

附件 1

国家工业节能技术推荐目录（2021）

二〇二一年十月

目 录

| | |
|-----------------------|-----|
| 一、钢铁行业节能提效技术..... | 1 |
| 二、有色行业节能提效技术..... | 3 |
| 三、建材行业节能提效技术..... | 4 |
| 四、石化化工行业节能提效技术..... | 5 |
| 五、重点用能设备系统节能提效技术..... | 11 |
| 六、储能及可再生能源利用技术..... | 212 |
| 七、智慧能源管控系统技术..... | 25 |
| 八、余热余压利用技术..... | 301 |

一、钢铁行业节能提效技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|---------------------|---|--------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 1 | 转臂式液密封环冷机 | 以高刚度模块化回转体单元为核心运行部件，以水作为密封介质，台车栏板及环冷罩采用全密封全保温技术，并配备完善的运行安全检测及控制系统，解决了传统环冷机运行跑偏及密封效果差造成的漏风漏料的问题，可实现设备系统漏风率 $\leq 5\%$ ，冷却风机总装机容量降低 50%以上，余热利用效率提高 10%以上。 | 适用于液密封环冷机节能技术改造 | 20% | 60% | 82 |
| 2 | DP 系列废钢预热连续加料输送成套设备 | 开发了具有对流加热功能的振动输送和高效物料预热输送装备，改变电炉高温烟气在废钢预热通道内的流动方向，使高温烟气与废钢的热交换形式由辐射传热变为对流与辐射相结合的传热方式。该成套装备实现了电弧炉冶炼过程连续加料、连续预热、连续熔化和连续冶炼，大幅度降低了炼钢能耗，缩短了电炉冶炼周期，减少了烟气排放。 | 适用于短流程电炉炼钢领域节能技术改造 | 20% | 30% | 175 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|------------------------|--|---------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 3 | 高温工业窑炉 红外节能涂料 技术 | 通过增加基体表面黑度，形成高发射率辐射层，从而减少热量流失，达到炉窑节能效果。涂层可改变传热区内热辐射的波谱分布，将热源发出的间断式波谱转变成连续波谱，从而促进被加热物体吸收热量，强化了炉内热交换过程，提高了窑炉能源利用率。 | 适用于工业锅炉节能技术改造 | ≤1% | 5% | 149 |

二、有色行业节能提效技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------------|---|----------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 4 | 600kA 级超大容量铝电解槽技术 | 研发的超大容量铝电解槽磁流体稳定性技术，突破了600kA 级铝电解槽磁流体稳定性技术瓶颈，为铝电解槽的高效、稳定运行奠定了基础；研发的热平衡耦合控制技术，对影响铝电解槽热平衡的全要素进行了综合优化配置，实现了600kA 级铝电解槽预期的热平衡状态；研发的铝电解槽高位分区集气结构技术，实现了超大容量铝电解槽槽罩内负压分布的均匀性，集气效率达到99.6%，污染物总量控制实现了超低排放的目标。 | 适用于铝电解槽节能技术改造 | 9% | 15% | 44 |
| 5 | 铝电解槽智能打壳系统 | 在传统气缸的基础上，增加了气缸数据传感器和气缸运动控制阀，气缸数据传感器设置在气缸的出口处，气缸控制阀设置在气缸的进气口处，增加带有控制算法的工业控制器，对传感器采集的数据进行推算、分析；通过模拟计算对打壳气缸运动过程进行非线性动力分析，采用拟合和遗传等技术对测量的数据进行记录、过滤、分析、提取，总结出曲线变化规律，形成打壳气缸运动特征库和变化规律库。 | 适用于铝冶炼领域节能技术改造 | ≤1% | 9% | 9 |

三、建材行业节能提效技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|---------------------------|--|-------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 6 | 建筑陶瓷新型多层干燥器与宽体辊道窑成套节能技术装备 | 开发内置式自循环干燥技术和接力回收窑炉冷却余热系统，实现了余热高效回收和循环利用，提高了热利用效率；优化多层干燥器和宽体辊道窑的耐火保温结构，提高了保温效果，降低了窑炉散热；通过风气精准比例控制技术、节能型蓄热式燃烧组合结构及五层自循环快干器与宽体辊道窑的有效组合，系统性地增强了干燥和烧成温度场的稳定性，提高了干燥和烧成质量。 | 适用于建筑陶瓷生产领域节能技术改造 | ≤1% | 12% | 11 |
| 7 | 水泥窑用系列低导热莫来石砖 | 采用锆莫来石砖、莫来石砖和单晶相莫来石砖代替硅莫砖、硅莫红砖以及镁铝尖晶石砖，应用于水泥窑过渡带、预热带、安全带等区域，克服了多层复合结构缺陷，降低了筒体温度 50℃以上，降低了筒体载荷 10%，提高了能源利用效率及水泥窑运行安全性。 | 适用于建材行业水泥窑节能技术改造 | ≤1% | 5% | 2 |

四、石化化工行业节能提效技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-----------------|--|---------------------------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 8 | 三效溶剂回收节能蒸馏技术 | 研发了三塔三效精馏工艺，一塔供汽，三塔同时工作，可根据溶剂特性确定进料方式，解决溶剂回收过程中结焦、起沫等问题。回收塔采用高效新型塔盘，提高了设备的抗堵性能，后一效的再沸器作为前一效的冷凝器，热能多次利用，节约蒸汽消耗，降低循环水用量，吨产品综合节能60%以上。 | 适用于化工、生物、医药等领域乙醇、甲醇、丙酮等溶剂的回收再利用节能技术改造 | 45% | 60% | 305 |
| 9 | 用于制取优级糠醛的节能蒸馏技术 | 采用六塔连续蒸馏工艺技术，利用水洗工艺代替加碱中和工艺，保证除杂效果的同时，取消了纯碱（或烧碱）的应用，有效去除了粗糠醛中的有机酸及低沸点杂质，提高了产品质量，降低了生产成本。研发的糠醛废水高效蒸发技术，对蒸馏废水采用全蒸发处理，产生的二次蒸汽作为水解热源，节省水解工段的一次蒸汽消耗，实现了蒸馏废水零排放。通过回收塔将醛泥及脱水塔脱出的稀醛液中的糠醛进行回收，杜绝残醛流失现象，提高了糠醛产量。 | 适用于糠醛生产行业节能技术改造 | 16% | 37% | 10 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|------------------|---|---------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 10 | 无水酒精回收塔节能装置的研发技术 | 酒精通过原料泵的输送，经过预热进入蒸馏塔顶部进行蒸发，同时作为蒸馏塔回流，进入过热器进行过热后进入分子筛装置进行脱水，脱水后的酒精蒸汽进入冷凝器冷凝后得到无水酒精。分子筛脱水后留下的水分和酒精，利用真空泵抽负压进行解析，解析得到的淡酒进入淡酒暂储罐，再通过淡酒泵输送入蒸馏塔进行精馏浓缩，蒸馏塔通过再沸器间接加热。在此工艺中，回收塔一塔两用，节省了蒸发器和回收塔冷凝器。 | 适用于无水酒精节能技术改造 | 20% | 40% | 12 |
| 11 | 硫酸铜三效混流真空蒸发技术 | 利用真空环境降低电解液的沸点原理，结合硫酸铜蒸发母液属性研究以及电解液沸点与真空度关系，自主开发了一套硫酸铜三效混流真空蒸发工艺流程。电解液依次经过三效、一效和二效分离室在不同温度和真空度下蒸发浓缩，只需一效蒸汽作为热源，一效、二效蒸汽分别作为二效、三效的加热介质，充分利用各效余热，大幅度提高了硫酸铜的蒸发效率。 | 适用于化工领域多效真空蒸发节能技术改造 | ≤1% | 5% | 1 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------------------|---|-------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 12 | 模块化梯级回热式清洁煤气化技术 (MCREG) | 将粗煤气中的大量余热用于产生高温气化剂，使反应的不可逆损失降至最低，冷煤气效率得到极大提升，并从源头上杜绝了焦油的产生；同时，该技术还可以通过配置飞灰强制循环模块与耦合气化模块等方式，对未完全转化的残炭进行二次利用，实现超高碳转化率。 | 适用于煤炭高效清洁利用节能技术改造 | 20% | 30% | 260 |
| 13 | 自支撑纵向流无折流板管壳式换热器 | 采用高效三维变形管作为换热元件，替换了传统换热器中的折流板，对管内外流体进行变空间变流场的特殊设计，使得管内外流体呈纵向螺旋流动，实现纯逆流换热，提高换热温差，破坏了近壁面的传热边界层，并且依据强化传热原理，使得冷热流体的温度场、速度场、压力场达到最佳匹配，从而实现高效换热和节能减排。 | 适用于化工领域换热器节能技术改造 | ≤1% | 2% | 1 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|----------------|--|------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 14 | 新型三维整体隐形翅片管换热器 | 高效管内外螺旋曲面结构符合流体动力学规律，把普通换热元件所出的碰撞流动能量损失降低为摩擦流动能量损失，因此其磨蚀量和阻力减少，使其使用寿命提高为普通换热元件的1~2倍，阻力为1/3~1/2；介质在换热元件内外流动时，形成垂直于主流方向的二次流破坏了热边界层，使得热边界层变薄，强化了冷热流体的热量交换，其传热效率大幅度提高。 | 适用于化工领域换热器节能技术改造 | 1% | 5% | 20 |
| 15 | 高效节能熔炼技术 | 利用余热快速蓄能直接生产氧化镁粉，通过气压平衡预判自动控制技术、密闭三级熔尘碳气分离资源化利用技术，实现流程工业适工况智能控制，解决菱镁行业高耗能、高污染、高浪费、喷炉喷花等问题。 | 适用于菱镁行业节能技术改造 | 2% | 10% | 13 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|------------------------|---|--------------------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 16 | 石墨烯机油添加剂 | 利用石墨烯材料低摩擦系数的特点，对二维石墨烯材料微观结构进行控制，宏观地在润滑油中表现出超润滑性能；纳米级尺寸石墨烯会修补由于摩擦产生的划痕，提高密封性，使得燃油充分燃烧；设计特殊结构的石墨烯分散剂，在润滑油中能够均匀分散石墨烯，提高稳定性。 | 适用于机油润滑油添加剂领域节能技术改造 | ≤1% | 5% | 5 |
| 17 | 改性活性炭吸附、贫油吸收组合油气回收工艺技术 | 油气经过回收管道进入回收装置，随后流入碳床，碳氢化合物被活性炭吸附，当碳床中的活性炭吸附达到饱和状态后停止进气，通过真空泵所产生的低真空度，把碳床的饱和油气从活性炭中解附出来，并推送到吸收塔，同时活性炭恢复到原来的吸附能力。装置内有两个碳床，分别交替工作和进行吸附—解附—再生流程，从而形成持续的油气回收能力。 | 适用于储油库、化工厂、炼化工厂等的油气回收等领域节能技术改造 | 2% | 15% | 98 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|----------------------|---|---------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 18 | 36万吨/年高效宽工况硝酸四合一机组技术 | 该机组关联硝酸生产工艺前后过程，向系统提供能量，并从系统回收能量，使得硝酸生产的主要能量消耗完全实现系统自给。在保证工艺系统运行的同时，将富裕的高品质自产蒸汽输送到蒸汽管网，使能量得到综合利用。 | 适用于化工行业硝酸生产领域节能技术改造 | 50% | 80% | 31 |

五、重点用能设备系统节能提效技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------------|--|----------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 19 | 流程工艺风机及系统管网优化节能技术 | 通过单机高效设计、局部管道优化、系统管网优化以及厂区流体设备群基于运行数据的能效诊断等技术手段，实现流程工艺风机及风机系统节能。 | 适用于风机系统节能技术改造 | ≤1% | 20% | 60 |
| 20 | 工业用永磁辅助磁阻同步电机技术 | 永磁同步磁阻电机电磁转矩的主要部分是磁阻转矩，通过转子高凸极比磁路结构设计保证电机效率及功率因数进一步得到提升，提高磁阻转矩来弥补铁氧体永磁材料磁性能下降造成的影响，使电机性能达到甚至超过稀土永磁电机的水平。 | 适用于电机系统节能技术改造 | <1% | 30% | 2.6 |
| 21 | 特大型高炉鼓风机高效节能装置技术 | 采用叶型优化、多级动静叶匹配、轴向进气结构等设计技术，对鼓风机组性能进行了综合优化，提高了调节范围和效率；开发应用了高炉鼓风机防阻塞技术、微压控制保持技术、急速减压系统技术、动态双坐标修正的防喘振保护与最高压力限制保护技术，提高了大型高炉鼓风机运行可靠性。 | 适用于冶金领域高炉鼓风机系统节能技术改造 | 50% | 80% | 50 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|------------------|--|------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 22 | 高效低碳微通道换热器技术 | 微通道换热器是一种紧凑式高效换热器，相比传统翅片管式换热器，空气侧换热系数大，全铝焊接无接触热阻，因此换热器综合换热效率提高30%以上，应用于制冷空调系统，可满足更高的能效要求，而且系统制冷剂充注量可显著降低，并且体积小，重量轻，100%可回收。 | 适用于制冷设备领域节能技术改造 | 3.5% | 6.6% | 85 |
| 23 | 等离子体点火及稳燃技术 | 利用直流电流将空气电离，产生稳定功率的直流空气等离子体，其中心温度超过5000K，利用此高温热源直接点燃煤粉，从而节约了锅炉启动及低负荷稳燃所需的燃油。 | 适用于电站锅炉领域节能技术改造 | 30% | 45% | 60 |
| 24 | 高效动压气悬浮离心压缩机关键技术 | 转轴在重力作用下相对轴承发生偏心，进而与轴承内表面形成楔形间隙。当转轴在做高速旋转运动时，不断将具有一定黏度的气体带入楔形间隙，而气体的不断进入使得气膜产生一定的压力，当轴系转动达到一定转速时（起飞速度），气膜力足以平衡转轴载荷，具有刚度的气膜将轴系浮起，使轴系在悬浮状态下工作，采用气体轴承的压缩机运行过程中无油、无摩擦。 | 适用于离心压缩机系统节能技术改造 | ≤1% | 5% | 5 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-----------------------------------|---|---------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 25 | 跨临界 CO ₂ 热泵的并行复合循环关键技术 | 热泵压缩机把低温低压气态 CO ₂ 压缩成高压高温的气态，与水进行热交换，高压的 CO ₂ 在常温下被冷却、冷凝为液态，再经过蒸发器（空气热交换器）吸收空气中的热能，由液态 CO ₂ 变为气态 CO ₂ ，低温低压的气态 CO ₂ 再由压缩机吸入，压缩成高压高温气态 CO ₂ 。如此往复循环，不断地从空气中吸热，在水侧换热器放热，制取热水。 | 适用于热泵系统节能技术改造 | ≤1% | 20% | 7 |
| 26 | 节能高效多级小焓降冲动式汽轮机 | 汽轮机转子通流部分经优化设计为单列调节级，区别于冲动式汽轮机转子的第一级多为双列速度级，并且设计多出 2~4 级压力级；汽轮机通流部分同时还优化了叶片、喷嘴、隔板喷嘴的型线设计，有效降低了汽轮机通流部分摩擦热损，从而提高了汽轮机机械转换效率。 | 适用于汽轮机节能技术改造 | 8% | 18% | 4 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------------|--|-------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 27 | 有机朗肯循环 (ORC) 发电技术 | 系统主要包括烟气换热器模块、给水模块和发电模块，其中发电模块包括控制系统，便于船上安装布置和系统调试；烟气传递热量给烟气换热器中的水，换热器中的水吸收热量后进入 ORC 机组中的蒸发器并将热量传递给有机工质，有机工质在 ORC 系统内循环发电做功。在系统设计时可根据实际应用场景进行集成化、撬装化设计，从而使整个发电系统更为紧凑，能量回收密度更高。 | 适用于船舶行业中低品位余能利用领域 | ≤1% | 5% | 3 |
| 28 | 开关磁阻电机驱动系统 | 采用柔性制动技术，通过综合识别制动转矩、电机绕组电流、开关角度等，自动调节制动功率，实现快速制动及正反转运行；采用开通角、关断角的自动调节技术，提高单位电流输出转矩能力、提高电机效率；研发了专用无位置传感器技术和控制策略，部分场合可省去传感器，提高了电机在油污、粉尘等恶劣环境下的适应能力，提高可靠性，降低成本；针对不同的行业研发了能充分发挥电机优势的现场匹配技术，使电机性能指标更匹配现场需求，以降低能耗。 | 适用于电机系统节能技术改造 | 20% | 30% | 7 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------------|---|-----------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 29 | 纯方波永磁无刷电机及驱动器节能技术 | 电机转子永磁体为钕铁硼稀土永磁材料并采用瓦形表贴形式，磁极具有较大的极弧系数，经过磁路设计，获得梯形波的气隙磁密，定子绕组采用集中整距绕组，感应反电动势为梯形波，驱动器采用电流峰值控制策略，控制周期为恒定值，当电流给定大于电机定子绕组中的电流时，同时开通上下桥臂的两个开关管，使电流上升；当电流给定小于电机定子绕组中的电流时，关断其中一个开关管，使电流下降，当时间达到一个控制周期时再次开通开关。通过电流峰值控制，能够使电机定子绕组中的电流跟踪电流给定。 | 适用于电机系统节能技术改造 | 1% | 5% | 1 |
| 30 | 先导式气力物料运输系统 | 先导阀安装在输灰管道上，同时沿输灰管道安装一条气管，给先导阀供气。当介质输送到一定距离时达到满管状态，此时安装在管道上的先导阀会自动检测输灰管内的压力；当达到先导阀开启的压力定值时，阀门会自动打开向管道内补充助推气源，管道内的介质受到进气的推动，介质自动向前流动，此堵塞点的堵管现象消除，压力降低，阀门自动关闭，管道内的介质继续向前运动，提高了介质在管内的运送效率。 | 适用于管道气力输送节能技术改造 | 1% | 30% | 44 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|--------------|---|-----------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 31 | 永磁电机内装式矿井提升机 | 电机永久磁铁装于滚筒内壁，作为永磁电机外转子，工作绕组线圈装于内定子上，内定子通过定子支撑结构套装于提升机主轴上，转子支撑结构和内侧轴承沿永磁电机定子两侧套装于提升机主轴上，滚筒通过支撑结构安装永磁电机外转子，内定子三相绕组通电产生旋转磁场，旋转磁场与永久磁钢磁场相互作用产生磁引力，并拉动外转子同步旋转，再用低频变频器进行调速实现节能。 | 适用于矿井式提升机节能技术改造 | 1% | 5% | 6 |
| 32 | 卧式油冷型永磁调速器 | 电机与负载设备转轴之间无需机械连接，电机旋转时带动导磁盘在磁场中切割磁力线，导磁盘中会产生涡电流。该涡电流在导磁盘上产生反感磁场，拉动导磁盘与磁盘的相对运动，从而实现了电机与负载之间的转矩传输。 | 适用于电机系统节能技术改造 | 20% | 30% | 260 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|--------------|--|---------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 33 | 新型热源塔热泵系统 | 以空气为热源，通过热源塔的热交换和热泵作用，实现制冷、供暖以及生活热水等多种功能。智能化控制平台以数据驱动+智能算法为核心，通过对用户末端的冷、热负荷预测，管网水利平衡进行分析，优化群控策略实现热源塔热泵系统的自适应控制，从而提升控制精度，优化系统运行综合能效，实现热源塔热泵系统智能化稳定运行，降低运行成本，提高运行效率。 | 适用于热泵系统节能技术改造 | ≤1% | 10% | 1 |
| 34 | 永磁伺服电机节能动力系统 | 采用永磁体生成电机的磁场，无需励磁线圈及励磁电流，效率高结构简单；伺服电机的驱动器可以根据工况自动调节转速，伺服电机带有编码器，实时检测电机的转速，保证电机转速精准，实现节能。 | 适用于电机系统节能技术改造 | 10% | 25% | 12 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-----------------|---|------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 35 | 柴油机电力测功系统电力回馈技术 | 用电力测功系统取代传统的水力测功器或电涡流测功器,将机械能转化为电能,并通过并网形式回馈至电网。电力测功系统中配置的电机与被测设备柴油机机械连接,电机与变频器电气连接,由变频器控制电机运行于转矩或转速模式,模拟被测设备柴油机的负载,实现对柴油机的测功功能,在此过程中,柴油机将驱动电机旋转,利用电机将柴油机的机械能转换为电能,再通过变频器整流逆变回馈电网,实现试验过程中能量的回收。 | 适用于船舶内燃机领域节能技术改造 | ≤1% | 10% | 4 |
| 36 | 全预混冷凝燃气热水锅炉 | 系统由变频风机、燃气比例阀、文丘里混合器、金属纤维燃烧器、热交换器及控制系统等组成。采用前预混进气,保持精确的空燃比,确保完全燃烧;采用表面低氮燃烧方式,火焰均匀,可避免局部高温,有效降低氮氧化物的产生;采用一体式冷凝逆向换热技术,充分吸收高温烟气中的显热和水蒸气凝结后的潜热,减少排烟热损失及有害物质排放,提高热效率。 | 适用于锅炉领域节能技术改造 | 15% | 30% | 2 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|---------------------|---|----------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 37 | 大型制冷机组高效节能环境模拟和检测技术 | 采用新型换热系统、多泵并联高效运行、表冷盘管变频泵调控等技术,使制冷机组性能检测过程中冷凝器侧产生的热量和蒸发器侧产生的冷量彼此平衡,减少对外部能源的消耗,减少额外的冷热负荷,保障水泵的宽域高效运行,提升系统节能性和稳定性;通过大型试验中心冷源集群调控及变容量压缩冷凝系统自适应控制等技术,优化供水泵组、冷却塔组及冷水机组集群与末端负荷的匹配,保障冷源系统精准控制与低能耗运行,实现大型制冷机组的高效检测。 | 适用于制冷空调行业及制冷机组节能检测领域 | 10% | 30% | 7 |
| 38 | 黑体强化辐射传热节能技术 | 开发了集增大辐射室炉膛传热面积、提高辐射室炉衬发射率和增加辐照度等功能于一体的工业标准黑体元件,通过炉窑能耗检测与评估、炉窑炉衬黑体元件布局与安装、炉窑炉衬整体强化处理等技术,将众多的黑体元件安装于炉膛内壁适当部位,与辐射室炉膛共同组成一个发射率不衰减的红外加热系统。 | 适用于工业加热炉窑节能改造 | 15% | 25% | 12 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-----------------------|---|-----------------------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 39 | 基于水力空化的汽车涂装车间低温脱脂节能技术 | 通过旁路引出脱脂槽中脱脂液，先经前置过滤设备除杂，再进入水力空化发生器进行水处理，处理后的槽液返回到脱脂槽体使用。如此不间断循环处理与回用，通过水力空化器处理水体产生的系列效应，实现低温脱脂、低温除油、延长槽液使用周期、减少废液排放，降低涂装前处理环节能耗。 | 适用于家电、汽车、高铁、船舶、航天航空等行业涂装前处理工艺节能改造 | 1% | 10% | 10 |

六、储能及可再生能源利用技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|---------------------|--|------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 40 | 高电压大功率成套固体电蓄热炉 | 在预设的电网低谷时间段或弃风电时间段，自动控制系统接通高压开关，66kV 高压电网为高压电发热体供电，高压电发热体将电能转换为热能同时被高温蓄热体不断吸收。当高温蓄热体的温度达到设定的上限温度或电网低谷时段结束时，自动控制系统切断高压开关，高压电网停止供电，高压电发热体停止工作，高温蓄热体与高温热交换器之间有热输出控制器，高温热交换器将高温蓄热体储存的高温热能转换为热水、热风或蒸汽等输出。 | 适用于储能调峰、清洁供热领域 | 15% | 30% | 74 |
| 41 | 基于飞轮储能的发电机功率补偿及节能技术 | 将飞轮储能装置并联在直流母线上，负载释能时，可将负载的重力势能通过电力电子装置转化为飞轮动能进行储存。在负载耗能上升时，飞轮大功率快速释放能量，补偿发电机输出功率的不足，平滑柴油发电机功率输出，实现了系统余能利用，减小了柴油发电机装机容量，降低了柴油损耗，达到了节能增效的目的。 | 适用于发电机功率补偿节能技术改造 | ≤1% | 2% | 0.1 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------------|---|-----------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 42 | 用户侧分布式智慧储能关键技术 | 以高效长寿命磷酸铁锂电池为核心，以电池管理系统（BMS）、分布式系统（EMS）、自动消防系统（AFS）为依托，并与储能逆变器（PCS）、IPSCP云平台一起构成“实时监控、双向通信、智能调控”的智慧储能系统，每个分布式储能设备通过4G移动网络与IPSCP云平台实时连接，云平台实现数据采集、数据分析、数据存储等功能，可通过APP显示。 | 适用于能源信息化节能技术改造 | 6% | 30% | 3 |
| 43 | 分时实现变频调速及电能质量治理技术 | 基于高压变频器平台开发的一种能够分时实现变频调速和电能质量治理的技术，具备变频运行和无功补偿两种工作模式，根据现场运行需求，既可以实现对电机的变频调速控制，也可以实现对电网的无功补偿。 | 适用于电机变频调速节能技术改造 | ≤1% | 20% | 1 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|---------------------|---|----------------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 44 | 面向新能源接入的高效电能质量治理装置 | 采用同步编码开关技术进行过零投切电容器，应用于低压配电台区，通过补偿谐波、无功功率及调节三相平衡，实现降低线损和变压器损耗的目的，提高电能质量和供电质量。 | 适用于基于风力发电、光伏发电等新能源的微电网系统领域 | 2% | 5% | 0.1 |
| 45 | 电除尘器新型节能高频高压供电及控制技术 | 先将三相工频电整流形成直流电，通过逆变电路形成高频交流电，再经升压整流后，形成高频脉动电流供给除尘器，工作频率可达到20~50kHz，除尘效率可达99.99%；同时，通过IGBT器件和逆变电路动态补偿无功功率、消除谐波，可将电网功率因数提升到0.98以上，大幅降低现有电源能耗。 | 适用于静电除尘器节能改造 | 35% | 55% | 4 |

七、智慧能源管控系统技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|---------------------|--|------------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 46 | 成品油管网智慧用能决策系统 | 以大数据、云平台为支撑，利用复合组网设备和技术实现完整和可靠的能耗数据自动采集。建立泵群优化决策模型和算法，并开发源网荷储一体化和多能互补管控平台，达到智慧用能决策的目标，提高管道运输企业能源综合自动化管理水平和能源利用效率，年节约能源不低于 2%。 | 适用于管道运输行业能源信息化管控节能技术改造 | ≤1% | 30% | 0.1 |
| 47 | 基于边缘计算的流程工业智能优化控制技术 | 集成了数据处理、在线建模、先进控制、在线优化控制、智能控制等技术形成的流程工业智能优化控制系统，具有自学习能力能够实现在线建模功能，可针对不同装置、不同生产过程形成最适合的控制模型和优化模型。通过通用先进控制模块使各流程工业装置达到“快、准、稳、优”的最佳控制效果，并通过通用优化模块使装置或整个系统达到最优的运行状态，从而为企业实现节能、节水及资源综合利用。 | 适用于流程工业能源信息化管控节能技术改造 | 3% | 17% | 176 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|----------------------|---|------------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 48 | 中小型冷库制冷机组的智能热氟融霜节能技术 | 将高温气态制冷剂直接通入蒸发器，运用高温高压的冷媒融化霜层，热氟融霜相对于电热化霜时间短、化霜功率低，整体运行节能省电，化霜效率高，冷库温度波动小，可实现智能化霜，能够根据使用场景自动调整化霜参数，实现节能。 | 适用于冷库制冷机组节能技术改造 | ≤1% | 20% | 14 |
| 49 | 直流母线群控供电系统 | 将同一采油（气）区块的各井抽油机电控逆变终端通过直流互馈型母线方式统一供电，各抽油机冲次根据井下工况优化调节，将现代网络化无线通信管理方式与油井群控配置组态相结合，实现集群井间协调和监控管理，使各抽油机倒发电能能通过直流母线互馈共享、循环利用，可实现以下几个功能：一是可以提高能效；二是直流供电线路压降低，损耗小，距离远；三是通过公共直流母线，使同一变压器和网侧整流器冗余容量为多台抽油机变频电控终端所共享，从而降低变压器台数和容量。 | 适用于油气开采行业供电和电控系统节能技术改造 | 12% | 50% | 2 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|----------------------------|---|----------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 50 | 能源化工企业智慧工厂“123”体系冷源数字化节能技术 | 以有效能为主控制对象，应用物联网技术，将工厂建设为一个物联网络（主站）、两个可调控设备（电机和阀门）、三个能量流系统（冷、热和物料）的智慧体系，实现能量合理精准的配送，利用物联网和人工智能技术，达到“配置合理、运行协调、整体优化”，整体上展现简约、自适应、最低能耗、透明可控等一系列外在健康属性，使工厂的运营变得简单，以最低的成本完成智慧工厂建设，实现节电约 30%。 | 适用于化工领域能源信息化管控节能技术改造 | 1% | 5% | 2 |
| 51 | 区域综合能源管控系统 | 拥有能源综合监控、能源优化调度、能效分析与诊断、能源智能运维等功能，支持多种类型能源数据接入，利用 Hadoop 分布式数据库、智能数据挖掘技术实现长期历史数据诊断、分析、评估。该系统能对综合能源系统大量用能数据进行类型划分，利用聚类分析方法对比待处理数据与对应类型的标杆值，进行用能异常突变判断，可发现用户能源消耗过程和结构中存在的问题，辅助优化综合能源系统用能策略。 | 适用于能源信息化管控节能技术改造 | ≤1% | 2% | 0.3 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|---------------------|---|-----------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 52 | 智慧能源能效管控系统 | 通过对能源站的设备、管网等各类能耗数据进行精准采集和整理，借助自主研发的能效分析模型对整个能源系统进行能效分析及节能诊断；通过定制化的控制编程，实现控制逻辑的精准性，从而达到对设备进行精准控制和运行监测。该系统可确保各个设备之间高效耦合联动，做到供给和需求、机房和末端、外部负荷和设备本身等各方面的完美协同，力争整个能源站时刻精准高效运行，实现节能降耗。 | 适用于能源信息化管控节能技术改造 | 1% | 10% | 3 |
| 53 | EcoSave 空压站智慧无损节能系统 | 通过深度学习及边缘计算，准确学习用户的用气规律并作出趋势预测，设定满足生产工艺需求的最低压缩空气系统总管压力，再通过独特的无损恒压技术对总管压力实施精确控制，既降低总管压力又降低管路泄漏量，从而实现节能。在此基础上，利用无线智能联控技术对空压机系统实施联动控制，减少空压机系统末端恒压增多的卸载时间，从而优化整个系统的运行。 | 适用于空压站系统能源信息化管控节能技术改造 | 1% | 5% | 0.5 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|----------------------|--|----------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 54 | 基于 APC 中央空调智控节能技术 | 采用数据采集→建模→多变量控制→云端管控等方式，将所有中央空调前后端看作一个整体进行协同控制。通过现场数据建模，完成预测、优化反馈控制，实现中央空调设备的无人化智控，建立中央空调智能化、集散化“专家系统”，可提高中央空调系统信息化与智能化水平，年平均节能 15%~40%。 | 适用于空调系统智能控制节能改造 | 5% | 20% | 2 |
| 55 | 智慧热岛—余热利用技术 | 以水为媒介，通过泵送至各个热量富余的生产装置或系统，以换热的方式收集余热（取热岛），然后输送给需要热量的装置或系统中（用热岛），替代用热岛中现有的蒸汽加热方式，达到节省蒸汽的目的。 | 适用于化工领域余热余压利用节能技术改造 | ≤1% | 7% | 20 |
| 56 | iSave 中央空调 AI 节能控制系统 | 中心单元 ASP(大脑)依据室内温湿度及其变化曲率、室外温湿度及其变化曲率、系统运行数据以及各设备运行状态，通过 AI 节能算法计算制冷站最佳的控制参数设定值。当接入末端空调机组时，AI 节能算法能够根据室内外环境及时间参数计算最佳的空调机组送风温度设定值和室内温度设定值等，实现中央空调系统的深度节能。 | 适用于中央空调能源信息化管控节能技术改造 | ≤1% | 5% | 3 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|------------------------------|--|-----------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 57 | 一种组合式互联网节能型智慧空压站的集成设计及智能控制系统 | 利用物联网、大数据等技术，将节能空压机、储气罐、节能冷干机、过滤器集成到智慧空压站中，该智慧空压站 24h 远程监控并不间断的发送监控数据，自动报警，自动收集空压机数据并进行分析自动优化工作模式，可为用户提供所需的高品质压缩空气，相比于传统空压机节能 15%~60%。 | 适用于空压站系统能源信息化管控节能技术改造 | 1% | 30% | 32 |

八、余热余压利用技术

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|-------------|--|---------------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 58 | 自回热精馏节能技术 | 将精馏系统塔顶的低温蒸汽通过压缩机压缩，提高其温度及压力后送往再沸器加热塔釜料液并放热冷凝，系统运行仅通过压缩机维持精馏过程的能量平衡。系统利用少量电能提高塔顶蒸汽的热品位，高效回收了塔顶蒸汽的汽化潜热，减少塔釜料液加热的外加能源需求，降低了塔顶冷却水耗量，实现精馏过程节能经济运行。 | 适用于化工、石化、轻工、制药等行业精馏工艺节能改造 | ≤1% | 3% | 130 |
| 59 | 升温型工业余热利用技术 | 以第二类溴化锂吸收式热泵作为主要设备，该热泵循环中蒸发压力和吸收压力高于发生压力和冷凝压力，可吸收低品位余热（热水、蒸汽或其他介质），生产高品位热蒸汽或热水，系统运行过程中仅消耗少量的电能，具有显著的节能效果。 | 适用于工业废热利用节能改造 | 2% | 5% | 10 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|------------------------|---|-------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 60 | 基于热能梯级利用的热电联产低位能供热技术 | 利用居民采暖的低品位热能需求，对汽轮机低压缸转子、凝汽器等关键设备进行改造。采暖期适当提高机组运行背压，以热网循环水作为机组排汽冷却水，回收机组低品位排汽余热作为热网的基础热源，加热循环回水后对外供热，供热不足部分由高品位中排抽汽进行加热，实现能源梯级利用，提升了机组发电出力，显著降低了供热耗能成本。 | 适用于热电厂大规模生活供热节能改造 | 15% | 25% | 81 |
| 61 | 大腔体高温真空电热氮化烧结系统及余热利用技术 | 采用高强度大腔体炉，真空度、密封性和保温设计优良，产品装载量大，利用高温时射流均温系统缩小炉内分层温差，氮化率高，余热可充分回收利用，热利用率高；同时通过 DCS 控制系统及工业组态软件相结合，实现了大腔体氮化炉的加热升温、鼓风降温、送风排杂、射流均温、自动补氮、余热利用等智能控制功能，单位吨耗低，相比行业先进指标，节电 250kW·h/t，节氮气（标态）55m ³ /t。 | 适用于碳化硅陶瓷产品制备技术领域 | 2% | 3% | 0.2 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|------------------------|---|--------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 62 | 污泥耦合发电技术 | 采用低温蒸汽式污泥干化装备，利用电厂低品位蒸汽干化污泥，提高污泥热值，干化尾气送入电厂锅炉热分解，回收利用干化尾气潜热的同时随锅炉尾气脱硝、除尘、脱硫后超净排放，冷凝液经生物处理达标回用；再将干化污泥与燃煤混合后送入电厂锅炉燃烧，燃烧灰渣作为建筑辅料，在无害化处理污泥的同时，耦合发电，实现资源化利用。 | 适用于污泥等固废处理余热余压节能改造 | 30% | 51% | 10 |
| 63 | 汽车轮毂生产线余热高效回收利用关键技术与应用 | 采用自主开发的余热回收利用系统，梯次回收轮毂生产线高、中、低温余热，同时采用轮毂生产线低品位余热的高效提取及冷热双供技术，产出超低温冷水（7~12℃），供机组冷却循环使用；结合能源控制数据库和云平台，实现远程监控及调试、能耗实施跟踪、能源数据共享等功能；同时利用磁悬浮技术的低温余热发电机组将过剩的余热资源转化为电能，整机热电效率最高可达13%。 | 适用于车辆轮毂产线余热利用节能改造 | <1% | 3% | 6 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来3年节能潜力 | |
|----|--------------------|--|-------------------------|--------|----------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 64 | 锅炉烟气余热深度利用技术 | 电除尘前尾部烟气分别经过一级和二级烟冷器，一级烟冷器管内工质吸收尾部烟气余热对汽机侧凝结水进行加热，二级烟冷器设置在一级烟冷器后，烟冷器管内工质吸收尾部烟气余热在暖风器内加热冷空气，可实现烟气温度降低约 40℃，冷风温度升高约 30℃，机组供电煤耗减少约 2.5g/(kW·h)。 | 适用于发电锅炉节能改造 | 35% | 40% | 39 |
| 65 | 工业用复叠式热功转换制热技术 | 采用梯级换热和热泵集成创新技术，废水先经板换热器与清水换热，后经热泵机组降到室温后排放，具有一定热量的清水再经热泵机组加热后进入热水箱，可提取工艺废水余热中 75%以上的能量，供生产使用，同时还可用于夏季废水降温，余热回收后的废水温度可降到 20~25℃。 | 适用于印染、轻工等行业高温废水余热利用节能改造 | <1% | 3.1% | 5 |
| 66 | 工业企业能源节能降耗及余能再利用技术 | 工业窑炉外排烟气经预处理后，进入基于平板微热管阵列及平行流技术的烟气—水及烟气—空气换热器，该换热器体积重量只有传统的 1/10~1/5，成本低，可高效回收烟气温度低于 80℃的低温余热，换热器充分回收烟气热量后再外排烟气，显热换热效率可达 80%，同时可利用谷电高效蓄冷蓄冰。 | 适用于工业加热炉窑炉等节能改造 | 1% | 15% | 5 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|----------------|--|-----------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 67 | 智能全闭式蒸汽冷凝水回收系统 | 冷凝水通过该系统可自行回流至冷凝水回收缓冲罐（微负压）内，然后进行汽水分离、引流；分离后的冷凝水通过高温回收水泵进行加压输送至锅炉房，吸气定压装置把闪蒸汽引射至冷凝水回收管网一并输送至锅炉房；高温冷凝水回收水泵无汽蚀问题，保证在整个闭式运行的系统中凝结水能稳定地输送。 | 适用于工业蒸汽冷凝水的回收循环利用节能改造 | 7.2% | 35% | 0.5 |
| 68 | 船用柴油机余热利用发电系统 | 对柴油机进行调制以提高排气温度，排气大部分进入增压器涡轮做功，约 10%左右通过 EGB 阀进入动力涡轮发电，排气汇合后进入余热锅炉，产生过热蒸汽驱动蒸汽轮机发电，乏汽冷凝后汇入水包，经给水泵升压再通过缸套水冷却器和两段式空冷器预热，随后进入锅炉完成系统水循环。 | 适用于大型船用柴油机余热利用节能改造 | <1% | 3% | 0.1 |

| 序号 | 技术名称 | 技术简介 | 适用范围 | 目前推广比例 | 未来 3 年节能潜力 | |
|----|--------------------|--|----------------------|--------|------------|-------------------|
| | | | | | 预计推广比例 | 节能能力 (万 tce/a) |
| 69 | 配套于大型催化裂化装置补燃式余热锅炉 | 应用了 FCC 催化剂再生烟气内嵌式 SCR 脱硝工艺，解决了受热面及管道露点腐蚀、高温腐蚀和积灰问题，延长了烟道长度，提高了热回收效率。采用独特的旁通烟道结构，第四烟道内的高温烟气温度恒定，避免了温度过高造成催化剂烧结失活及烟气温度过低生成铵盐，有效延长了催化剂的使用寿命，降低了脱硝反应器的运行维护费用，提高了脱硝效率。 | 适用于炼油、石化行业催化裂解装置节能改造 | 3% | 10% | 3 |