

中华人民共和国生态环境部办公厅

加 急

环办气候函〔2025〕44号

关于印发《国家重点推广的低碳技术目录 (第五批)》的通知

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团生态环境厅(局)、工业和信息化主管部门、住房和城乡建设厅(局、委)、交通运输厅(局、委)、农业农村部(局、委),生态环境部、工业和信息化部、住房城乡建设部、交通运输部、农业农村部有关直属单位,有关行业组织、企业及研究单位:

为贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神,大力支持低碳技术创新推广,培育和发展新质生产力,生态环境部会同工业和信息化部、住房城乡建设部、交通运输部、农业农村部按照《国家重点低碳技术征集推广实施方案》相关要求,开展低碳技术征集筛选工作,编制形成《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,现印发给你们,请结合实际加大低碳技术的推广应用力度。





住房和城乡建设部办公厅



交通运输部办公厅



农业农村部办公厅
2025年1月20日

(此件社会公开)

国家重点推广的低碳技术目录（第五批）

一、能源绿色低碳转型类（20 项）

能源绿色低碳转型类技术（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	16 MW 超大容量海上风电机组技术	该技术采用轻量化超长柔叶片、双轴同步变桨技术、新型高效中速永磁传动系统、智能一体化冷却系统、国产化 PLC 控制系统、高度智能化三电平全功率风电变流器、国产化 16 MW 以上风电主轴轴承，突破了超大容量海上风电机组技术。	叶片长度 123 m； 风能利用系数 0.48； 设计平均无故障时间 ≥ 4000 h； 可利用率 99%以上； 机舱重量不高于 45 t/MW。	适用于国内海上中高风速区域。	典型项目：平潭外海海上风电场项目 建设规模：111 MW。 减碳效益：按项目年风力发电量测算，项目产生的年碳减排量为 24.76 万 tCO ₂ 。
2	大型光伏电站智能柔性控制技术与装置	该技术将光伏电站智能柔控装置串联在光伏电站集电线路中，基于电力电子柔性控制技术，实现光伏电站箱变的柔性启动，在装置两侧电压幅值和相位一致后，实现同期合闸，避免了箱变启动时的励磁涌流冲击。关键技术包括交流电压智能柔性控制技术和智能柔控装置控制保护策略。	容量 ≥ 200 kVA； 额定电压 35 kV； 升压变压器投入/切出冲击电流 < 1.2 pu； 设备启动时间 < 1 min。	适用于光伏电站变电系统。	典型项目：辽宁阜新杭泰太阳能发电有限公司柔性控制装置改造项目 建设规模：单条集电线路改造。 减碳效益：按光伏电站变电设备空载损耗下降，扩大光伏电力消纳能力核算，年碳减排量 80 tCO ₂ 。

能源绿色低碳转型类技术（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	基于人工智能的高海拔风电场全生命周期高精度视觉检测系统	该技术采用定点布置或者无人机搭载视觉相机采集风电场建设及运维阶段所需数据，提出相关人工智能算法实现高海拔风电场全生命周期视觉检测。关键技术包括风机关键部位三维特征尺寸测量与叶片出厂外观缺陷AI识别技术、超远视距下风机智能吊装定位引导关键技术、基于人工智能的风机智能巡检关键技术。	测量精度（平均）：0.23 mm； 叶片出厂表面缺陷检测类别数量：4种； 现场漏检率（制造）：0.19%； 现场误报率（制造）：0.96%； 吊装目标识别距离：>150 m； 现场漏检率（运维）：0.42%； 现场误报率（运维）：2.76%。	适用于风电场运行维护管理。	典型项目：水源风电场风机运维巡检项目 建设规模：64 台风电机组共计装机容量 128 MW 风电场的运行维护。 减碳效益：通过使用该技术，降低人员巡检、风机维修频率，减少因停机维护造成的发电损失，核算风电场年碳减排量约为 1186 tCO ₂ 。
4	大容量紧凑型海上永磁同步风力发电机技术	该技术为大容量紧凑型海上半直驱风力发电机设备。单台发电机容量可达 10 MW~15 MW，未来预计可实现单机 20 MW 级规模。	以 12 MW 风力发电机为例： 额定转速：197 r/min； 额定电压：1380 V； 功率因数：0.95； 效率≥98%； 额定转矩：583.6 kNm； 转矩脉动≤2.5%； 绝缘等级：H/F； 定子绕组温升（ETD）≤95 K； 轴承温升考核≤45 K； 振动≤2 mm/s。	适用于大型海上风电场。	典型项目：10 MW 海上永磁风力发电机 ¹ 减碳效益：10 MW 单电机功率 1.2 万 kW，在年平均 10 m/s 风速条件下，单台机组每年发电 4000 万 kWh，年碳减排量 2.29 万 tCO ₂ 。

¹ 该典型项目为发电机产品，不涉及项目主体信息。

能源绿色低碳转型类技术（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	基于超长重力热管的变革性地热开采及高效利用技术	该技术在地热井内安装全封闭的管体，通过管内工质的沸腾-凝结实现地热能由地下（沸腾吸热）到地面（凝结释热）的长距离传输。重力热管靠近地下一端为蒸发段，靠近地面一端为冷凝段。在蒸发段受热时，液体状的工质吸收热量气化成蒸汽，蒸汽流向地面端、在冷凝器内由于受到冷却使蒸汽释放汽化潜热凝结成液体，液体在重力的作用下，回流到蒸发端并再次气化，以此循环提取利用地热能。	超长重力热管长度：4000 m 以上； 单根热管传热能力：3 MW； 支持地面热泵供热系统 COP>6.0。	适用于开发不同深度、不同类型的地热资源。	典型项目：河北雄安超长重力热管示范工程建设规模：单口取热井，短期采热量超过 3 MW，长时采热量约为 1 MW，蒸汽直驱发电装机 13 kW。 减碳效益：相较于燃煤供暖方式，该项目产生的年碳减排量 1087 tCO ₂ 。
6	高比例新能源县域电网构建关键技术及成套装备	该技术针对高比例新能源县域电网，从源、网、荷、储、控制、保护等方面提供成套解决方案，以高压大容量能量路由器与主网联络，形成“以大电网为支撑，可再生能源供应为主体，源网荷储实时协同平衡运行”的未来电网形态，构建“以电网为中心，以能源供应为目标”的能源互联网。	有功调节时间小于 7 s，有功上升时间小于 5 s，有功滞后时间小于 0.5 s，响应时间小于 300 ms； 方式切换时间小于 40 ms，稳态有功/无功精度小于 3%，相间环流瞬时值差动保护：动作定值从 300 A 下降至 100 A。	适用于县域电网、工业园区电网及楼宇微电网，特别是新能源、储能、柔性负荷、智慧充电桩等大量接入的区域电网场景。	典型项目：湖北随州广水高比例新能源县域电网项目 建设规模：供电面积 418 平方公里，新能源装机 244 MW，最大负荷 61 MW。 减碳效益：通过该技术实现区域电网内 100% 可再生能源应用，年碳减排量 12.04 万 tCO ₂ 。

能源绿色低碳转型类技术（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
7	126 kV 无氟环保型气体绝缘金属封闭开关设备（GIS）	该技术采用真空灭弧室为开断单元，单一二氧化碳气体为整机绝缘及隔离、接地开关灭弧介质在 126 kV 电压等级气体绝缘全封闭组合电器（Gas Insulated Switchgear, GIS）产品上实现对六氟化硫的完全替代。技术产品采用三相共箱结构，断路器三相机械连动配弹簧操动机构，采用三工位隔离—接地组合开关。	额定电压：126 kV； 额定电流：2500 A； 额定短路开断电流：40 kA。	适用于电网 110 kV 变电站。	典型项目：湖州安吉城北变 110 kV 变电站 建设规模：7 个间隔变电站改造。 减碳效益：以 GIS 设备年泄漏气率 0.1% 计算，项目年碳减排量为 58.5 tCO ₂ 。
8	压缩二氧化碳储能技术	该技术以压缩二氧化碳气体替代压缩空气储能，研发出压缩机组、透平发电机组及换热器等关键设备。新型二氧化碳储能发电系统主要由以下六大系统组成：储气系统、储液系统、压缩系统、蓄热系统、换热系统、膨胀发电系统。	储能电站功率：≥50 MW； 储能时长：≥4 h； 电换电效率：≥60%； 系统输出功率爬升速率：≥10%额定功率/min。	适用于火电机组灵活性改造、大规模可再生能源消纳等场景，为提高电力系统稳定性提供辅助服务。	典型项目：华电-东方电气木垒 100 万 kW 二氧化碳压缩空气储能综合能源示范项目 10 万 kW/100 万 kW 时二氧化碳储能电站 建设规模：新建设一套规模为 100 MW/1000 MWh（储能侧）的压缩二氧化碳储能工程。 减碳效益：系统每年可节约能耗 5.6 万 t 标准煤，年碳减排量 17 万 tCO ₂ 。
9	熔盐储能用大功率高电压高效感应加热技术	该技术基于高压熔盐电磁感应加热装置，通过直连高压电网，利用电磁感应加热原理实现熔盐加热。	励磁线圈损耗降低到 1% 以内； 熔盐电磁感应加热装置电热综合效率 ≥97%。	适用于风光、光热互补大基地建设、传统火电厂深度调峰等。	典型项目：中冶陕压总装配管车间谷电储能供暖项目 建设规模：500 kW 熔盐储能系统，1500 m ² 建筑面积供暖。 减碳效益：与燃煤供暖方式相比，项目年碳减排量 102.65 tCO ₂ 。

能源绿色低碳转型类技术（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
10	柔性直流输电技术	该技术将若干个电压源（电容），通过电力电子开关，按照既定策略进行组合，拟合出与电网交流侧电压存在着一定幅值和相位偏差的交流电压。换流器拟合的交流电压与电网侧电压的偏差，形成了有功和无功的传递。	当前柔性直流输电技术可实现±800 kV/4000 MW 输电，未来 2 年内将实现±800 kV/8000 MW 输电。	适用于远距离、大规模电力输送。 适用于“沙戈荒”（沙漠、戈壁、荒漠）、大规模海上风电等新能源并网。 适用于直流组网等场景。	典型项目：张北柔性直流电网试验示范工程建设规模：项目输送容量 450 万 kW、直流电压等级±500 kV、直流线路全长 666 km。 减碳效益：项目建成后年输送绿色电力 140 亿 kWh，带来年碳减排量为 798 万 tCO ₂ 。

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
11	生物质清洁高效供热技术	该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。	燃料适用性：适应水分高达 50% 的生物质燃料； 锅炉热效率：锅炉热效率高达 90.93%； 自动化程度：自动化程度高，负荷弹性大，自动化调节，30%~100% 负荷增减仅需 10 min； 配合采用“多管除尘+SDS 干法脱硫+高温布袋除尘器+SCR 脱硝”工艺后，颗粒物排放浓度 < 10 mg/m ³ 、SO ₂ 排放浓度 < 35 mg/m ³ 、NO _x 排放浓度 < 50 mg/m ³ 。	适用于食品、医药、化工和纺织等有用能需求的企业或工业园区。	典型项目 1：武汉蓝颖生物质集中清洁供热项目 建设规模：建设 2×25 t/h 生物质燃料集中清洁供热锅炉系统和相应的配套设施。 减碳效益：与传统燃煤锅炉相比，该项目年碳减排量 15 万 tCO ₂ 。 典型项目 2：湖南浏阳食品两型产业园集中供热项目 建设规模：建设 1 台 10 t/h 和 1 台 20 t/h 生物质燃料集中清洁供热锅炉系统和相应的配套设施。 减碳效益：与传统燃煤锅炉相比，该项目年碳减排量 3.5 万 tCO ₂ 。

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。

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
13	压水堆核电厂热电联供技术	通过核电机组热电联供堆机电热协调控制技术、安全可靠的核电机组汽轮机抽汽供热改造技术、辐射防护一体化供热运行控制技术、管道架空跨越实物保护周界技术方案、核能供热安全技术及风险管控体系，将核电厂的热量传递至居民用户。	核能供热工程采暖季设计热负荷 900 MWt，全年供热量 970 万 GJ，热网循环水设计供回水温度分别为 120℃和 30℃，大温差供热技术相较于常规温差供热技术沿线循环泵能耗降低 70%，供热半径约 80km，温降≤2℃，采暖季热电比为 0.89。	适用于压水堆核电厂中压饱和汽轮机抽汽供热集中供暖地区。	<p>典型项目 1：“国家能源核能供热商用示范工程”（“暖核一号”）核能供热二期工程 建设规模：供热负荷可达 202 MW，供热面积可达 500 万 m²。 减碳效益：相较于传统燃煤热电厂，该项目年碳减排量 33 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：海阳核电厂三期大规模核能对外供热项目 建设规模：盖乳山主城区 630 万 m² 供暖规模。 减碳效益：相较于传统燃煤热电厂，该项目年碳减排量 42 万 tCO₂。</p>
14	光伏玻璃自清洁纳米涂层技术	采用纳米二氧化硅分形组合技术，经过常温涂覆，在光伏玻璃表面形成 100 nm 左右微细的凹凸防护涂层，在组件表面形成 107 Ω~109 Ω 电阻值，具有抗静电性不易吸附空气中浮游的灰尘、微粒等污染源，实现保持光伏组件玻璃表面自清洁功能，达到光伏玻璃的高效自清洁和光催化效果。	耐久性 10 年以上； 10 min~30 min 即可表干； 光伏面板的透光率提高 4% 以上，反射率降低为 2.5 以下。	适用于光伏电站升级改造项目。	<p>典型项目 1：青铜峡铝业分公司 20 MW 光伏发电纳米自清洁防护涂层应用项目（集中式电站技改项目） 建设规模：20 MW。 减碳效益：相较于技术改造前，该电站实现了光伏发电效率提升。年碳减排量 1657.6 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：广州市时代宝湾国际物流园分布式光伏电站项目 建设规模：3.76 MW。 减碳效益：相较于技术改造前，该电站实现了发电效率提升。年碳减排量 507 tCO₂。</p>

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
15	钙钛矿太阳能电池规模化应用技术	该技术应用的钙钛矿太阳能电池通过光吸收层吸收光能，通过电荷分离将电子和空穴分离，并通过电极收集电子和空穴产生电流，实现光能向电能的转换。	开路电压 V_{oc} : 206.9 V; 最大功率点电压 V_{mpp} : 169.1 V; 短路电流 I_{sc} : 0.75 A; 最大功率点电流: 0.68 A; 最大功率 P_{mpp} : 115 W; 光电转换效率 17.43%，同等条件下钙钛矿组件的等效利用小时数较晶硅组件增加 9.3%左右。	适用于新建光伏电站项目。	典型项目：蒙西基地库布其 200 万 kW 光伏治沙项目 1 MW _p 钙钛矿光伏组件应用项目 建设规模：1 MW _p 钙钛矿光伏项目。 减碳效益：按项目年光伏发电量测算，项目年碳减排量为 987.61 tCO ₂ 。
16	中深层无干扰地热能供暖技术	该技术应用中深层地岩热同轴套管换热器设计、中深层地岩 2500 m 深热换热孔施工技术和中深层地岩热供热系统智能控制技术，向地下 2000 m 深处岩土层钻孔，孔径约 200 mm，在钻孔中安装密闭的金属换热器，将软化水作为循环工质注入换热器，通过热传导及热对流方式将岩土层中的热能导出，通过地面专用机组系统向用户供热。	单口换热孔系统额定输出功率 500 kW 至 700 kW。	适用于建筑地暖，也可为工业生产及加工、农业设施提供中低温热源。	典型项目 1：通渭县姜家滩小学中深层无干扰地热能供暖项目 建设规模：项目总供热面积 14697 m ² ，热负荷 840.19 kW，供热建筑包括小学综合楼、教学楼、食堂、厕所、大门、教研楼，以及附属幼儿园综合楼、活动楼。 减碳效益：相较于燃煤锅炉，该项目年碳减排量 842.5 tCO ₂ 。 典型项目 2：兰州中川机场三期扩建供油工程项目机坪航站区工程-第二航空加油站中深层地岩热供热系统 建设规模：总用地面积 27000 m ² ，约 40.5 亩，总供暖面积 5465 m ² 。 减碳效益：相较于燃煤锅炉，该项目年碳减排量 1533.99 tCO ₂ 。

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
17	分布式光热蒸汽供热系统	该技术以工业级太阳能真空管集热器为集热载体，生成 120℃~200℃的蒸汽。可以辅助配置太阳跟踪装置增加集热效率，或通过加热系统输出导热油等其他高温介质，满足工业或建筑用热需求。	该系统生产每 t 蒸汽需有效集热面积 1500 m ² 以上。	适用于建筑供暖、用热或轻工业生产所需 120℃~200℃ 供热需求。	<p>典型项目 1：海南通用康力制药有限公司太阳能改造项目 建设规模：太阳能蒸汽集热器 348 组，蒸汽额定产量 1 t/h。 减碳效益：较燃煤锅炉系统，年碳减排量 737 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：山东滨州渤海先进技术研究院槽式太阳能蒸汽项目 建设规模：槽式太阳能集热采光面积 1074.6 m²，蒸汽额定产量 0.7 t/h，用于建筑面积 10000 m² 的办公室供热供暖。 减碳效益：相较于原散煤供暖方式，年碳减排量约 588 tCO₂。</p>
18	新能源光伏气膜一体化应用技术	该技术将柔性光伏组件与气膜进行集成结合应用的“光伏+气膜”的产品，克服了太阳能光伏板轻质化、柔性化、封装工艺、套组设计等问题，能良好应对气膜在外部荷载作用下产生位移时的形变所带来的影响，打造光伏气膜 BAPV 一体化，实现气膜“自发自用、余电上网”。	耐风强度风速 45 m/s； 耐雹撞击性能：23 m/s； 工作温度：-40℃~85℃。	适用于体育场馆、仓储、工业厂房、环保处理、农业展览馆等领域。	<p>典型项目 1：湖南中成空间智能技术有限公司气膜光伏发电项目 建设规模：总气膜建筑面积 2500 m²，光伏装机容量 300 kW。 减碳效益：相较于市政用电，年碳减排量 123.32 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：常州录安洲码头分布式光伏项目 建设规模：总气膜建筑面积 271676 m²，光伏装机容量 11.6 MW。 减碳效益：相较于市政用电，年碳减排量 7621 tCO₂。</p>

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
19	非晶合金闭口立体卷铁心配电变压器关键技术	该技术应用“非晶带材高速零间距曲剪技术”“带材-铁心参数耦合的张力、纠偏、调速协同控制的铁心卷绕技术”“三相成型应力约束退火技术”“多维度等温同步加热控制技术”等多项技术，把非晶带材连续卷绕成非晶立体卷铁心。	额定电压：10/0.4 kV； 负载损耗、空载损耗：优于 GB 20052 要求； 声压级噪声：<45 dB； 短路最大电抗变化量：<1%。	适用于电网 10 kV 配电变压器。环境温度范围：-40℃~+40℃，海拔：<4000 m。	典型项目 1：国网浙江省电力有限公司 2021 年新增第一次配网物资协议库存招标采购建设规模：1701 台（全部为一级能效 400 kVA 非晶立体卷）。 年碳减排量：较在网运行的 S9 型变压器，每年碳减排量为 1.31 万 tCO ₂ 。 典型项目 2：国网江苏省电力有限公司 2022 年第三次配网物资协议库存招标采购建设规模：1551 台（903 台二级能效 400 kVA 非晶立体卷变压器、648 台二级能效 200 kVA 非晶立体卷变压器）。 减排效益：较在网运行的 S9 型变压器，每年碳减排量为 0.94 万 tCO ₂ 。
20	生物天然气制取、液化及碳捕集装备	该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 算法程序优化混合制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。	生物天然气产品参数优于《生物质天然气》（GB/T 41328-2022）中一类气标准； 液态二氧化碳产品参数达到《工业液体二氧化碳》（GB/T 6052-2011）标准； 有机肥产品参数达到《有机肥料》（NY 525-2012）标准。	适用于生物天然气原料资源量较多、可利用的有机废弃物丰富的地域进行生物天然气循环经济产业园的综合性开发与运营。	典型项目：安徽万博能源科技有限公司秸秆（有机废弃物）清洁高效资源化综合利用项目 建设规模：10 万 m ³ /d 生物天然气液化项目。 减碳效益：相较于常规天然气供应，该项目年碳减排量为 5.62 万 tCO ₂ 。

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，进而消除海绵铁焙炼过程的碳氧反应。	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。	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 。

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 ³ 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法制燃料乙醇项目 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 ⁶ Nm ³ 。 减碳效益：项目应用技术后年碳减排量为 5.28 万 tCO ₂ 。

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 m ³ /t~100 m ³ /t； 高炉燃料比≤470 kg/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。	氢冶金直接还原生产的 DRI 金属化率达到 94%，硫、磷含量<0.05%； 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 m ³ /tDRI； 主要污染物 SO ₂ 、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 m ³ /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≥99.0%或控制槽液油含量≤1.0 g/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。

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
8	基于 CO ₂ 热泵的蒸馏系统节能增效降碳及余热回收利用技术	该技术应用二氧化碳热泵，替代了酿酒系统低碳蒸馏的锅炉，开发了基于蒸汽热泵技术的蒸馏余热高效利用系统，利用 CO ₂ 热泵技术进行蒸馏散排蒸汽的余热回收，有效降低了白酒蒸馏生产过程碳排放。	热泵制取蒸汽流量为 1.15 t/h、压力 0.2 MPa、温度 120℃（补水温度 25℃）； 核心设备故障率不高于 3%，辅助设备故障率不高于 5%。	适用于白酒行业。	典型项目：中国贵州茅台酒厂基于 CO ₂ 热泵技术的蒸馏系统节能增效降碳综合利用路径示范 建设规模：1.15 t/h（2 个制酒班组蒸汽供应量）规模示范工程。 减碳效益：与原电锅炉蒸汽蒸馏系统相比，该项目年碳减排量 780.96 tCO ₂ 。
9	纤维素燃料乙醇生产技术	该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。	以年产纤维素燃料乙醇 3 万 t 规模为例，产出可燃性生物质废渣 9.5 万 t/a，浓浆 3.2 万 t/a。	适用于生物质秸秆资源化应用行业。	典型项目：国投生物纤维素燃料乙醇示范项目 建设规模：3 万 t/a。 减碳效益：项目投产后，以生物质燃料产气发电供生物质乙醇的生产，年碳减排量为 10 万 tCO ₂ 。

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
10	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。	球团单矿工序能耗可实现18 kgce/t。	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。	<p>典型项目 1：河钢乐亭 2×480 万 t 带式焙烧机球团项目 建设规模：采用带式焙烧机球团技术建设 2 条 480 万 t 球团生产线，分别生产熔剂型球团和酸性球团为高炉供料。 减碳效益：相较于链回环工艺，该项目年碳减排量为 41.42 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：伊朗 SISCO 年产 250 万 t 带式焙烧机球团项目 建设规模：采用带式焙烧机球团技术建设 1 条 250 万 t 球团生产线。 减碳效益：与链回环工艺对比，项目年碳减排量为 9.07 万 tCO₂。</p>
11	钢铁烧结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、降低碳基燃料；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。	吨矿固体燃料降低 1.5 kg； 环冷机废气余热吨矿发电量 23 kWh； 环冷机废气实现零排放； 汽电双驱风机可变频调速运行，与汽电双驱工频运行相比，有效轴功率可提升 25%； 主抽风机实现零电耗、反送电。	适用于新建烧结工程或现有烧结工程技术改造。	<p>典型项目 1：江阴兴澄特种钢铁有限公司淘汰落后产能烧结系统升级改造项目 建设规模：400 m² 烧结机升级改造。 减碳效益：较项目改造前降低碳排放 1.72 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：鞍钢股份炼铁总厂烧结机环保升级改造项目 建设规模：600 m² 烧结机升级改造。 减碳效益：较项目改造前降低碳排放 4.37 万 tCO₂。</p>

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
12	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。	平均运输能耗约为 0.12 kWh/t/km，下运发电功率约为 0.8 kWh/t/km（高差）。	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。	<p>典型项目 1：珍溪矿山长距离胶带机及成品料仓进料系统 建设规模：该工程规划建设能力为 2000 万~2600 万 t 砂石骨料生产系统。 减碳效益：相较于汽车运输模式，该项目年碳减排量为 3.67 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：中国铝业几内亚 Boffa 铝土矿矿山项目输送系统 建设规模：矿山外运成品矿规模 1800 万 t/a。 减碳效益：相较于汽车运输模式，该项目年碳减排量为 9277 tCO₂。</p>
13	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。	根据项目应用规模实现技术指标包括： 减少在线铁水罐个数； 降低铁水过程温降； 降低铁水脱硫剂消耗量； 提高铁水脱硫效率。	适用于钢铁联合企业高炉-转炉区段。	<p>典型项目：唐钢新区炼铁-炼钢界面优化和动态调度系统开发 建设规模：铁水产量 800 万 t/a。 减碳效益：与系统使用前相比，该项目年碳减排量为 5.85 万 tCO₂。</p>

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
14	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。	发电效率：43%~45%； 煤气单耗：2.55 Nm ³ /kWh~2.61 Nm ³ /kWh； 蒸汽参数：24.2 MPa/600℃； 烟气污染物排放：NO _x 浓度 ≤50 mg/Nm ³ ，SO ₂ 浓度 ≤35 mg/Nm ³ ，粉尘浓度 ≤5 mg/Nm ³ ； 变工况效率：30%~100%负荷效率较为平稳。	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。	典型项目 1：广西盛隆冶金有限公司产业升级技术改造工程（第二阶段）配套发电项目 3×145 MW 超临界煤气发电工程 项目规模：3 台 145 MW 超临界煤气发电机组。 减碳效益：与燃煤发电项目相比，该项目实现年碳减排量 198.5 万 tCO ₂ 。 典型项目 2：九江线材 1×145 MW 超临界煤气发电工程 项目规模：1 台 145 MW 超临界煤气发电机组。 减碳效益：与燃煤发电项目相比，该项目实现年碳减排量 66.2 万 tCO ₂ 。
15	介孔绝热材料节能技术	本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。	导热系数：300℃热面导热系数 ≤0.033 W/(m·K)、500℃热面导热系数 ≤0.047 W/(m·K)。 燃烧性能：燃烧等级为 A1 级不燃； 憎水率：憎水率达到 98% 以上，体积吸水率 ≤0.6%； 耐高温性：可以耐受 1000℃ 以上的高温。	适用于工业绝热领域。	典型项目 1：宁波中金石化有限公司供 PTA 蒸汽管线保温升级改造项目 建设规模：改造管径 DN400-DN500 管道，长度 5306 m。 减碳效益：相较于原保温方式，改造后热损失降低 30% 以上，年碳减排量 2528.2 tCO ₂ 。 典型项目 2：山东江盈热力有限公司输热管道保温改造项目 建设规模：管道直径：DN600，管道长度：25000 m。 减碳效益：相较于保温技术，年碳减排量 1.01 万 tCO ₂ 。

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
16	大型绿色低碳纯碱技术	该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 CO ₂ 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；采用液氨蒸发外冷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。	单位轻质纯碱产品综合能耗为 133 kgce/t 纯碱，可实现碳化尾气二氧化碳含量 1%~2%。	适用于化工新建纯碱装置，也适用于既有纯碱生产装置的节能改造。	<p>典型项目 1：江苏华昌股份有限公司纯碱生产项目 建设规模：年产 60 万 t 纯碱和氯化铵。 减碳效益：与原生产工艺相比，该项目实现年碳减排量 12.81 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：中盐昆山股份有限公司纯碱生产项目 建设规模：年产 80 万 t 联碱装置。 减碳效益：与原生产工艺相比，该项目实现年碳减排量 17.29 万 tCO₂。</p>
17	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。	二氧化碳利用率≥95%； 钠离子利用率≥98%； 碳酸氢钠产品符合《工业碳酸氢钠》（GB/T 1606-2008）中二类以上规格要求。	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。	<p>典型项目 1：四川省洪雅县青工科技有限公司钙芒硝矿废弃物资源化处理和生态环境保护项目 建设规模：年处理 40 万 t 钙芒硝矿废石，年产 10 万 t 小苏打、9 万 t 硫酸铵。 减碳效益：与常规小苏打生产工艺相比，该项目可实现年碳减排量 1.77 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：辽宁虹京实业有限公司硫酸钠废水高值转化制小苏打项目 建设规模：年处理 23 万 m³ 硫酸钠高盐废水，年产 3.5 万 t 小苏打、4 万 t 硫酸铵。 减碳效益：与常规小苏打生产工艺相比，该项目可实现年碳减排量 2.79 万 tCO₂。</p>

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
18	水煤浆水冷壁直连废锅气化炉技术	该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 H ₂ 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。	比煤耗：560 kg/kNm ³ (CO+H ₂) ~600 kg/kNm ³ (CO+H ₂)； 比氧耗：350 Nm ³ O ₂ /kNm ³ ~380 Nm ³ O ₂ /kNm ³ (CO+H ₂)； 碳转化率：>98.5%； 辐射废锅蒸汽产量：650 kg/kNm ³ ~1100 kg/kNm ³ (CO+H ₂)； 单套装置每年可减少 SO ₂ 排放 0.23 万 t、减少 NO _x 排放 0.26 万 t。	适用于石化化工、冶金等行业煤气化领域。	典型项目：河南金大地化工有限责任公司年产 45 万 t 合成氨搬迁改造项目 建设规模：年产 45 万 t 合成氨。 减碳效益：相较于原设备，改造后项目年碳减排量为 35.43 万 tCO ₂ 。
19	磁悬浮真空泵节能技术	该技术研究的磁悬浮真空泵，利用可控电磁力将电机转子悬浮支撑，由高速永磁同步电机直接驱动高效三元流叶轮，省去传统齿轮箱及皮带传动机构，机械传动无油润滑、无接触磨损。技术主要包括高动态响应磁悬浮轴承系统、高稳定磁力电机系统及其控制技术、高效磁悬浮真空脱水系统、远程智慧运维体系等磁悬浮综合节能关键技术。	磁轴承控制精度 < 10 μm； 噪声 < 85 分贝； 真空度范围 10 kPa~70 kPa； 传感器重复定位精度 ± 1 μm； 传感器分辨率 ± 1 μm。	适用于工业领域传统真空泵机替换。	典型项目 1：潍坊恒联特种纸有限公司造纸机成形部真空系统改造项目 建设规模：将 1 台原水环式真空泵替换为 1 台磁悬浮真空泵。 减碳效益：相较于原设备，通过节电实现年碳减排量 451.7 tCO ₂ 。 典型项目 2：泰中特种纸有限公司 1 号生产线造纸机真空设备升级改造 建设规模：将 4 台原水环式真空泵替换为 1 台磁悬浮真空泵。 减碳效益：相较于原设备，通过节电实现年碳减排量 921.6 tCO ₂ 。

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≥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。	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。	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：内蒙古瑞濠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 。

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
22	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。	转速范围：0 r/min~3000 r/min； 适配电机功率：4.0 kW~6000 kW； 转矩范围：40 Nm~80000 Nm； 调速范围：30%~97%； 传递效率≥96%。	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、抽油烟机等现场运行振动较大的冲击性负载。	典型项目 1：鞍钢股份有限公司炼钢总厂三分厂 LF 炉除尘风机永磁调速节能改造项目 建设规模：一台 LF 炉除尘风机进行安装永磁调速器进行节能改造（全年运行 8400 h 左右）。 减碳效益：与改造前相比，项目可实现年碳减排量 1111.27 tCO ₂ 。 典型项目 2：鞍钢炼铁新 1# 高炉热风炉助燃风机永磁调速节能改造项目 建设规模：一台 1# 高炉热风炉助燃风机实施永磁调速节能改造（离心式电动风机，适配电机功率为 1120 kW，转速 1483 r/min）。 减碳效益：与节能改造前相比，项目实现年碳减排量 701.23 tCO ₂ 。
23	一种离网智慧工业照明技术	该技术结合 N-LED 技术在电路板上设置 150 颗以串联方式连接 LED 灯珠，解决单颗 LED 灯珠之间 Vf 差异引起的电流一致性问题。采用增压技术将驱动电源改为 Boost 拓扑结构，实现高电压低电流输出，驱动输出电压 > 400VDC。利用驱动模块以增压电路方式保证每颗灯珠激发后色温寿命一致、发光效率最高。	光效≥218 lm/W； 驱动电源效率 95%； 整灯寿命最高 100000 h； LED 灯珠出光效率 240 lm/W； 灯罩透过率 97%。	适用于工业、商业、体育、道路等照明领域。	典型项目：湖北达能食品饮料有限公司车间智能照明改造项目 建设规模：对车间合计 8500 盏 84W 灯具进行改造，改造为 40 W 的 N-LED 具有离网技术的照明灯具。 减碳效益：与原照明方案相比，项目实现年碳减排量为 4576 tCO ₂ 。

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
24	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。	可实现吨乙烯能耗低于 559 kg 标油，较行业平均能耗水平降低 10%。	适用于炼化企业。	<p>典型项目 1：中国石化安庆分公司炼油转化工结构调整项目 建设规模：炼厂规模 800 万 t/a，其中重油催化裂解 300 万 t/a。 减碳效益：应用技术后，项目乙烯和丙烯收率提高 6 个百分点，BT×收率增量 7 个百分点以上，汽柴油收率降低 20 个百分点。项目实现年碳减排量 150 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：海南炼化 920 万 t/a 炼油与 60 万 t/a 芳烃联合装置项目 建设规模：920 万 t/a 炼油与 60 万 t/a 芳烃，包括芳烃抽提、歧化及烷基转移、BT 分离、异构化、二甲苯分馏、吸附分离单元及配套工程。 减碳效益：该项目采用原油直接裂解技术，可实现吨乙烯能耗低于 559 kg 标油，年碳减排量可达到 2.39 万 tCO₂。</p>
25	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。	余热利用率 90%以上；蒸汽压缩饱和温升可达 50℃；余热制取工质蒸汽绝对压力可达 2.0 MPa. A。	适用于化工工业中低温余热的回收再利用。	<p>典型项目 1：江南化工蒸汽凝液余热利用项目 建设规模：凝液 290 t/h、产蒸汽 14.2 t/h。 减碳效益：项目因余热回收利用带来的年碳减排量为 2.69 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：新安化工草铵膦浓缩塔顶气增压再利用项目 建设规模：塔顶水蒸汽 6.8 t/h。 减碳效益：项目因余热回收利用带来的年碳减排量为 1.27 万 tCO₂。</p>

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
26	多孔介质燃烧技术	该技术将气体燃料和氧化剂预混后在多孔介质空隙内或表面进行燃烧，气体在介质空隙内部产生旋涡、分流与汇合等剧烈扰动，燃烧更加充分、均匀，燃烧产生的热量通过介质本身的导热和辐射效应不断地向上游传递并预热新鲜燃气，同时通过多孔介质本身的蓄热能力回收燃烧产生的高温烟气余热，热量产生和利用率更高。	面功率密度 $>2\text{ MW/m}^2$ ； NO_x 排放浓度 $<30\text{ mg/m}^3$ ； CO 排放浓度 $<15\text{ mg/m}^3$ 。	适用于工业燃烧产热用热场景。	典型项目 1：某集团重庆某汽车玻璃钢化炉产线新建项目 ² 建设规模：为8条钢化玻璃生产线配套安装8台燃气玻璃钢化加热炉设备，年用气量1500万 m^3 。 减碳效益：相较于电加热炉技术，年碳减排量2.62万 tCO_2 。 典型项目 2：韶关锌冶炼加工节能改造项目 建设规模：为烧结车间、熔炼车间、锌精馏车间和动力车间开展节能改造。 减碳效益：较项目改造前，年可节约天然气750万 m^3 ，年碳减排量1.67万 tCO_2 。
27	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。	直流供电综合效率不低于89%； 电解槽直流母排电流波动小于1%。	适用于有色金属行业。	典型项目 1：昆明阳宗海绿色铝产业园绿色智慧能源项目 建设规模：51 MW分布式光伏，含12 MW直流接入。 减碳效益：采用绿色能源后年碳减排量为7750.65 tCO_2 。 典型项目 2：云南铝业股份有限公司下属六大园区分布式光伏特许经营项目 建设规模：175 MW 分布式光伏，含 26 MW 直流接入。 减碳效益：采用绿色能源后年碳减排量为 1.68 万 tCO_2 。

² 该典型项目涉及商业秘密，应申报企业要求，隐去项目主体信息。

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
28	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。	阴极炭块生铁浇铸组装成功率 > 99.9%，运行阴极压降 < 200 mV（石墨化）、< 260 mV（石墨质）； 应用该技术的铝电解槽阴极压降相比上一代主流的石墨质扎糊阴极组技术可降低 50 mV~80 mV，吨铝节电约 200 kWh。	适用于 160 kA~640 kA 电解槽新建及技术升级。	典型项目 1：广西华磊新材料有限公司电解槽阴极炭块供应项目 建设规模：500 kA 电解槽 7140 组阴极炭块组。 减碳效益：相较于石墨质扎糊阴极组技术，应用该技术吨铝可节电约 200 kWh，年碳减排量 6.5 万 tCO ₂ 。 典型项目 2：广西来宾银海铝业有限责任公司电解槽节能改造项目 建设规模：330 kA 电解槽 7614 组阴极炭块组。 减碳效益：相较于石墨质扎糊阴极组技术，该项目的年碳减排量 5.1 万 tCO ₂ 。

2. 建筑领域降碳类（11项）

建筑领域降碳类技术（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	金属氧化物半导体制热技术	该技术是新一代电加热基础性技术，利用某些特殊的禁带宽度较大的氧缺位 N 型金属氧化物半导体物质，在外加电场的作用下，核外价电子在禁带内产生激发和退激发（带内跃迁）过程中以远红外光谱线的形式释放能量，实现供暖功能。	电热转换效率：99.94%以上； 温度均匀性：不大于 0.5℃； 工作寿命：50 年加速老化实验，平均功率衰减不大于 3.3%； 安全性：泄漏电流不高于 0.1 mA； 感应电压 0.8 V~5 V； 防水等级：IPX7。	适用于非建筑供暖领域的新能源汽车电池保温、玻璃融雪除霜、农业大棚四季模拟、工业设备制热等多领域，以及符合 GB 55015 要求的建筑电采暖场景。	典型项目：中铝未来科学城办公楼项目 建设规模：改造面积为 2600 m ² 。 项目年碳减排量：相较于传统制热技术，年碳减排量 31.3 tCO ₂ 。
2	臭氧催化分解功能材料	臭氧催化分解涂料直接喷涂于墙体外立面或复合到汽车零配件（如散热叶片）上，利用水滑石类催化材料独特的层间羟基，将接触臭氧快速降解为氧气，实现区域臭氧持续分解。	实现局部区域臭氧浓度降低 5%~10%。	适用于外墙墙体或移动源（车）零部件。禁止在空气质量监测站附近的建、构筑物使用，禁止用于影响监测站臭氧监测浓度。	典型项目：大兴区黄村公园臭氧分解涂料应用示范 项目规模：5200 m ² 。 年碳减排量：相较于喷涂前，年碳减排量约 500 tCO ₂ 。

建筑领域降碳类技术（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	高效热泵空调系统关键技术	该技术提出两相流体相分离技术，在热泵空调低温制热时，通过两相流体相分离技术，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，提升低温制热量；优化流路设计，实现室外换热器兼顾高效蒸发和高效冷凝，同时提升制冷制热能效比。在热泵空调制热时，通过两相流体相分离技术，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。	APF 达到 4.53； 管内传热系数比常规 D5 小管径铜管高 10.7%，比常规 D7 铜管高 6.9%。	适用于热泵空调领域。	典型项目：12 kW 热泵空调系统产品 ³ 建设规模：年产销量 15 万套。 年碳减排量：对比同数量无相分离技术的常规二级能效产品，本产品应用后年碳减排量 2.6 万 tCO ₂ 。

³ 典型项目为热泵空调系统核心产品，不涉及项目主体信息。

建筑领域降碳类技术（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
4	建筑高效贴附通风及低耗输配关键技术	该技术以保障建筑环境的附壁通风理论为核心，建立了适用于建筑室内环境先进通风气流组织营造的附壁通风技术及设计方法，实现了室内控制区空气稳定分层、新鲜空气优先输送至工作区，解决了高大建筑空间夏季通风空调低效、冬季空调供热工况失效难题。发展了建筑供热、通风、空调输配系统低阻力优化设计技术，研发了整套建筑输配系统低阻低碳技术装备。	建筑通风效率提高20%~60%； 建筑输配系统阻力可降低25%~90%； 建筑环境保障系统能耗降低>20%。	适用于新建、扩建及改建的民用建筑、交通建筑、工业建筑和设施农业等。	典型项目 1：雄安站综合交通枢纽贴附通风 建设规模：48 万 m ² 。 减碳效益：与传统混合通风相比，年碳减排量 172 tCO ₂ 。 典型项目 2：郑州地铁站 17 号线贴附通风 建设规模：7 万 m ² 。 减碳效益：与传统混合通风相比，年碳减排量 79.5 tCO ₂ 。
5	新型光伏建筑一体化减碳关键技术与应用	该技术通过光伏建筑一体化集成技术，将高效率、高强度、轻荷载、多色彩的光伏材料转变为装配式一体化的光伏墙体、光伏屋面和其他光伏建筑构件，可以替代传统的建筑围护结构，既具有发电功能，还具有保温、隔热、隔声、防水、防潮、耐火、耐久等建筑外围护体系功能。	光电转化效率：黑色晶硅光伏建材 20%以上，彩色 16.8%以上。	适用于各类新建、改造建筑及城市设施。	典型项目 1：国华大连自贸区 BIPV 分布式光伏一批次项目 建设规模：光伏装机容量 2.0968 MW _p ，屋面采用单晶硅光伏组件，立面采用铜钢镓硒光伏组件，运行模式为“自发自用，余电上网”。 减碳效益：相较于建筑改造前，年碳减排量 2043 tCO ₂ 。 典型项目 2：大连凯旋国际大厦灾后重建 BIPV 项目 建设规模：光伏墙体面积达到 3100 m ² ，总装机量 247.69 kW _p 。 减碳效益：项目运行后，可再生电力可满足自身用电 30%的用电需求，年碳减排量 147 tCO ₂ 。

建筑领域降碳类技术（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
6	绿色环保节能智能制备高品质砂石关键技术	该技术以“以破代磨，湿筛干破”为核心，结合“高品质机制砂石制备关键技术”“粗碎矿料识别及有害物质精准剔除”“高效整形调级破碎监测与控制”“粗骨料在线检测与智能调控”和“细骨料在线监测与智能参配”等关键工艺技术，开发了高品质机制砂石全流程智能制备系统集成，在满足绿色低碳制备前提下取消棒磨机能源电力消耗。	产品质量符合《建设用砂》(GB/T 14684) I类砂石标准且部分指标优于天然河砂，矿产资源利用率提升5%以上，用水量降低75%，能耗降低10%~21%，粉尘和噪声控制满足GB 16297-1996和GB 12348-2008标准。	适用于工程建设特种高性能混凝土专用砂石产品领域；绿色砂石建材领域；矿产品加工分选领域；固废深度开发利用领域；矿山修复及地质灾害治理领域。	典型项目1：广东太平岭核电厂一期砂石厂工程建设规模：设计生产能力350 t/h，至一期合同结束累计生产240万t砂石骨料。 项目年碳减排量：较传统砂石制备工艺技术，年碳减排量273.84 tCO ₂ 。 典型项目2：淇县二道庄废弃矿山治理综合利用工程建设规模：年产1000万t，小时产量3000 t。 减碳效益：较传统砂石制备工艺技术，年碳减排量8554.5 tCO ₂ 。
7	全固废免烧胶凝材料技术	该技术采用钢渣、矿渣、脱硫石膏等工业固废为原材料，通过配比优化和粉磨加工制备出一种新型水硬性胶凝材料。该胶凝材料生产过程不存在石灰石分解，不需要高温煅烧，不消耗天然资源，各项性能达到传统水泥的技术指标要求。	全固废免烧胶凝材料产品质量符合国家标准《钢铁渣复合料》(GB/T 28294-2024)中规定的钢铁渣复合胶凝材料的技术指标要求。	适用于钢渣、矿渣和脱硫石膏等工业固废的资源化利用，产品应用于预拌混凝土、预制混凝土、砂浆、建材制品等建材领域，或软土固化、道路水稳、矿山充填等领域。	典型项目1：山西蕴宏环境科技发展有限责任公司年产50万t全固废免烧胶凝材料项目 项目规模：50万t/a。 减碳效益：相较于传统硅酸盐水泥生产工艺，该项目年碳减排量30万tCO ₂ 。 典型项目2：北科蕴宏（三河市）低碳科技有限公司年产40万t全固废免烧胶凝材料项目 建设规模：40万t/a。 减碳效益：相较于传统硅酸盐水泥生产工艺，该项目年碳减排量24万tCO ₂ 。

建筑领域降碳类技术（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
8	面向使用者行为的边缘自控建筑节能管理系统	该技术通过人工智能和物联网技术实现建筑空间内用能设备自动管理，部署超低功耗无线通信模块智能传感器和智能终端，在每个空间单元配置边缘端 AI 节点，实时接收传感器信号，根据多场景自动决策模型做出管理决策，对智能终端进行自动控制管理，可降低能耗、提升空间舒适度，并减少人工管理成本。	自动率 90%以上，可靠性 99%以上，单次感应到决策到响应总时长 < 2 s，单网关可管理终端设备 ≥ 100 个，单个项目可管理终端数量 ≥ 100 万个；人体存在感知传感器采用毫米波雷达技术，探测距离不小于 5 m，角度不小于 120 度，3 m 内厘米级微动检测。	该技术对建筑类型无特殊要求，适用于国内外写字楼、政府办公楼、学校、医院、产业园区等公共建筑。	<p>典型项目 1：中广核大亚湾核级设备鉴定实验楼智慧节能管理系统 建设规模：10000 m² 建筑空间。 减碳效益：相比改造前，年碳减排量约为 195 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：空客中国创新中心（ACIC）智慧节能管理系统 建设规模：约 1100 m² 建筑空间。 减碳效益：相比改造前，年碳减排量约为 2.19 tCO₂。</p>
9	模块化集成建筑（MiC）技术	将建筑根据功能分区划分为若干模块进行高标准的工业化预制，运送至施工现场装嵌成为完整建筑。集成关键技术包括高层钢结构与高层混凝土模块化建筑结构体系力学性能及设计方法，建筑、结构、机电、围护、内装一体化集成设计技术，模块化建筑生产和施工成套关键技术，全生命周期绿色节能减碳技术等。	运营阶段制冷能耗降低 11%；MiC 建筑废弃物较传统项目减少 75%以上，施工过程减少约 25%的材料浪费、70%的建筑垃圾和 55%的能源消耗。	适用于酒店、公寓、学校、医院、住宅、防疫设施等民用建筑建造。	<p>典型项目：深圳市龙华区华章新筑项目 建设规模：规划占地面积 38588 m²，一期总用地面积：24067.18 m²；一期总建筑面积 173491.6 m²。 减碳效益：与同体量装配式建筑相比，年碳减排量约 1185 tCO₂。</p>

建筑领域降碳类技术（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
10	空气源热泵高效舒适供热关键技术	该技术构建独特的扩压增流可换向风机及末端系统，实现双向可变送风，上部气流和下部气流可同时送风或者单一送风，能够在不同的热环境下，输出对应的气流组织形式，实现更好的送风效果。连续供热高效热气除霜技术基于热气直通除霜循环技术，通过相电流在线检测识别制冷剂状态实现高除霜热量控制，通过热气分流均衡调控方法提高换热器除霜效率，实现结霜工况下空气源热泵保持高效舒适供热。	3HP 机型全年能源效率APF=4.56； 制热运行节能率达19.2%~48.7%； 制热运行房间垂直空气温差低于0.9℃； 除霜期间室内侧温降0.9℃~1.1℃。	适用于家用住宅场景，使用工况条件满足室外环境温度TW≥-40℃。	典型项目 1：蒙古国低温空气源热泵采暖应用及示范项目 建设规模：7 户示范用户使用空气热泵空调机组 7 套（其中 2 套 4 kW 热泵空调，5 套 8 kW 热泵空调）。 减碳效益：较本地区同等条件下传统供热方式，该技术年碳减排量 30.05 tCO ₂ 。 典型项目 2：北京房山区电采暖升级改造项目 建设规模：1.8 万套空气源热泵空调，约 12000 套 4 kW 热泵空调，6000 套 7.2 kW 热泵空调。 减碳效益：较本地区同等条件下直电式电暖器采暖方式，该技术年碳减排量 6513.4 tCO ₂ 。

建筑领域降碳类技术（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
11	光储直流化空调系统控制技术	该技术将新能源直流直发与变频空调直流直用相结合，减少光伏、储能输出电到驱动空调运行之间的多次转换，减少能量损失，效率提升 8%，采用最优化的关键设备选型、系统配置和运行控制方案，有序控制系统内部的能量流动，使其实现多种模式运行及实时切断，实现光储空调对光伏电高比例消纳、高效利用和空调系统可靠运行；直流母线电压调整、闪变、跌落，特别是光伏间歇波动和电网侧瞬时扰动叠加冲击下，避免空调永磁电机高速下失步失稳，保证离心式、螺杆式、涡旋式、转子式等压缩机在复杂气动工况下稳定运行，实现节能减排。	实现光伏直驱利用率达 99.06%，电能转换效率提升达 8.09%； 切换时间 ≤ 4.6 ms，并网电流谐波 ≤ 1%；母线电压超调 ≤ 9.8%，恢复时间 ≤ 83 ms； 系统多模式切换瞬间及最大功率阶跃下，转速波动 ≤ 0.46 Hz。	适用于有低碳绿色节能需求、可铺设光伏组件的建筑和自主消纳光伏的应用场景。	<p>典型项目 1：山西大同未来能源馆光储离心机系统工程项目 建设规模：光储离心机组 1 台、直流风盘四个型号共 28 台、直流水泵 7 台、直流冷却塔 1 台等，主机功率 400 kW，光伏装机功率 400 kW。 减碳效益：较同等面积传统建筑，技术应用后年碳减排量 230 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：珠海格力绿控科技有限公司光储空调项目 建设规模：建筑面积 7800 m²，光储离心机单体冷量 700RT 机组，共计 3 台，光伏接入共计 1.2 MW。 减碳效益：较同等面积传统建筑，技术应用后年碳减排量 695 tCO₂。</p>

3. 交通领域降碳类（15项）

交通领域降碳类技术（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	甲醇双燃料直流综合电力推进智能散货船关键技术	该技术集成甲醇/柴油双燃料发电机组（含甲醇储存、供应、加注、驳运等系统）、分布式电站、储能电池组单元、电电混合 1 kV 级直流综合电力系统方案，坚持“功能复用、功能集成和简单化原则”，将推进变频器、岸电充电装置功能复用，应用双燃料原动机直接驱动十二相交流整流发电机，在稳定输出 1000 V 直流电前提下，根据负荷率和原动机燃料消耗特性对原动机转速进行优化，实现发电机变速运行，降低燃料消耗。	减少约 99%的硫化物、80%的氮氧化物、95%的PM； 能耗降低约 15%。	适用于航道水流复杂、功率负荷要求变化大的内河船舶；新造船和改造船。	典型项目：甲醇双燃料直流综合电力推进智能散货船 ⁴ 建设规模：10850 载重 t。 减碳效益：固定航线与同尺寸船型相比，年碳减排量为 1258 tCO ₂ ；可变航线与同尺寸船型相比，可有效节省燃油 19%，降低 CO ₂ 排放量 9%。
2	氢燃料动力船舶关键技术	该技术设计研发一款氢燃料动力船舶，采用高压储氢技术；500 kW 级氢燃料电池动力系统、智能化直流电力管理中心和 500 kW 级高效永磁电力推进系统。	采用钢铝复合结构，总长 49.9 m、型宽 10.4 m、型深 3.2 m，乘客定额 80 人，最高航速 28 km/h，巡航航速 20 km/h，续航里程可达 200 km，取得燃料电池动力、绿色船舶、智能机舱、能效设计等入级符号。	适用于多种内河、近海和远洋船舶，可作为船舶的主动力和辅助动力。	典型项目：“三峡氢舟 1”号 ⁵ 建设规模：500 kW 燃料电池系统，240 kg 高压储氢量。 减碳效益：相比传统柴油动力船舶，年碳减排量 343.67 tCO ₂ 。

⁴ 项目为货船产品，不涉及项目主体信息。

⁵ 项目为氢动力船产品，不涉及项目主体信息。

交通领域降碳类技术（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	船用翼型风帆助推技术	该技术利用机翼原理，使空气流过风帆翼型剖面时产生速度差，从而产生压力差，即升力；升力和拖曳力在航行方向上的分力构成推进力，助推船舶航行。通过控制风帆角度，适配船舶航行方向和实时风场资源，最大程度利用风能实现船舶助推。	以 VLCC 为例，一对风帆平均节能主机功率 4%以上，最高节能 16%，年平均节油 389 t，EEDI 贡献率为 3.0%； 核心部件国产化率不低于 90%。	适用于油船、散货船、矿砂船、化学品船等多系列、多船型。	典型项目：翼型风帆助推系统工程化应用研究 ⁶ 建设规模：2 对船用翼型风帆助推装备。 减碳效益：以超大型原油船经济航速营运于中东—远东航线为例，与未安装前相比，年碳减排量为 2950 tCO ₂ 。
4	轨道交通场站磁悬浮制冷空调技术	该技术以磁悬浮压缩技术和直接蒸发制冷技术相结合的一体化空调机组，集成直流变频技术、自清洁过滤技术、可变风道的蒸发旁通技术等多种节能方式，实现制冷剂与新风直接换热。	机组制冷循环能效比 10.49； 机组整机能效比为 6.57。	已应用于轨道交通场景，未来可推广至工业厂房、数据中心、交通枢纽等高大空间使用场景。	典型项目：北京市轨道交通 19 号线一期工程磁悬浮式净化空调 建设规模：地铁牡丹园站空调系统，制冷面积约 10000 m ² 。 减碳效益：与同等规模地铁站空调系统相比，项目实际产生年节电量 25 万 kWh，年碳减排量 145 tCO ₂ 。
5	Q25W 双源电气化公路重卡牵引车技术	电气化公路牵引车采用“线网+动力电池”的双源动力方案，地面系统将电力系统电能转化为牵引电力电能输送到架空接触网，电气化公路牵引车通过受电弓将接触网的电能传输至车载能量管理中枢，在控制系统的指挥下驱动车辆行驶。	DC/DC 变换器：额定/最大功率 250 kW/300 kW 每 min，典型工况效率 ≥95%； 车载受电弓：双弓中心距 1150 mm，工作高度为 220 mm~1500 mm，升/降弓时间 ≤10 s； 根据电池电量分阶段分目的进行功率分配。	适用于电气化公路，具有地面供电系统，负责能源供应，主要由牵引变电站和架空接触网构成。	典型项目：伊吾智能互联科技有限公司零碳智能电气化公路示范项目 减碳效益：相对于柴油牵引车，技术运行过程中年碳污协同减排量 6 万 tCO ₂ 。

⁶ 项目为风帆产品，不涉及项目主体信息。

交通领域降碳类技术（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
6	城市轨道交通混合储能型再生能量利用技术	该技术由储能装置与智慧能源管理系统组成。在列车制动时将再生能量存储在在地面储能装置中，在列车牵引时进行释放，通过智慧能源管理技术实现能量的最优化利用，实现城市轨道交通系统的节能减碳，提升供电系统的供电质量和稳定性。	额定功率：1 MW~1.5 MW； 充放电效率：≥95%； 电流响应速度：≤20 ms； 牵引网侧电压纹波：≤0.5%； 电流均衡度：≥99%； 空载电压预测精度：≥90%； 列车运行工况预测精度：≥90%。	适用于国内外城市轨道交通路线新建及技术升级。	典型项目：八通线再生能量利用技术示范应用研究项目 减碳效益：较八通线再生能量利用技术示范应用项目实施前，实施后年碳减排量约为 2356 tCO ₂ 。

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。

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
8	港口纯电动无人集卡应用技术	该技术由 5G 集成模块、智能水平运输管理模块（VMP Vehicle Management Platform）、车路协同模块、数据交互管理模块和智能化纯电动无人集卡五大模块组成，利用 5G、北斗、自动驾驶、人工智能等新一代技术与码头业务深度融合，与码头生产管理系统对接的港口水平运输整体解决方案，解决港口行业绿色智慧升级面临的关键共性问题。	桥时效率达到 28 自然箱/h； 无人集卡与岸桥、场桥精准停车成功率≥95%，对位时间≤10 s，精准停车精度≤5 cm； 无人集卡与有人集卡混合作业，人工接管率≤5%。	适用于港口水平运输领域、相对封闭的作业环境。	典型项目：基于“5G+北斗”无人驾驶集卡系统在中远海运港口厦门、泉州、武汉码头应用 建设规模：超 60 台无人集卡混合编组商业化运营，年作业量超 50 万 TEU。 减碳效益：相比较原有柴油拖车，年碳减排量 1430 tCO ₂ 。
9	集装箱港口绿色节能降碳集成技术	该技术以集装箱港口节能降碳、提质增效为主线，围绕能源消耗清洁化、工艺设备低碳化、运输方式绿色化三个重点方向形成了集装箱港口绿色节能降碳集成技术。能源消耗清洁化是通过采用分布式光伏发电方式，优化港口用能结构，提高绿色能源消耗占比；工艺设备低碳化通过采用燃油设备电动化改造升级、混合动力轮胎吊研发、新能源流动机械迭代更新，降低港口作业能耗，减少二氧化碳排放；运输方式绿色化通过采用智能空轨的立体互联集疏运系统，具备岸电接电能力船舶推进常态化接电。通过集成技术全景化应用，降低了港口能源消耗，实现了节能减排。	单位吞吐量能耗：1.33 tce/万 t； 单位吞吐量碳排放量：0.78 tCO ₂ /万 t。	适用于集装箱码头、绿色低碳港口建设。	典型项目：青岛港前湾港区绿色港口项目 建设规模：在青岛港前湾港区推广应用集装箱港口绿色节能降碳集成技术，建成国内四星级绿色港口，可以全天候停靠载箱量 20000TEU 以上集装箱船舶，拥有 11 个深水集装箱船舶专用泊位，码头岸线长达 3400 m，堆场总面积达 234 万 m ² ，设计年通过能力 650 万 TEU 以上。 减碳效益：相较改造前，年碳减排量 1.97 万 tCO ₂ 。

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
10	基于储能电池的船舶绿色动力系统研制与应用技术	该技术采用综合直流电力系统，储能电池作为唯一或主要动力源为船舶提供主动力源，储能电池输出直流电源，经过直流驱配电系统供给全船推进动力及日用电源，配置综合控制系统实现船舶能量管理及推进控制，关键技术包括高安全性储能电池系统设计技术、大容量储能电池系统并网负载均衡控制技术、综合直流电力系统保护设计技术。	储能电池包能量密度： ≥ 120 Wh/kg； 负载均衡度： $\leq 5\%$ 。	主要适用于内河船舶，涵盖公务船、游览船、港作船、集装箱船、散货船等众多船型。固定航线短航程船舶可采用纯电池动力形式，长航程船舶可采用混合动力形式。	典型项目：上海浦江游览集团有限公司纯电池浦江游览船新能源动力系统 建设规模：船舶长 40 m、150 客位、总宽 10.6 m。 减碳效益：较传统燃油动力船舶，年碳减排量 78.19 tCO ₂ 。

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
11	大功率船用甲醇燃料发动机	该技术对燃烧边界条件、油气室协同作用、燃料活性分层进行优化调控，提出适用于功率船用甲醇燃料发动机的燃烧系统；开展船用甲醇燃料喷射系统核心零部件的研制及验证，构建起甲醇燃料喷射系统的技术开发验证体系和平台；确定适用的船用甲醇燃料供给系统的技术路线，开展系统集成及电气优化；采用先进催化剂材料制备技术，开发以贵金属和过渡金属为核心活性组分的高效氧化催化剂，结合现有船舶发动机的后处理设备实现多污染物协同控制。	狄塞尔循环路线下的大功率船用甲醇燃料发动机甲醇最高替代率 $\geq 90\%$ ，经后处理排放满足 Tier III，甲醛脱除效率 $\geq 90\%$ ； 奥托循环路线下的大功率船用甲醇燃料发动机甲醇最高替代率 $\geq 60\%$ ，经后处理排放满足 Tier III，甲醛脱除效率 $\geq 90\%$ ； 狄塞尔循环路线下的甲醇燃料喷射系统在额定工况下，最大稳定喷射压力不低于 600 bar，各缸喷射量偏差不大于 $\pm 5\%$ ； 甲醇燃料供给系统：供给压力 ≥ 10 bar，压力波动 < 0.5 bar； 甲醇喷射控制系统：醇压控制采样精度 $\leq 0.5\%$ FS；驱动脉宽控制误差 ≤ 50 μ s。	适用于所有船用低速机与中高速机。	<p>典型项目 1：零碳低碳燃料发动机⁸ 建设规模：开发一型 8ML320DF-M 甲醇燃料中速机，建成一个满足该型甲醇燃料中速机试车的试验台架以及辅助系统，同时建设一套甲醇燃料供给系统，项目完成后，具备年生产大功率甲醇燃料中速机 12 台的能力。 减碳效益：对比船用柴油发动机，年碳减排量 3780 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：船用 920 mm 缸径甲醇燃料低速机工程样机 建设规模：开发一型 10×92DF-M 甲醇燃料船用低速机，建成一个满足该型甲醇燃料低速机试车的试验台架以及辅助系统，同时建设一套甲醇燃料供给系统，项目完成后，具备年生产大缸径甲醇燃料低速机 8 台的能力。 减碳效益：对比船用柴油发动机，年碳减排量 1.94 万 tCO₂。</p>

⁸ 典型项目为发动机产品，不涉及项目主体信息。

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
12	电动重卡快速换电补能和智慧管控技术	该技术开发了换电式一体化电池框架、车载换电底托和标准化电池系统，提升了电池系统的兼容共享能力；高速重载自适应换电机器人能够满足不同应用场景 3 min~5 min 快速换电的需求；开发了涵盖“车-电”智能硬件终端、换电站站控和云平台三位一体的智慧管控系统，实现重卡换电远程运维和智慧运营调度。	单次换电时长≤5 min； 换电一次成功率 99.9%； 换电站站控兼容品牌数量：5 家； 车辆换电预测准确率：1 小时预测准确率≥83.76%；2 小时预测准确率≥96.73%；换电站换电次数预测准确率≥80%。	适用于钢厂、矿山、港口、电厂、城市渣土、商砼、国省道和高速等电动重型商用车运营场景。	<p>典型项目 1：成都武侯智远大道换电站项目 建设规模：新建 1 座新能源重卡充换电站及配套电力接入，服务 40 台换电混凝土搅拌车运营。 减碳效益：相较于传统燃油搅拌车，年碳减排量 778.8 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：浙江宁波梅山港码头站项目 建设规模：新建 1 座新能源重卡充换电站及配套电力接入，服务 118 台换电牵引车运营。 减碳效益：相较于传统燃油牵引车，年碳减排量 1027.67 tCO₂。</p>

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
13	高桥隧高速公路新能源微电网集群柔直供电互联技术	<p>新型公路直柔微电网系统架构采用直流 1500 V 技术构建直流微电网，大幅提高该段落清洁能源使用占比，供电系统由电网作为支撑电源、光伏等清洁电力作为主电源、储能系统提供调节支撑、柴油发电机组应急备用共同组成。电力变换装备包括能源路由器主站、能源路由器节点站、风驱节点站、照明节点站、线路电缆、段间互联装置、分布式光伏和储能直流接入 1500VDC 直柔微电网的 DC/DC 变换装置，直柔微电网运行管理平台等，实现“源网荷储”高效运行。</p>	<p>清洁能源自给率：>80%； 综合供电效率：>90%； 电力变换效率：>95%； 道路供电外线减少率：>60%； 供电半径提升：≥5 倍； 国产化率：100%； 用能减碳率：≥40%。</p>	<p>适用于所有公路场景，特别适用于平安交通或智慧高速建设需求的道路场景，以及高桥隧比高速公路、新能源充电需求增加明显的道路或高速。</p>	<p>典型项目：沿江高速（宁攀段）1500 V 柔性直流新能源微电网集群示范项目 建设规模：利用红格互通段周边沿线 11 个隧道、一处服务区、一处管理中心、两处收费站建设总长度 23 km 光伏廊道。 减碳效益：相较于传统技术年用电碳排放，该技术应用后年碳减排量约为 6859.3 tCO₂。</p>

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
14	全深式泡沫沥青就地冷再生路面成套技术	该技术 100%再生利用旧沥青路面面层与部分基层材料就地修复半刚性基层沥青路面的结构性损伤。根据旧路面状况与冷再生沥青结构层等因素，确定结合料用量比例和施工工艺，采用就地冷再生机一次性实现铣刨、拌和、摊铺和碾压成型，施工快捷，可将原有的半刚性基层转换为柔性基层，改变整体路面结构的受力特性，延长使用寿命。	采用该技术与装备养护维修各等级公路，相比传统维修方案可节约费用 36.5%，能耗分别为热拌沥青混凝土层的 29.5%和水稳碎石基层的 51.9%，排放系数同比降低 20.7%和 60.0%。	适用于国内城市道路、高速公路及其他各等级公路半刚性基层沥青路面养护维修工程。	<p>典型项目 1：天津大道（K28+000—中央大道）段养护维修工程 建设规模：对全长 8.59 km 路面进行维修。 减碳效益：采用全深式冷再生技术，相较于厂拌冷再生减排量约 117.55 tCO₂，减排率可达 32.31%；相较于铣刨重铺，年碳减排量约 386.91 tCO₂，减排率可达 61.10%。</p> <p>典型项目 2：外环线冷再生维修养护工程 建设规模：对全长 2.626 km 路面进行维修。 减碳效益：采用全深式冷再生技术，相较于厂拌冷再生年碳减排量约 97.33 tCO₂；较于铣刨重铺，年碳减排量约 320.36 tCO₂。</p>
15	退役锂电池全过程清洁循环利用关键技术与应用	该技术基于化学原理捕集热解废气，耦合浸锂液制备锂盐；通过镍钴锰短程共萃，实现稳态结晶与晶种可控，制备高端前驱体；设计废气废热及氧循环利用系统，研制辊道窑低碳烧成系统；基于高盐废水汽提脱氨与复合除杂，实现循环再造元明粉。技术工艺从电池预处理延伸至正极材料合成，实现全过程资源化回收。	镍钴锰回收率 >99.6%，锂回收率 >91.0%，氨氮回收率 >99.9%； 每处理 1 t 退役电池废气排放量 <2000 m ³ /t； 每处理 1 t 退役电池废水排放量 <50 m ³ /t； 每 t 正极材料综合碳减排超 16.5 tCO ₂ 。	适用于废旧动力电池一体化回收和资源化利用新技术。	<p>典型项目：湖南邦普循环科技有限公司新能源汽车用动力电池高镍正极材料产业项目 建设规模：年产正极材料 3.5 万 t。 减碳效益：与正极材料生产流程相比，该项目年碳减排量 3.6 万 tCO₂。</p>

4. 农业领域降碳类（5项）

农业领域降碳类技术（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	“粪-沼-蔬”生态循环与生物质能发电系统化技术	该技术利用猪粪尿厌氧发酵产沼气，沼气提纯生产生物天然气，沼液精准配方施肥和水肥一体化精准滴灌，沼液浓缩生产高端有机水溶肥，沼液硝化减排固氮和水培蔬菜种植。	厌氧发酵产沼气，容积产气率在1.2以上，沼气中甲烷含量55%以上。	适用于种养结合全产业链行业与能源行业协同发展领域。	典型项目：上海松林生态产业园-松林方舟生态农业综合体 建设规模：占地1500亩。 减碳效益：应用该技术后，年碳减排量约2.6万tCO ₂ 。
2	农业有机固废酶解高效腐熟关键技术	该技术采用全封闭式高温（80℃~85℃）快速发酵装备，结合复合酶解制剂，将农业有机固废腐熟时间缩短到2h，实现高产连续生产。本技术可对原料中病原微生物实现100%杀灭效果、不同抗生素残留转化率100%，同时采用保氮固碳腐熟新工艺，通过密闭发酵减少碳排放、碳氮排放，腐熟过程中二氧化碳、氨气排放趋近于零，无甲烷形成。	经过高温（发酵温度可达80℃）酶解工艺制备的有机肥达到《有机肥料》（NY/T 525-2021）标准要求。	适用于农业有机固废的酶解高效腐熟及资源转化利用。	典型项目：天津福盈农业科技有限公司农业有机固废酶解高效腐熟关键技术应用项目 建设规模：2套每批次8t全封闭式高温（80℃~85℃）快速发酵设备，占地面积约320m ² ~350m ² ，年处理2.8万t有机固废。 减碳效益：与传统堆肥技术相比，年碳减排量3027.36tCO ₂ 。

农业领域降碳类技术（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
3	内环流控温储粮技术	该技术通过利用粮堆内部的“冷芯”和“冷源”来调节仓温和粮温，冬季通过通风系统降低粮温并蓄存冷量，利用自然环境中的低温来预冷粮堆，形成一个天然的“冷芯”，为夏季控温做准备；夏季利用小功率风机将粮堆内部的冷空气抽出，通过保温风管输送到仓内空间，以此来降低仓温和粮堆的温度梯度。	平房仓风机额定功率为1.1 kW及以上； 浅圆仓风机额定功率为3 kW及以上。	适用于保温、隔热和气密性较好的，具备一机多道通风系统的平房仓、浅圆仓和立筒仓。 适用于经过冬季通风降温后全仓平均粮温在5℃以下、夏季明显存在“热皮冷芯”现象的散装储存粮堆。 适用于冬季蓄冷条件更好的低温干燥储粮生态区（第2区）、低温高湿储粮生态区（第3区）以及中温干燥储粮生态区（第4区）。	典型项目 1：中储粮（天津）仓储物流有限公司内环流控温系统 建设规模：14个浅圆仓，共计14万t。 减碳效益：相较于空调控温等其他储藏技术，年碳减排量为85.43 tCO ₂ 。 典型项目 2：中央储备粮西安直属库有限公司内环流控温系统 建设规模：29个浅圆仓、10个平房仓共计27万t。 减碳效益：相较于空调控温等其他储藏技术，年碳减排量为164.76 tCO ₂ 。

农业领域降碳类技术（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
4	生物动力循环种养生态减排技术	该技术利用生物动力和生物益生菌技术改善畜禽肠道微生物环境，实现林、农、工三业互补融合发展，提高林业附加值；原位资源化利用生产过程中产生的秸秆、绿废、粪污等有机污染物，以及资源化利用无机污染物生产现代农业设施，优化林业机械作业和绿色清洁能源空间。	/	适用于低效林改造、生态农业、废弃物资源化处理和风光新能源产业。	<p>典型项目 1：寒带应用-黑龙江亚布力、伊春三产融合示范基地项目 建设规模：占地 1000 亩，建设生物动力循环种养生态猪舍 20 万 m²，年出栏生态生猪 10 万头，年资源化利用 5 万 t 秸秆，年原位处理粪污 5 万 t。 减碳效益：应用该技术后，年碳减排量为 17481.03 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：热带应用-海南儋州美丽中国-庭院经济项目 建设规模：占地面积 500 亩，建设生物动力循环种养生态圈舍 12 万 m²，年出栏生猪 2 万头，生态鸡 15 万只，生态鹅 5 万只，年资源化利用秸秆、绿废等有机质 3 万 t，年处理粪污 3 万 t。 减碳效益：应用该技术后，年碳减排量为 7330 tCO₂。</p>

农业领域降碳类技术（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
5	基于太阳能高效利用替代高碳排放供暖的设施农业减碳系统技术	该技术通过与设施农业日光温室结构的耦合，以不低于 65%的光热转化效率吸收热量，进而通过水、土壤存储，并通过高效的换热方式，加热设施农业的环境温度与根区土壤温度，达到在寒旱地区瓜果、蔬菜类农产品越冬生产所需的绿色低碳低成本能源供给的需求。关键技术包括：基于可再生能源转化与高效利用的有机肥料利用的测土施肥系统技术；光、温一体化高效转化产品；多介质、跨季节、高效能的储能技术；高效能集热、散热双功效系统集成技术；绿色水、肥、药一体化控制技术。该技术具备全数字化、离网式拓展模块功能，可以在不依托电力、燃气等传统能源的条件下，实现全绿色、离网式设施农业数字化生产与组织。	单位面积有机肥料及耗水量降低 45%以上；西北地区每平方米集热器约可替代 70 kgce 传统能源消耗。	适用于陕西、宁夏、内蒙古、甘肃、青海、新疆等地区的戈壁荒漠节水、节能型设施农业。	<p>典型项目 1：甘肃玉门市花海镇九州巴郎蜜瓜基地 SCEF 设施农业太阳能供暖项目 建设规模：185 万 m²。 减碳效益：相较于原散煤取暖方式，年碳减排量 2.4 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：新疆维吾尔自治区昌吉回族自治州温室大棚加温清洁能源改造项目 建设规模：9 座日光温室共 4392 m² 日光温室太阳能加温替代燃煤。 减碳效益：按项目推广面积达到 4392 m² 计，则建设当年的减排潜力为 63.84 万 tCO₂。</p>

三、储碳固碳类（3项）

储碳固碳类技术（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	低成本高效碳捕集与利用技术	该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 CO ₂ 捕集的技术路线，并开发了固态胺 CO ₂ 捕集材料应用的关键装备；形成了基于固废协同利用的 CO ₂ 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。	固态胺基体材料的孔体积： ≥ 2.5 cm ³ /g； 比表面积： ≥ 600 m ² /g； 固态胺材料单次吸附量： ≥ 7.5 mmol-CO ₂ /g； 100次循环后衰减： $\leq 20\%$ ； 碳捕集技术装备 CO ₂ 捕集率： $\geq 90\%$ ； CO ₂ 富集浓度： $\geq 95\%$ ； CO ₂ 捕集能耗： ≤ 2.0 GJ/tCO ₂ 。	适用于各类工业生产领域二氧化碳捕集利用，在硅铝酸盐固废产生量大、碳捕集需求迫切的行业和企业运用该技术可降低运营成本。	典型项目：深圳能源环保股份有限公司低成本高效碳捕集与利用技术集成与应用示范 建设规模：项目建设了 1000 t/a 固废源固态胺碳捕集示范工程及 3 万方/年碱激发地质聚合物固碳混凝土制品的示范生产线。 减碳效益：项目运行后，年捕集处置二氧化碳 3840 tCO ₂ 。
2	先进低能耗二氧化碳捕集技术	该技术基于实现自驱动萃取浓缩的低能耗相变型 CO ₂ 吸收剂的研发，在低温条件下 CO ₂ 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 CO ₂ 。	碳捕集再生热耗 2.0 GJ/tCO ₂ ，碳捕集电耗为 58.2 kWh/tCO ₂ 。	适用于电厂烟气或工业尾气的 CO ₂ 捕集。	典型项目：上海石洞口二厂 12 万 t/a 相变型碳捕集工业示范项目 建设规模：碳捕集规模 12 万 t/a。 减碳效益：项目运行后，年捕集二氧化碳 12 万 tCO ₂ 。

储碳固碳类技术（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
3	低能耗燃煤燃气烟气碳捕集成套技术	该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。	二氧化碳捕集率： $\geq 90\%$ ； 产品二氧化碳浓度： $\geq 99.5\%$ ； 吸收剂再生热耗： $\leq 2.4 \text{ GJ/t CO}_2$ ； 全液化系统总电耗： 209 kWh/tCO_2 ； 溶剂消耗： $\leq 0.8(2.0) \text{ kg/tCO}_2$ 。	适用于工业领域二氧化碳捕集。	<p>典型项目 1：上海长兴岛热电有限责任公司 10 万 t 级燃煤燃气全周期二氧化碳捕集与利用创新示范项目 建设规模：依托长兴热电厂，建设碳捕集能力 10 万 t/a 规模级装置。 减碳效益：项目运营后，年捕集二氧化碳 10 万 t。</p> <p>典型项目 2：重庆合川电厂低能耗燃煤燃气耦合万 t 级碳捕集装置项目 项目规模：依托重庆合川电厂，建设碳捕集规模为 1 万 t/a 的装置。 减碳效益：项目运营后，年捕集二氧化碳 1 万 t。</p>

四、数智赋能类（14项）

数智赋能类技术（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	支撑电力-算力协同的数据中心园区综合能量管理技术	该技术基于以业务逻辑为核心的数据中心园区综合能源系统精准建模，研发数据中心园区多能协同的灵活性量化评估与提升技术、态势感知技术、安全评估技术、优化调度技术、虚拟电厂技术等，并研制成支撑电力-算力协同的数据中心园区综合能量管理系统。	数据中心园区综合能源系统建模精度： $\geq 85\%$ ； 数据中心园区灵活性评估准确度： $\geq 85\%$ ； 数据中心园区态势感知精度： $\geq 85\%$ 。	适用于数据中心园区整体或局部。	典型项目：北京北科产业园区综合能源能量管理系统研究 建设规模：北京北科产业园区占地面积 70 亩，总建筑面积 63152 m ² ，共有 14 家企业入驻。 减碳效益：项目相较于使用系统前，年碳减排量 1409 tCO ₂ 。
2	数智赋能 AI 节能管理技术	该技术基于实时采集的空调运行参数数据和温感温度数据，对区域空调运行负载情况、区域温度合理度、区域温度变化趋势进行分析评估并生成相应的调控策略。	AI 预测准确率： $\geq 95\%$ 。	适用于中大型数据中心。	典型项目：2022 年深圳电信滨海数据中心 AI 节能项目 项目规模：对深圳市南山区滨海机楼 1 个冷站、4 个末端机房进行 AI 节能关联，对 4 套冷水机组及 42 个末端风柜进行策略调控。 减碳效益：相较于同规模数据中心，年碳减排量 71.58 tCO ₂ 。
3	煤改清洁能源智能降碳管控系统	该技术包含互联网+能源管控平台和 AI 数据采集与节能控制器（AIoT 模块），通过部署安装该系统于煤改清洁能源农户家中，实现中计量每户供暖用电量数据采集，并根据天气与温度等计量信息进行智能节能分析，以及远程自动控制、实时匹配、预警报警，完成能源计量的可视化、透明化、系统化管理。	无线温湿度传感器传输距离： ≤ 500 m； 传感器精度：2‰。	适用于城区级煤改电工程。	典型项目：北京市大兴区煤改清洁能源 AI 人工智能节能降碳系统 建设规模：用于调控 56315 户煤改电用户的空气源热泵运行。 减碳效益：相较于未使用智能节能控制系统的项目，该项目可实现年碳减排量 5.46 万 tCO ₂ 。

数智赋能类技术（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
4	污水处理厂智慧化低碳平台构建及低碳运营技术	建立基于工艺参数调控和排放因子协同的全流程碳排放和碳减排核算方法，构建基于污水处理工艺全过程的多目标、多层次、多参数的数字化碳管理平台和基于活性污泥法的工艺仿真模型，模拟分析各环节控制情况，确定全局最优的运行条件。结合再生水利用、污水源热泵、光伏发电等途径，从资源回收利用方面探索碳补偿能源利用技术。	工艺仿真模拟系统，模拟结果与实际运行准确率超过90%；综合碳减排比例达到36.5%。	适用于污水处理厂、净水厂低碳化运行。	典型项目：沥滘三期智慧化低碳平台构建及低碳运营 建设规模：25万m ³ /t。 减碳效益：相较于使用系统前，年碳减排量约414.9 tCO ₂ 。

数智赋能类技术（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
5	数据中心浸没液冷技术	该技术通过将服务器设备直接浸入非导电液体中进行冷却，能够更有效地降低温度、提高散热效果，并且具备较低的能耗和噪声。技术原理是将有散热需求的电子元件浸没在冷却液中，依靠液体的循环流动或相变带走电子器件运行产生的热量。新型浸没式数据中心液冷系统包括 Tank 本体、CDU 本体和电子氟化液。电子部件直接浸没在保持液体状态的电介质液体中，液体置于密封且不易被触及的容器中。	换热容量： ≥ 15 kW； 循环泵流量： $5.4 \text{ m}^3/\text{h}$ ； 过滤精度： $50 \mu\text{m}$ ； 冷却体进口温度： 40°C ； 流速： 1.8 m/s ； 设备噪声： $\leq 60 \text{ dB}$ 。	适用于各类超算中心、高密度数据中心、高密度移动数据通信设备和快速部署集装箱设备。	典型项目 1：字节跳动 12U 浸没液冷模组 建设规模：470 套 15 kW TANK。 减碳效益：项目相较于常规数据中心降温系统，年碳减排量 15500 tCO ₂ 。 典型项目 2：180 kW 浸没液冷 CDU 建设规模：20 套 180 kW CDU。 减碳效益：项目相较于常规数据中心降温系统，年碳减排量 7455 tCO ₂ 。
6	数据中心精密空调节能控制柜	该技术采用变频调速技术和设备自适应的运行方式，对风机、压缩机进行调速，使制冷量与热负荷相匹配，在满足数据中心制冷需求的前提下降低压缩机与风机的转速，提高空调制冷效率。	空调节能率（包括压缩机和风机）： $\geq 30\%$ ； 空调设备负载率： $\leq 85\%$ ； 输入电压： $380 \text{ V} \pm 15\%$ ； 调速频率： $35 \text{ Hz} \sim 50 \text{ Hz}$ 。	适用于数据中心制冷系统节能改造。	典型项目 1：河北广电网络专业机房空调节能系统建设方案 建设规模：对专用机房 5 层-8 层提供 74 台空调节能柜进行节能改造，空调总制冷量约为 4815 kW。 减碳效益：项目相较于改造前，年碳减排量 1563.57 tCO ₂ 。 典型项目 2：中国联通长沙分公司数据中心机房精密空调节能项目 建设规模：对长沙联通机房 133 台空调进行升级改造，总制冷容量 8680 kW。 减碳效益：项目相较于改造前，年碳减排量 3061.02 tCO ₂ 。

数智赋能类技术（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	通信基站自驱型回路热管散热系统技术	该技术研发出一套散热系统，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，实现散热系统与原有空调联动运行和平滑切换，充分利用自然冷源。核心技术包括多尺度毛细吸液芯强化沸腾与主动设计，芯片级/机柜级/房间级热源的热流场与流阻优化控制，宽温度范围的工质研发。	换热系数：530 W/K； 能效比：16.15； 额定功率：340 W； 额定电压/频率：220 V/50 Hz； 电压允许波动范围：±10%； 额定电流：1.7 A。	适用于全国范围内4G、5G 机房式通信基站的温控节能装置。	典型项目：北部湾大学6号基站空调系统节能改造项目 建设规模：基站额定功率（不含空调与本技术产品）为8 kW。 减碳效益：项目相较于改造前，年碳减排量6.06 tCO ₂ 。
8	传统水冷型数据中心低成本绿色化改造技术	该技术研发了数据中心基础设施能耗管理平台，实现对数据中心能耗数据实时监测及智能管控；通过一次泵改造，引入变频控制机制，实现冷源系统全变频运行；采用物联网技术实现除湿机露点温度控制；通过提升冷冻水温度、空调风速调节等精细化管理措施，实现数据中心电能利用率（PUE）从设计值1.58降低到1.295。	多机并联降频节能，调速范围20%~100%； 除湿机露点波动温度小于0.7℃； 冷冻水温度波动小于1℃。	适用于传统架构的水冷型数据中心的节能降碳改造项目。	典型项目：民航数据中心绿色化智能化技术改造项目 建设规模：后沙峪数据中心总设计面积71233 m ² ，机房面积15000 m ² 。 减碳效益：项目相较于改造前，年碳减排量约为1.3万 tCO ₂ 。

数智赋能类技术（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
9	新一代节能高效蓝光及光磁电一体化智能存储应用技术	该技术利用高效大容量蓝光光盘技术、长效光盘库存储技术、智能光磁电融合存储技术，实现多元异构数据的高效集中统一存储和绿色安全保障管理。	单 PB 每小时用电 0.13 kWh； 数据存储保存 50 年以上； 单张光盘容量 500 G，单机柜容量达 3.2 PB。	适用于存储型数据中心的新建和存量数据中心的节能改造。	<p>典型项目 1：天津市津南区“智慧津南”及数据湖（一期）PPP 项目 建设规模：新建 300 PB 冷存储、30 PB 热存储容量和一定规模云计算能力的数据中心机房。 减碳效益：与全热磁存储方案相比，该项目年碳减排量 3714 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：无锡数据中心项目示范工程建设规模：新建 500 PB 存储容量超算基础设施中心示范机房。 减碳效益：与全热磁存储方案相比，该项目年碳减排量 2030 tCO₂。</p>
10	火电企业碳排放全流程数智“监测-评估-控制”技术	该技术为火电企业温室气体的排放智能化管理技术，针对不同火电机组的现场条件，针对性地开展 CO ₂ 监测系统集成改造与应用，结合物联网技术，对火电企业碳排放数据及生产运行数据进行在线采集、自动核算与统计，并基于多源数据融合的数据智能分析与校验技术和火电机组碳排放强度影响因素贡献度分析模型，搭建碳排放“监测-评估-控制”低碳数智化信息平台，实现对机组碳排放监测、数据智能诊断校验、异常数据预警、低碳优化决策等一体化智慧管控。	CO ₂ -CEMS 测量结果与参比方法测量结果相对准确度≤5%； 模型准确率高于 90%； 机组供电碳排放强度降低不小于 2.4 gCO ₂ /kWh。	适用于各类型火力发电企业的碳排放监测、碳排放核算以及碳排放数智化管理。	<p>典型项目 1：江苏华电句容发电有限公司超超临界 1000 MW 燃煤机组二氧化碳排放在线监测研究与示范 建设规模：1 台超超临界 1000 MW 机组碳排放全流程数智“监测-评估-控制”。 减碳效益：相较于技术改造前，该项目实现年碳减排量 10.5 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：福建华电邵武能源有限公司超超临界 600 MW 燃煤机组二氧化碳排放在线监测研究与示范 建设规模：1 台超超临界 600MW 机组碳排放全流程数智“监测-评估-控制”。 减碳效益：相较于技术改造前，该项目实现年碳减排量 4.4 万 tCO₂。</p>

数智赋能类技术（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
11	新能源智慧生产数字化保障关键技术	该技术结合物联网、云计算、人工智能等新一代信息技术，对新能源设备运行状态全面感知、分析，对新能源的安全生产管理进行全面统筹，实现新能源电厂“远程集控、分级诊断、片区维护、专业检修”管理模式，满足区域侧监视控制、诊断预警、安全监督、生产管理、多能互补、市场营销等功能应用，可支持片区侧发电设备日常巡视、维护、检修、技术监督、生产管理需求。	系统运行后可实现综合弃风弃光率<10%。	适用于新能源发电厂的智慧化运维管理。	典型项目：内蒙古华电新能源分公司新能源智慧生产管理平台 建设规模：30 个风电场 2158 台风电机组，风机装机容量 424.7 万 kW；18 个光伏场站，光伏装机容量 50.5 万 kW；风电和光伏装机容量合计为 475.2 万 kW。 减碳效益：相较于技术改造前，该项目实现了新能源发电效率和发电量的提升，年碳减排量 34.6 万 tCO ₂ 。
12	基于物联网的非电可再生能源智能在线监测及核证技术	该技术通过硬件（自研数据采集网关）、软件（自动化、数字化、区块链）、核证方法学（零碳能源证书自愿核证体系系列团体标准）三大部分，实现基于物联网的非电可再生能源智能在线监测及核证技术—零碳能源证书自愿核证平台。	数据毫秒级实时监测，支持年信息量超五千万条； 多条件查询响应时间：<2 s； 数据采集精度：≥99%； 数据云存储保存时间超 50 年； 支持分布式运算及储存； 支持 1 年期内数据断点续传。	适用于可再生能源非电利用项目的碳排放核算、绿色产品认证、可再生能源绿证核发。	典型项目 1：慈溪中科众茂环保热电有限公司生活垃圾焚烧发电及热电联产项目 建设规模：750 t/d×3 台炉排炉。 减碳效益：系统运行后，该电站年碳减排核算量为 2.74 万 tCO ₂ 。 典型项目 2：稷山县秦晋电力铁合金有限公司农林生物质热电联产项目 建设规模：75 t/h×3 台循环流化床炉。 减碳效益：系统运行后，该电站年碳减排核算量为 2.58 万 tCO ₂ 。

数智赋能类技术（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
13	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	该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。	/	适用于各温室气体排放组织（园区、企业、建筑、医院、学校）用户。	<p>典型项目 1：环峰能源碳排放实时智能监测与大数据管控平台 建设规模：为该企业部署实时智能检测设备与大数据管控平台。 减碳效益：系统运行后，协助企业核算了全年温室气体减碳量，核算结果为 13 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：增城低碳总部园低碳园区建设项目 建设规模：为该园区部署智能碳表、智慧化管理平台、碳排放物料网采集系统等关键系统和关键部件。 减碳效益：系统运行后，协助该园区核算了全园区温室气体的减排量，核算结果为 6.02 万 tCO₂。</p>
14	企业碳资产智能化管理技术	构建聚焦于排放单元、数据指标项单元的数值诊断模型，技术主要包括感知层、平台层、应用层、展示层四个方面。感知层主要包含对电厂各类碳排放相关数据的采集、汇聚、汇总；平台层除数据传输外包含物联中台和数据中台，实现对现场端感知设备的接入管理、设备管理、数据清洗、数据可视化等功能；应用层包括碳监测管理、碳核算管理、碳数据分析、交易履约管理、减排项目管理、碳学堂等板块；展示层包含大屏端、PC 端、APP 端。	查询响应时间小于 3 s，多条件查询响应时间小于 10 s；支持年信息量（记录条数）不低于千万。	可应用于电力、热力等能源领域。	<p>典型项目 1：山西兴能发电有限责任公司数字化碳资产管理平台建设项目 建设规模：涵盖共 7 台发电机组。 减碳效益：相较于技术应用前，项目年碳减排量 2.64 万 tCO₂。</p> <p>典型项目 2：江苏公司太仓电厂碳资产动态评价与智慧管控方案研究项目 建设规模：开发企业碳排放与碳资产管理平台。 减碳效益：相较于技术应用前，项目年碳减排量 5398.1 tCO₂。</p>

五、非二氧化碳减排类（7项）

非二氧化碳减排类技术（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	公约受控温室气体三氟甲烷资源化转化利用技术	该技术利用催化剂，使三氟甲烷（HFC-23）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。	HFC-23 转化率 \geq 20%； 主产物 HCFC-22+HCFC-21 选择性 \geq 96%。	适用于生产 HCFC-22 的氟化工企业。	典型项目：中昊晨光化工研究院有限公司 500 t/aHFC-23 转化示范装置项目 建设规模：HFC-23 转化产能 500 t/a。 减碳效益：项目实现副产 HFC-23 源头排放控制及转化利用，扣除项目运行使用的电力和蒸汽产生的排放，年 HFC-23 减排量约为 739.6 万 tCO ₂ e ⁹ 。
2	己二酸生产过程氧化亚氮低温催化分解消除技术	该技术以己二酸装置的亚硝气吸收塔的含 N ₂ O 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 ₂ O 经催化分解生成 N ₂ 和 O ₂ 的转化率在 95% 以上。	原料气： \geq 11000 Nm ³ /h； 氧化亚氮稀释后浓度：8.5%~12.5%； 分解率： \geq 95%； 起活温度： \leq 350℃。	适用于己二酸、硝酸生产企业。	典型项目：重庆华峰化工有限公司己二酸装置氧化亚氮尾气分解消除项目 建设规模：氧化亚氮原料气处理能力达 11000 m ³ /h 以上。 减碳效益：项目运行后年分解氧化亚氮 4.62 万 t，实现年碳减排量为 1376 万 tCO ₂ e。
3	低浓度煤层气变压吸附浓缩利用技术	该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等。	处理 CH ₄ 浓度： $>$ 20%； 碳分子筛 CH ₄ /N ₂ 分离系数： $>$ 4.0； 变压吸附压力：0.15 MPa~0.5 MPa； CH ₄ 回收率： $>$ 85%。	适用于不同 CH ₄ /N ₂ /O ₂ /CO ₂ /He/H ₂ 浓度范围的气体分离、提纯、回收等方面，应用范围包括煤层气、瓦斯、沼气、页岩气、垃圾填埋气以及油田气等领域。	典型项目：山西阳泉神堂嘴工业园区低浓度煤层气浓缩制 1800 万 Nm ³ /年压缩天然气（CNG）项目 建设规模：1800 万 Nm ³ /年压缩天然气（CNG）。 减碳效益：项目年处置甲烷 1.23 万 t，实现年碳减排量为 34.44 万 tCO ₂ e。

⁹ CO₂e 为二氧化碳当量，下同。

非二氧化碳减排类技术（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
4	超低浓度抽放及风排瓦斯氧化利用技术	该技术在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℃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。	掺混后瓦斯浓度：1.2%； 甲烷摧毁效率：≥95%。	适用于有直接排放瓦斯（甲烷）情况的煤炭行业及其他油气、化工等行业。	典型项目 1：潞安化工集团屯留余吾煤矿北风井超低浓度瓦斯综合利用项目 建设规模：3 台超低浓度瓦斯氧化装置+30 t 余热锅炉+6 MW 汽轮发电机组。 减碳效益：相较于项目改造前，年碳减排量为 14.72 万 tCO ₂ e。 典型项目 2：首钢福山资源山西柳林兴无煤业低浓度瓦斯氧化供热项目 建设规模：2×超低浓度瓦斯氧化装置+2×10 t 余热锅炉。 减碳效益：相较于技术改造前，年碳减排量为 2.98 万 tCO ₂ e。
5	超低浓度煤矿瓦斯供热发电碳减排技术	该技术基于蓄热能力提升技术、安全掺混技术、零电驱动节能减排技术，将煤矿抽采浓度 8%以下低浓度瓦斯与风排瓦斯或空气掺混至 1.0%~1.2%浓度送入旋转阀式蓄热氧化装置（RTO）中，瓦斯气体中的甲烷与氧气发生氧化反应，释放出巨量能量。同时配套余热锅炉回收高温烟气余热可产生蒸汽，在供暖季可用于煤矿清洁供热，非供暖季带动汽轮机组发电。	瓦斯蓄热氧化装置参数：处理风量为 270000 Nm ³ /h；热效率≥95%；处理效率≥99%；高温停留时间≥1 s；燃烧室温度 930℃~950℃； 余热蒸汽锅炉技术参数：热风风量为 75600 Nm ³ /h；热风温度为 950±10℃； 热风压力：2000 Pa； 额定蒸汽出力：30 t/h； 额定蒸汽压力：2.5 MPa； 额定蒸汽温度：400℃。	适用于煤矿低浓度瓦斯（<8%）及乏风瓦斯的利用。	典型项目 1：陕西彬长大佛寺煤矿业公司瓦斯氧化（RTO）供热项目 建设规模：1 套 270000 Nm ³ /h 瓦斯氧化装置（RTO）+1 台 30 t/h 余热锅炉与配套供热首站、二级换热站及附属系统。 减碳效益：项目建成后按瓦斯处理量折算，年碳减排量为 14.4 万 tCO ₂ e。 典型项目 2：潞安集团古城煤矿中央风井乏风及抽放瓦斯氧化发电项目 建设规模：10×10 万 Nm ³ /h 乏风 RTO 装置+1×90 t 高温高压余热锅炉+1×25 MW 高温高压空冷抽汽凝汽式发电机组及其配套辅助设施。 减碳效益：按瓦斯处理量折算，项目建成后，年碳减排量为 160 万 tCO ₂ e。

非二氧化碳减排类技术（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
6	压气站甲烷减排关键技术	该技术针对压气站放空空气，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。	修复评价指标： ≥ 500 ppm； 实现甲烷逸散 90%以上的减排。	适用于所有压气站甲烷放空和逸散减排。	典型项目：乌鲁木齐压气站天然气放空回收示范项目 建设规模：设置干气密封回收橇（固定基础）回收干气密封放空空气、设置机组停机泄压放空回收装置（固定基础）回收压缩机组泄压放空空气。 减碳效益：项目运行后，年回收甲烷 428 t，实现年碳减排量为 1.2 万 tCO ₂ e。
7	低温室效应环保制冷空调技术	该技术为极低制冷剂充注量空调系统协同技术，构建独立压缩新型制冷循环，提出最佳中间温度关系式，提升当量单位容积制冷量；提出“往复”+“转子”耦合式压缩机；提出非线性负载扰动约束下宽频域变频控制技术，提出全阶次负载转矩补偿控制技术和基于直轴电压规划的解耦弱磁控制技术，实现宽频运行。	额定制冷量 ≥ 3.5 kW，额定制热量 ≥ 3.8 k，全年季节能效（APF） ≥ 5.0 ； R290 压缩机，ARI 测试工况（60 rps），COP ≥ 3.7 ，制冷能力 ≥ 3.5 kW； 整机电控和制冷剂充注量符合 GB 4706.32，R290 充注量比相同 R410A 机型减少 55%（相同制冷/制热能力、相同季节能效 APF）。	适用于核心零部件压缩机、终端制冷产品应用。	典型项目：房间空调器制造过程使用丙烷替代 HCFC-22 技术改造项目 ¹⁰ 建设规模：产能为 126 万台/年的 HCFC-22 房间空调器生产线改造为 HC-290 项目。 减碳效益：项目将淘汰 HCFC-22 消费量 46.3992 t/a。年碳减排量为 83983 tCO ₂ e。

¹⁰ 典型项目为产品生产线改造，不披露项目主体信息。

抄 送：国家发展改革委办公厅。

