碳数小于 8 的烷烃收率不高于 5%；碳数小于 5 的烷烃收率不高于 3%；废弃油脂的氧脱除率大于 99.9%；生产运行周期不小于 8000 h； 验证环节：对应项目的验证能力和试验方法包括外观、总酸值、芳烃、总硫等不少于 40 项理化和特性指标； 混掺-储运-加注环节：对燃料性能指标、化学稳定性、兼容性进行品质保障。	适用于民航飞机。	典型项目 1：河南君恒 24 万 t/a 废弃油脂生产可持续航空燃料项目 建设规模：24 万 t/a 固定床加氢装置、20 万 t/a 加氢异构装置，15000 Nm ³ /h 天然气制氢装置、PSA 氢回收装置及配套罐区和公用工程。 典型项目 2：中国商飞-波音可持续航空技术中心 HEFA 中试示范项目 建设规模：日产 1 t 可持续航空燃油掺烧-储运-加注典型项目。 典型项目 3：中国航油 SAF 全链条质量管控项目 建设规模：投入全套 SAF 检测设备。 减碳效益：该技术集成了 SAF 制备、检测、储运、验证等全环节，由 SAF 产业链上下游企业联合申报，推动 SAF 制备技术实现产业化发展和民航绿色低碳转型。

二、重点领域降碳类（59项）

1. 工业领域降碳类（28项）

工业领域降碳类技术（示范类）					
序号	技术名称	技术内容	主要技术参数	技术适用范围	典型项目
1	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 CO ₂ 的产生以及海绵铁的渗碳，进而消除海绵铁冶炼过程的碳氧反应。	氢气入炉温度 1000℃~1050℃，入炉压力 0.4 MPa，炉顶气出口温度 350℃~400℃，出口压力 0.3 MPa；海绵铁金属化率 93%，海绵铁排料温度<120℃；氢气一次利用率 30%，氢气耗量 550 Nm ³ /t~560 Nm ³ /t 海绵铁。	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。	典型项目：中国钢研纯氢冶金技术开发中试基地建设项目 建设规模：纯氢竖炉示范工程占地 40 亩，设计产能 5 万 t/a。 减碳效益：与行业竖炉炼铁工艺相比，该项目应用氢基竖炉技术产生的年碳减排量为 3.54 万 tCO ₂ 。
2	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，通过构建数模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。	烧结固体燃料消耗量降低 13.5%；点火煤气消耗量降低 21.97%；烧结工序热耗降低约 13%；大烟道 CO ₂ 排放量降低约 14%，大烟道 CO 排放量降低约 9%，大烟道 NO _x 排放量降低约 30%。	适用于新建或改建的烧结机工程。	典型项目：中天钢铁新 1# 烧结机 建设规模：550 m ² 。 减碳效益：与行业内常规烧结机相比，应用技术后项目年碳减排量 13.37 万 tCO ₂ 。

— 14 —

工业领域降碳类技术（示范类）					
序号	技术名称	技术内容	主要技术参数	技术适用范围	典型项目
3	富氢碳循环氧气高炉低碳冶金技术	该技术提出在高炉冶炼铁水过程中，利用副产煤气提高碳的利用效率。技术路径为通过对煤气 CO ₂ 分离提质可将高炉副产煤气变为高还原势的煤气和高浓度的 CO ₂ 产品；高还原势的煤气返回高炉重复利用；在煤气循环利用过程中喷入一定的富氢气体，用氢还原替代部分碳还原；分离得到的高纯 CO ₂ 作为产品直接使用。	高炉富氧率：100%； 高炉燃料比：382 kg/tFe； 较常规高炉碳减排比例：≥18%； 脱碳系统能耗：≤1.8 GJ/tCO ₂ 。	适用于常规高炉系统。	典型项目：新疆八一钢铁股份有限公司富氢碳循环高炉低碳冶金示范项目 建设规模：400 m ² 级。 减碳效益：与行业常规高炉冶金技术相比，项目年碳减排量为 15.7 万 tCO ₂ 。
4	钢铁工业尾气生物发酵制乙醇技术	该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 H ₂ 、CO、CO ₂ 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 6 mol CO 产出 1 mol 乙醇，同时放出 4 mol 的 CO ₂ ，实现 CO ₂ 减排 33%。二代技术在一代技术的基础上，将含有 H ₂ 、CO、CO ₂ 的原料气高效转化，进一步实现 CO ₂ 的固定。	发酵过程 H ₂ 转化率 ≥60%； CO 转化率 ≥80%； CO ₂ 转化率 ≥60%。	适用于钢铁、冶金、煤化工、磷化工等行业。	典型项目：河北首朗新能源科技有限公司 4.5 万 t/a 钢铁工业煤气生物发酵制燃料乙醇项目 建设规模：设计能力为每年转化工业尾气 3.67×10 ⁸ Nm ³ ，生产燃料乙醇 45000 t、蛋白粉 5000 t、沼气 3.3×10 ⁸ Nm ³ 。 减碳效益：项目应用技术后年碳减排量为 5.28 万 tCO ₂ 。

— 15 —

工业领域降碳类技术（示范类）					
序号	技术名称	技术内容	主要技术参数	技术适用范围	典型项目
5	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。	煤气喷吹量 $40 \text{ m}^3/\text{t}$ ~ $100 \text{ m}^3/\text{t}$ ； 高炉燃料比 $\leq 470 \text{ kg}/\text{t}$ 。	适用于钢铁企业高炉设备。	典型项目：河北纵横集团丰南钢铁有限公司3R碳氢高炉EPC项目 建设规模：新建2座2300 m^3 高炉（3号、4号高炉）的3R碳氢高炉低碳冶炼系统及相关的配套设施。 减碳效益：与同类型高炉技术相比，项目年碳减排量为19.74万tCO ₂ 。
6	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。	氢冶金直接还原生产的DRI金属化率 $\geq 94\%$ ，硫、磷含量 $< 0.06\%$ ； 氢冶金工序能耗比传统高炉炼铁工序降低20%，焦炉煤气消耗实现 $< 600 \text{ m}^3/\text{tDRI}$ ； 主要污染物SO _x 、NO _x 、烟粉尘排放分别减少30%、70%和80%以上。	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。	典型项目：河钢集团张宣科技氢冶金示范工程 建设规模：一期建成投产55万tDRI/年。 减碳效益：与常规竖炉工艺相比，项目实现年碳减排量67.1万tCO ₂ 。
7	基于水力空化的汽车涂装车间低温脱脂除油节能减碳技术	该技术以纯物理的水力空化技术为核心，通过纯物理手段水力空化发生器处理水体产生的机械、热、生物效应等多种效应，实现低温破乳除油、延长槽液使用周期、减少废液排放，提升脱脂液清洗性能，降低涂装前处理环节能耗。	水力空化系统最大处理量达到 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上； 在不更换脱脂剂及改变其他工艺条件下，实现脱脂温度降低7℃~10℃，或降低至45℃以下； 油水分离率 $\geq 99.0\%$ 或控制槽液油含量 $\leq 1.0 \text{ g}/\text{L}$ 。	适用于制造业企业清洗或涂装前处理工艺环节。	典型项目：一汽-大众汽车有限公司佛山分公司一期涂装车间新增低温物理除油系统 建设规模：10条涂装前处理线，每条线3个脱脂区。 减碳效益：与原涂装工艺相比，项目年碳减排量为1540 tCO ₂ /产线。

— 16 —

工业领域降碳类技术（推广类）					
序号	技术名称	技术内容	主要技术参数	技术适用范围	典型项目
20	电除尘用高频高压智能控制技术	该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20 kHz~50 kHz，除尘效率可达到99.99%。	节能模式下运行能耗降低至额定能耗的5%~80%； 转换效率 $\geq 93\%$ ； 功率因数 ≥ 0.95 。	较为有针对性的应用于电力、冶金、水泥、造纸、化工等行业的粉尘治理行业节能减排方向。	典型项目1：美克化工绿色制造技术改造一体化建设项目 项目规模：改造高频电源8台（套）。 减碳效益：与原设备相比，改造后项目实现年碳减排量660.681 tCO ₂ 。 典型项目2：鑫达原料厂4#、5#、6#、7#电除尘智能节能改造项目 项目规模：4#、5#、6#、7#电除尘高频脉冲电源智能节能改造。 减碳效益：与原设备相比，改造后项目实现年碳减排量1445.54 tCO ₂ 。
21	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稳定燃烧的多目标控制模型；设计了一种低压限高效燃气混合装置，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。	工业煤气发电机组产品的标定发电效率为37.2%。	适用于钢铁冶金、石油化工、采矿等行业生产过程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 ）、氮（N ₂ ）等可燃气体的矿热炉废气。	典型项目1：内蒙古科翰冶金有限责任公司高碳铬铁矿热炉煤气发电项目 建设规模：12×1.2 MW。 减碳效益：项目运营后应用工业煤气发电上网，实现年碳减排量4.48万tCO ₂ 。 典型项目2：内蒙古瑞隆新材料科技有限公司硅锰密闭炉煤气发电项目 建设规模：22×1.5 MW，新建电厂110 kV变电站系统。 减碳效益：项目运营后应用工业煤气发电上网，年碳减排量11.9万tCO ₂ 。

— 23 —

交通领域降碳类技术（推广类）					
序号	技术名称	技术内容	主要技术参数	技术适用范围	典型项目
7	新型氢-电混合动力系统集成控制技术	该技术基于特征工况和燃料电池瞬态特性、启停寿命影响因子，建立通用化氢-电混合动力系统平台，包括燃料电池、动力电池、车载氢系统、驱动系统以及控制系统，最大限度发挥燃料电池与动力电池各自的优势。	WEF50：额定功率 50 kW，最高效率 62.02%； WEF80：额定功率 81 kW，最高效率 62.48%； WEF110：额定功率 112 kW，最高效率 62.72%； WEF160：额定功率 162 kW，最高效率 60.17%。	适用于燃料电池城市公交、49 t 燃料电池重卡、燃料电池物流车，未来可拓展至商用车、工程机械、农业机械等行业领域。	<p>典型项目 1：8 m-12 m 燃料电池客车氢-电混合动力系统 项目情况：燃料为氢气，发动机型式为 WEF50。 减碳效益：较同款柴油产品，该产品碳减排 13.8 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：49 t 燃料电池重卡氢-电混合动力系统 项目情况：燃料为氢气，发动机型式为 WEF110。 减碳效益：较同款柴油产品碳减排 27.6 tCO₂。</p> <p>典型项目 3：燃料电池物流氢-电混合动力系统⁷ 项目情况：燃料为氢气，发动机型式为 WEF160。 减碳效益：较同款柴油产品碳减排量为 247.32 tCO₂。</p>

⁷ 典型项目为燃料电池动力系统产品，不涉及项目主体信息。