

附件 2

国家工业节能技术应用指南与案例 (2017)

二〇一七年十一月

目 录

(一) 串联式连续球磨机及球磨工艺.....	1
(二) 大规格陶瓷薄板生产技术与装备.....	2
(三) 节能隔音真空玻璃技术.....	3
(四) 磁铁矿用高压辊磨机选矿技术.....	4
(五) 陶瓷纳米纤维保温技术.....	5
(六) 碳纤维复合材料耐腐蚀泵节能技术.....	6
(七) 高效降膜式蒸发设备节能技术.....	7
(八) 含纳米添加剂的节能环保润滑油.....	8
(九) 蓄热式电石生产新工艺.....	9
(十) 热风炉优化控制技术.....	10
(十一) 焦炉上升管荒煤气显热回收利用技术.....	11
(十二) 绿色预焙阳极焙烧节能改造技术.....	12
(十三) 还原炉高工频复合电源节能技术.....	13
(十四) 机床用三相电动机节电器技术.....	14
(十五) 智能电馈伺服节能系统.....	14
(十六) 大型火电机组液耦调速电动给水泵变频改造技术.....	15
(十七) 超音频感应加热技术.....	16
(十八) 基于电流确定无功补偿的三相工业节电器技术.....	17
(十九) 基于智能控制的节能空压站系统技术.....	18
(二十) 绕组式永磁耦合调速器技术.....	19
(二十一) 空压机节能驱动一体机技术.....	20
(二十二) 压缩空气系统节能优化关键技术.....	20

(二十三) 基于磁悬浮高速电机的离心风机综合节能技术.....	21
(二十四) 磁悬浮离心式鼓风机节能技术.....	22
(二十五) 新能源动力电池隧道式全自动真空干燥节能技术..	23
(二十六) 硝酸装置蒸汽及尾气循环利用能量回收机组系统技术	24
(二十七) 烧结合余热能量回收驱动技术.....	25
(二十八) 干式高炉煤气能量回收透平装置技术.....	25
(二十九) 基于液力透平装置的化工冗余能量回收技术.....	26
(三十) 旧电机永磁化再制造技术.....	27
(三十一) 余热锅炉动态补燃技术.....	28
(三十二) 工业锅炉高效低 NO _x 煤粉清洁燃烧技术.....	29
(三十三) 高效超低氮燃气燃烧技术.....	30
(三十四) 高效粉体工业锅炉微排放一体化系统技术.....	31
(三十五) 节能型水电解制氢设备技术.....	32
(三十六) 清洁能源分布式智能供暖系统技术.....	33
(三十七) 数据中心用 DLC 浸没式液冷技术.....	34
(三十八) 导光管日光照明系统技术.....	36
(三十九) 秸秆清洁制浆及其废液肥料资源化利用技术.....	37

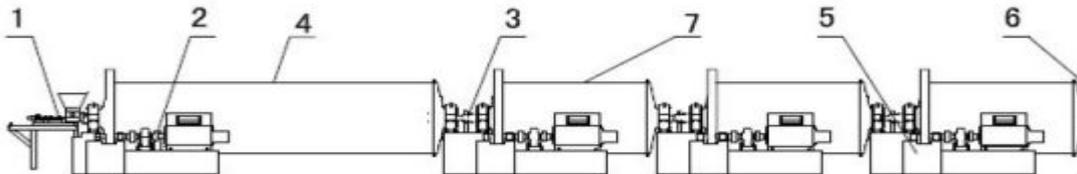
（一）串联式连续球磨机及球磨工艺

1.技术所属领域及适用范围

适用于建材行业原料球磨工艺。

2.技术原理及工艺

采用陶瓷原料预处理系统对原料进行分类破碎，使进入串联式连续球磨机的物料粒度控制在 3mm 以下，改善物料的易磨性；采用高压电机齿轮传动，减少电损耗，通过一组串联的连续球磨机实现陶瓷原料连续式生产工艺，从而提高球磨系统的能效。串联式连续球磨机示意图如下：



1、独立给料机 2、高压电机齿轮传动系统 3、串联加球装置 4、串联式连续球磨机的一级球磨罐 5、基础 6、提流出料装置 7、串联式连续球磨机的二级球磨罐。

3.应用案例

2014 年 11 月，淄博唯能陶瓷有限公司原料车间球磨系统节能改造项目，建设周期 4 个月，技术提供单位为山东鼎汇能科技股份有限公司。项目投资 1200 万元，建成年处理陶瓷原料 36 万吨产能的串联式连续球磨机系统；实现综合节能 4900tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，随着我国建筑陶瓷行业的产业升级，应

用推广比例由目前的 1%可逐步提高到 10%，按 10%左右的建筑陶瓷企业应用此项技术及装备，可实现节能量 7.26 万 tce/a，减排CO₂ 19.1 万t/a。

(二) 大规格陶瓷薄板生产技术及装备

1.技术所属领域及适用范围

适用于建材行业陶瓷砖的生产加工。

2.技术原理及工艺

采用万吨级自动液压压砖机将陶瓷原料压制成陶瓷薄板坯体，装饰表面后，在超宽体节能辊道窑中烧制成型，再经抛光线深加工后包装成型。生产的大规格陶瓷薄板厚度是传统陶瓷砖的 1/3，节约原材料超过 50%，整体节能超过 40%，SO₂、CO₂ 等减排近 20-30%。

3.应用案例

2010 年 3 月，蒙娜丽莎集团股份有限公司传统陶瓷生产技术改造项目，建设周期 5 个月，投资回收期 1.5 年，技术提供单位为广东科达洁能股份有限公司。设备投入 1900 多万元，建成规模 100 万平米的大规格陶瓷薄板生产线；实现耗电量降至 4.6kwh/m²，较改造前节约 20.83%；需水量降至 65.71kg/m²，较改造前节约 63.20%；综合能耗降至 3.85tce/m²，较改造前节约 42.96%。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，应用推广比例能够达到 11%左右，可实现节约陶土资源约 3 亿吨（相当于 2015 年全行业的陶瓷原

料使用量)、综合节能 3000 万tce/a、减排粉尘 3 万t/a、SO₂ 2 万t/a、NO_x 8 万t/a。

(三) 节能隔音真空玻璃技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于光伏建筑领域隔冷热隔音玻璃的生产加工。

2. 技术原理及工艺

利用保温瓶原理和显像管技术，将平板玻璃与Low-E玻璃四周熔封，中间用微小支撑物间隔 0.1mm-0.2mm，将间隙抽真空达到 10⁻⁴Pa。实现了良好的保温绝热和隔音功能，传热系数低至 0.5 W/m²K 以下、隔音量大于 36dB，且隔热保温性能不受安装角度影响。

3. 应用案例

青岛大荣置业中心恒温恒湿写字楼外墙玻璃安装项目，该建筑是住建部“建筑节能与可再生能源利用示范工程”，建设周期 3 个月，真空玻璃使用量 7000 m²。技术提供单位为青岛新亨达真空玻璃技术有限公司。项目投入 140 万元，建设完成后，相对于使用Low-E中空玻璃，实现节电 35 万 kWh/a，节能 113tce/a，减排CO₂ 300t/a。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，真空玻璃市场将达到 750 万m²，应用推广比例达到 5%，可形成节能 12 万tce/a，减排CO₂ 32.3 万t/a。

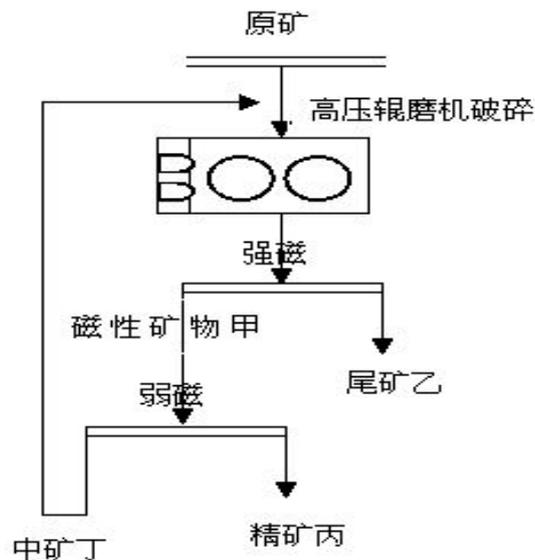
(四) 磁铁矿用高压辊磨机选矿技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于磁铁矿选矿领域。

2. 技术原理及工艺

采用高压辊磨机工艺，将矿石反复破碎和磁选并不断将粗粒尾矿排出，最终将矿石破碎到 1mm 以下。而颗粒尾矿则以废石的形式堆存，不占用尾矿库，提高堆存的稳定可靠性，大幅减少安全隐患。节省尾矿库达 70%，节省占地和投资；与传统的选矿工艺相比，节约 30%~50% 的电耗。工艺流程如下：



3. 应用案例

福建省德化鑫阳矿业有限公司超细碎高效预选技改工程项目，年处理矿石量 150 万吨，年产精粉 70 万吨，采用高压辊磨机替代原有 3 段破碎工艺。节能改造后粉磨系统综合平均电耗由原来的 21kwh/t 降至 16kwh/t，节能 23.8%。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例可提高至 30%，每年投入使用 100 台左右高压辊磨机，可形成节能 420 万 tce/a。

(五) 陶瓷纳米纤维保温技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于保温保冷绝热工程领域。

2.技术原理及工艺

陶瓷纳米纤维保温技术是以玻璃纤维和陶瓷纤维等多种纤维为骨架，采用胶体法和超临界强化工艺将陶瓷材料制备成为纳米级材料，粒径小于 40nm（空气分子团自由行程约为 70nm）的陶瓷粉体占 98%以上，形成真空结构，从而绝冷热保温。陶瓷纳米纤维制备工艺如下：

陶瓷组分溶于醇类—化学法凝胶—强化脱水—超临界物理强化。

3.应用案例

燕山石化中压蒸汽管线隔热项目。技术提供单位为北京兆信绿能科技有限公司。项目总投资约 350 万元人民币，投资回收期 2.8 年；3.5MPa 蒸汽管线长 1350 米，全部采用 50mm 厚陶瓷纳米纤维保温结构替换 250mm 厚原保温结构。实现节约蒸汽量 8288.13t/a，综合节能 926.1tce/a，减排 CO₂ 约 2445t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例达到 10%，预计投资额约 50

亿元人民币，可形成综合节能量 132 万tce/a，减排CO₂ 约 349 万t/a。

（六）碳纤维复合材料耐腐蚀泵节能技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于还原性腐蚀性介质的输送领域。

2.技术原理及工艺

泵体、叶轮均采用碳纤维增强树脂基材料，材料的强度高、重量轻，可实现比金属泵更好的水力模型及更低的价格、比塑料泵具有更好的耐腐蚀性及 3 倍以上的使用寿命；采用模压热固化成型，线膨胀率低，泵体、叶轮表面光洁度高、同心度好，减少了泵内介质的运行阻力，同时采用 6 叶片设计，效率比金属泵高 2%-5%，比塑料泵提升 40%左右。工艺路线如下：

模具-料片剪裁-铺贴-预成型-热固化-脱模-检验-入库

3.应用案例

2013 年侯马北铜铜业有限公司空塔、填料塔设备净化系统项目，项目投资 40 万元，建设期 2 个月，技术提供单位为大连富鼎碳素装备有限公司。将整个硫酸车间净化系统的泵全部换成碳纤维泵，实现综合节能 194tce/a，减排 CO₂463t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例达到 20%，10000 台左右碳纤维复合材料耐腐蚀泵投入使用，可形成综合节能 8.85 万tce/a，

减排CO₂ 23.15 万t/a。

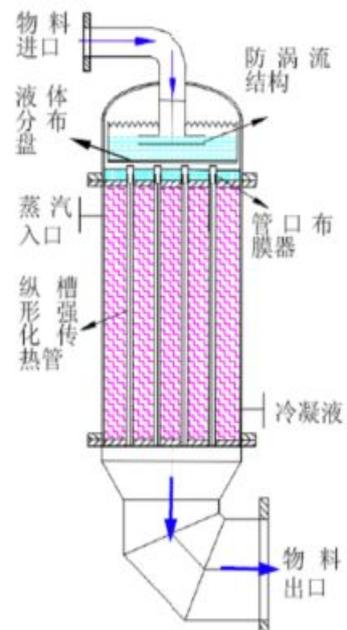
(七) 高效降膜式蒸发设备节能技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于化工行业乙二醇、乙醇胺、己内酰胺、聚碳酸酯、腈纶、氯碱等的生产工艺。

2. 技术原理及工艺

高效降膜式蒸发器（再沸器）管箱采用单级或多级结构的液体分布盘，使液位更稳定、液体分布更均匀。（如右图所示）采用旋流式分布器定位内部换热管，避免出现换热管内偏流、干点等现象，保证了液膜的稳定、均匀分布。换热管可采用光管，也可采用外表面纵槽管，管外也可以传热强化。与普通换热器相比较，传热效率提高 40%，减少蒸汽用量 30%，使用周期内可免清洗。



3. 应用案例

上海石化乙二醇装置降膜式再沸器节能技术改造项目，项目投资额 240 万元，投资回收期为 0.74 年，技术提供单位为华东理工大学。对上海石化乙二醇装置精制工段乙二醇、二乙二醇、多乙二醇塔底，三台传统再沸器进行了技术改造，实现节约蒸汽 27200t/a，蒸汽用量减少 30%以上，实现节能 2638 tce/a，减排量CO₂ 6965t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例达到 30%，30 套高效降膜式蒸发器设备投入使用，可实现节能量 31.2 万 tce/a，减排量 CO₂ 82.4 万 t/a。

(八) 含纳米添加剂的节能环保润滑油

1.技术所属领域及适用范围

适用于润滑油性能优化。

2.技术原理及工艺

润滑油中的纳米添加剂可使发动机摩擦系数降低，减少发动机功率内耗，增大有效功率；多种纳米添加剂具有极佳的自动填充修复功能（填充凹凸不平金属表面），可增强发动机气缸密封性，使气缸窜气和气缸压力损失得到最大限度的控制，使燃烧更为充分，发动机额定功率得以充分发挥。根据实验数据测算，可提高内燃机效率 4% 左右，节能减排效果明显。

3.应用案例

山东小松油品有限公司润滑油生产工艺改进项目，项目投资额 1500 万元，建设周期 1 年，技术提供单位为山东源根石油化工有限公司。对添加剂调和系统进行技术改造，将传统机械搅拌改造为国际领先的脉冲调和系统，实现年产含纳米添加剂的润滑油 1.5 万吨。按照全做内燃机润滑油来测算，节能率 4%，可实现年节能量 5.5 万 tce/a，减排 CO₂ 14.5 万 t/a，降低尾气排放 CO 下降 59.1%，HC 下降 39.3%。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例达到 10%，节能环保润滑油年需求量 40 万吨/年，可形成节能 172 万 tce/a，减排 CO₂ 455 万 t/a。

(九) 蓄热式电石生产新工艺

1.技术所属领域及适用范围

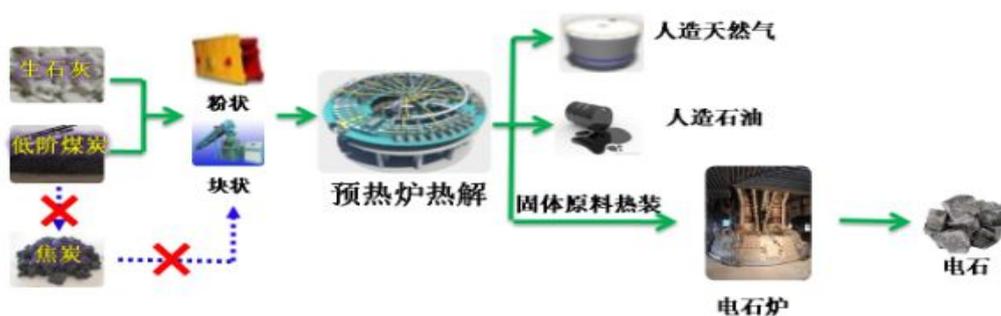
适用于电石生产行业。

2.技术原理及工艺

通过耦合预热炉热解技术和电石生产技术，降低原料成本，提高电石生产速率；采用高效热解技术提取中低阶煤中的油气产品，提高工艺的经济性；热解产生的高温固体球团携带显热直接输送至电石炉，充分利用热解固体的显热，降低电石生产的电耗。工艺流程如下：

3.应用案例

内蒙古港原化工有限公司 6×33MVA 电石炉技改年产 1



亿 Nm³ LNG 项目，主要设备投资 16044 万元，建设期 1 年，技术提供单位为神雾环保技术股份有限公司。改造 42 万 t/a 电石-1 亿 Nm³ /a LNG 生产线，改造完成后，电石生产电耗

2819.3 kWh/t，与改造前相比节电 707.8 kWh/t，可实现节能 1057.5 万 tce/a，减排 CO₂ 2791.8 万 t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例达到 36%，将推广到 2000 万吨/年的电石生产线应用，可形成节能 470 万 tce/a，减排 CO₂ 1240 万 t/a。

(十) 热风炉优化控制技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于钢铁行业高炉的热风炉燃烧优化控制。

2.技术原理及工艺

通过采集处理温度、流量、压力和阀位等工艺参数，建立各热风炉工艺特点数据库；适时判断不同的参数变化和烧炉情况，利用模糊控制、人工智能和专家系统等控制技术，计算最佳空燃比，实现烧炉全过程（强化燃烧、蓄热期和减烧期）自动优化控制，综合节能率 5%以上。

3.应用案例

山东德州永锋钢铁 4 号高炉热风炉优化控制系统，技术提供单位为南京南瑞继保电气有限公司，项目投资额 150 万，建设期 1 个月，投资回收周期 2.2 个月，增加 1 套热风炉优化控制系统，更换后可实现综合节能 4710tce/a，减排 SO₂ 77.7t/a，CO₂ 11775t/a，NO_x 73.5t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广比例达到 10%，约 300 套此项技术

投入应用，可形成节能 141 万 tce/a，减排 CO₂ 353 万 t/a。

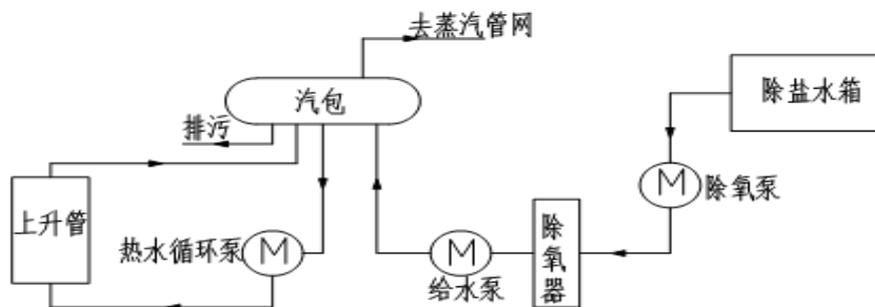
（十一）焦炉上升管荒煤气显热回收利用技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于钢铁、焦化等行业焦炉荒煤气余热回收工艺。

2. 技术原理及工艺

通过上升管换热器结构设计，采用纳米导热材料导热和焦油附着，采用耐高温耐腐蚀合金材料防止荒煤气腐蚀，采用特殊的几何结构保证换热和稳定运行有机结合，将焦炉荒煤气利用上升管换热器和除盐水进行热交换，产生饱和蒸汽，将荒煤气的部分显热回收利用。工艺流程图如下：



3. 应用案例

河钢集团邯郸分公司焦化厂 5#、6#焦炉荒煤气显热回收利用工程，技术提供单位为北京动力源科技股份有限公司和常州江南冶金科技有限公司，项目投资额 2800 万元，建设期 12 个月，投资回收期约 3.5 年。新建余热利用系统和设备，用 90 个上升管换热器替换原有上升管，并配套建设汽包、水泵、管路及控制系统。实现综合节能 8569tce/a，减排 CO₂ 22625t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，焦化行业推广比例可达 35%，项目总投资可达 50 亿元，可形成综合节能 185 万 tce/a，减排 CO₂ 488 万 t/a。

(十二) 绿色预焙阳极焙烧节能改造技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于炭素行业焙烧工艺节能。

2.技术原理及工艺

应用新型焙烧炉节能耐温燃烧器、焙烧炉专用节能密封火孔盖，采用焙烧火道墙的离线砌筑方法和焙烧炉自动化燃烧技术，从而达到优化预焙阳极焙烧曲线，降低阳极天然气单耗的目的。主要工艺包括预焙阳极焙烧炉自动化燃烧系统、七室焙烧节能新工艺、新型的焙烧炉火道墙的离线砌筑方法及节能设施设备。

3.应用案例

2014 年，索通 28 万吨新型环式焙烧炉节能系统技术改造项目，技术提供单位为索通发展股份有限公司，项目投资额 1104.7 万元，建设期 1 年。改造完成后，阳极天然气单耗由 72.5m³/t 下降至 60.8m³/t，降低天然气消耗 332.3 万 m³/a，实现节能 3920.9tce/a，减排 CO₂ 9802.3t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，预焙阳极生产行业此项技术推广比例可达 20%，约 400 万吨产能，可形成节能 5.17 万 tce/a，减排 CO₂

12.74 万t/a。

(十三) 还原炉高工频复合电源节能技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于多晶硅、单晶硅、蓝宝石等生产工艺节能改造。

2. 技术原理及工艺

通过高频电源参与工频电源控制系统的叠层供电控制技术，实现高频化后的加热电源系统对多晶硅生长的影响作用。同时利用视觉测温技术在还原炉电流与温度双闭环控制系统中的实际应用，建立基于电源频率、硅棒温度、直径生长率等多参数测控的电源控制系统，实现对多晶硅还原炉的最优化控制。

3. 应用案例

新疆大全新能源 18000 吨多晶硅项目还原装置 18 台 36 对棒还原炉电控系统进行节能技术改造项目，技术提供单位为新疆大全新能源股份有限公司，项目总投资 5418 万元，建设周期一年六个月、分两期建设。委托华陆工程科技有限责任公司对项目能耗进行了监测，以 18 台还原炉电控系统改造项目为计算基础，还原电耗从 55kWh/kg 降低至 50kWh/kg，节电 13670 万 kWh/a，实现节能 4.7845 万 tce/a，减排 CO₂ 10.253 万 t/a。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广应用比例可达 35%，可实现节能 12.39 万 tce/a，减排 CO₂ 26.55 万 t/a。

（十四）机床用三相电动机节电器技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于三相异步电动机驱动的机床设备改造。

2. 技术原理及工艺

取样电动机运行中“瞬时有功负荷”作为控制信号，实时监控测量实际负荷、自动调整有功功率，有效减少机床能耗。控制流程为：“瞬态有功负荷”→大于额定功率 1/2 自动调整为大功率→小于额定功率 1/3 自动调整为小功率→循环监控调整电动机“瞬态有功负荷”→实时调整电动机功率。

3. 应用案例

宝鸡机床集团公司普通车床及CJK数控车床(工信部《高耗能落后机电设备(产品)淘汰目录(第二批)》)的节能改造项目，技术提供单位为北京优尔特科技股份有限公司，项目投资额 862 万元，建设期 1-2 年，为年产 600 台CJK数控车床和年产 5000 台CS6140-6266 普通车床配套“微计算机控制三相电动机节电器”，电动机装机容量合计 42000 千瓦。实现综合节能 3396.3tce/a。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，在机床行业推广达到 5%，可节能改造 18.9 万台机床，形成节能 10.2 万 tce/a，减排CO₂ 23.79 万 t/a。

（十五）智能电馈伺服节能系统

1. 技术所属领域及适用范围

适用于压铸机、注塑机、热剪机等节能改造。

2.技术原理及工艺

电馈伺服节能系统通过接驳主电机，取设备实时电流、电压、流量信号回传CPU处理器，按各工艺模拟量计算出电机实时所需功率，从而通过IGBT功率模块在0.1秒内调节电机功率，达到按需提供功率的状态，实现节约电能。

3.应用案例

广东鸿图南通压铸有限公司压铸机节能改造项目，技术提供单位为江苏亚邦三博节能投资有限公司，项目投资额370万元，建设期8个月，投资回收期1.4年，节能改造58台压铸机总功率3848.5kW，可实现节电364.5万kWh/a，可节能1202.85tce/a，减排CO₂3211.6t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达到5%，形成节电8.4亿kWh/a，节能27.7万tce/a，减排CO₂74万t/a。

(十六) 大型火电机组液耦调速电动给水泵变频改造技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于火力发电行业发电机组给水泵节能改造。

2.技术原理及工艺

采用一体化变频调速技术，将给水泵的转速调节方式由液力耦合器调节变为变频调节，消除了液力耦合器的滑差损失，提高了给水泵组的效率。

3.应用案例

马莲台电厂 1#机组给水泵变频改造项目，项目投资额 778.39 万元，建设期 4 个月，对 2 台给水泵电动机进行高压变频改造，节能改造后，实现平均节电率 19%，节电量 989 万 kWh/a，节能量 3164.8 tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，可在火电行业推广 140 套此项技术，预计总投入 16.8 亿元，可形成节能 55.2 万 tce/a，减排 CO₂ 145.71 万 t/a。

(十七) 超音频感应加热技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于热加工领域挤出机等设备节能改造。

2.技术原理及工艺

将工频交流电整流、滤波、逆变成 25 ~ 40kHz 的超音频交流电，从而产生交变磁场，当含铁质容器放置上面时，因切割交变磁力线会产生交变的电流（即涡流），涡流使铁分子高速无规则运动产生热能，从而实现含铁物质的加热，热效率可达到 95%。高频线圈不与被加热金属直接接触，系统本身热辐射温度接近环境温度，在 40℃ 以下，人体完全可以触摸。

3.应用案例

绵阳长鑫新材料发展有限公司挤出机加热系统节能改造项目，技术提供单位为四川联衡能源发展有限公司，项目投资额 237.5 万元，建设期 2 年，采用超音频感应加热控制

方式对 25 台挤出机加热系统进行专项节能技术改造，节电 195.75 万 kWh，实现节能 685.1tce/a，减排 CO₂ 1712.8t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达 3%，约可节能改造 1000 台挤出机，可形成节能 2.74 万 tce/a，减排 CO₂ 6.85 万 t/a。

(十八) 基于电流确定无功补偿的三相工业节电器技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于低压三相交流电动机节能改造。

2.技术原理及工艺

利用电容器具有充、放电和贮电的特性，采用并联补偿电容器的方式，利用带有高速计算机芯片的自动限流补偿控制器对用电器进行无功补偿和有功电量剩余回收，并抑制瞬流、滤除谐波。

3.应用案例

2010 年，广西大都混凝土集团有限公司混凝土搅拌生产线节能改造项目，技术提供单位为南宁恒安节电电子科技有限公司，共对 34 台电动机安装了 24 台节电器，改造完成后，实现节能 163.296tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达 10%，约可投入使用 5 万台节电器，可形成节能 38.88 万 tce/a。

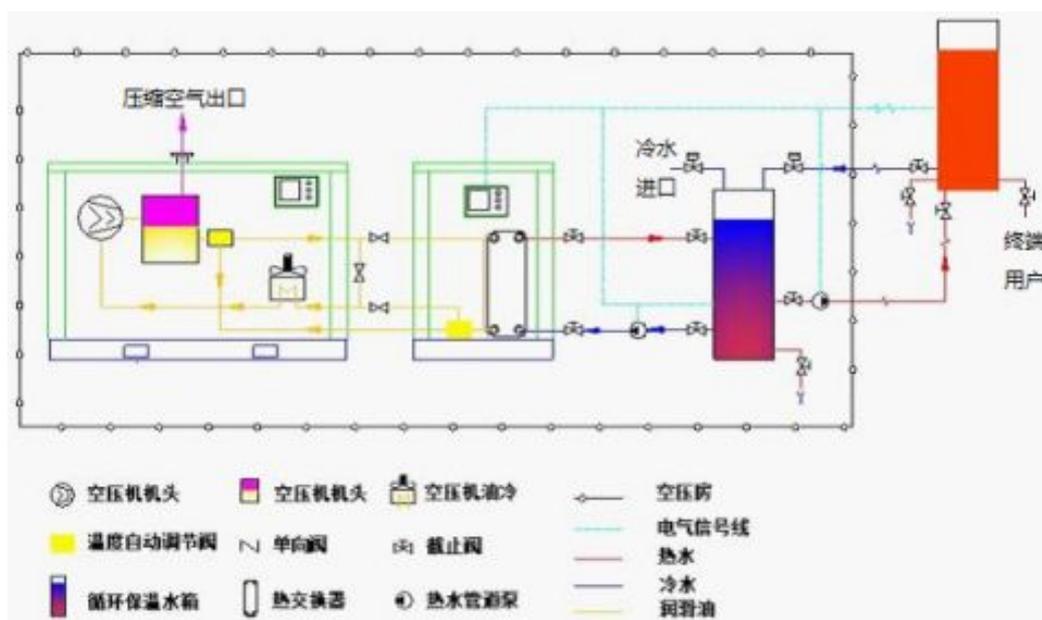
(十九) 基于智能控制的节能空压站系统技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于空压站系统节能改造。

2. 技术原理及工艺

采用先进测控制技术、阀门技术、工业变频技术、综合热回收技术，对压缩空气系统中的空压机、冷燥设备、过滤设备、储气罐、管网阀门、终端设备等单元进行优化控制，优化压缩空气系统能量输配效率，提高空压机系统能效，从而达到综合节能。工艺流程如下：



3. 应用案例

神马实业股份有限公司帘子布公司空压系统节能改造项目，技术提供单位为杭州哲达科技股份有限公司，节能改造零气耗余热干燥系统、空压高效分级输送系统、群控系统、能源管理系统。节能改造后，节能率 26%，节电量达 662 万 kWh/a，节能 2317tce/a，减排 CO₂ 5792.5t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达 5%，形成节能 4 万 tce/a，减排 CO₂ 9.97 万 t/a。

(二十) 绕组式永磁耦合调速器技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于通机行业动力源节电或控制改造。

2.技术原理及工艺

电机带动绕组永磁调速装置的永磁转子旋转产生旋转磁场，绕组切割旋转磁场磁力线产生感应电流，进而产生感应磁场，该感应磁场与旋转磁场相互作用传递转矩，通过控制器控制绕组转子的电流大小来控制其传递转矩的大小以适应转速要求，实现调速功能，同时将转差功率反馈再利用，解决了转差损耗带来的温升问题，提高了能效。

3.应用案例

江苏沙钢集团有限公司炼钢二车间 2500kW 除尘风机节电改造项目，技术提供单位为江苏磁谷科技股份有限公司，投资回收期 6.9 个月。改造后无液压油损耗，可靠性高，能有效隔离振动和噪声，减少整个传动链内所有设备的冲击负载损害，维护成本低，且将转差损耗引出回馈至电网回收再利用，实现节电 430.5 万 kWh，节能 1506.75tce/a，减排 CO₂ 3228.75t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达 5%，预计将有 10000

台套绕组式永磁耦合调速器将取代液力耦合器，形成节能301.35万tce/a，减排CO₂645.75万t/a。

（二十一）空压机节能驱动一体机技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于压缩机节能改造。

2.技术原理及工艺

采用卸载停机技术，通过采集多路温度、压力、用气量等负载特性，自动识别并控制停机时间，减少空气压缩机卸载能耗，从而提高能效水平。

3.应用案例

2016年11月安徽鹏华空压机节能改造项目，技术提供单位为东泽节能技术（苏州）有限公司。项目投资0.56万元，投资回收期4个月。实现节电25680kWh/a、节能8.98tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达10%，形成节电338500万kWh/a、节能118.5万tce/a。

（二十二）压缩空气系统节能优化关键技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于压缩机系统节能改造。

2.技术原理及工艺

采用主控单元、分控单元和节能辅控单元及互联网架构

技术，监测、查询、控制空压机运行信息，通过预测控制、容错控制、自学习算法、云计算数据处理等功能对空压机群进行节能控制。同时对相关设备进行电力计量，监测管网中压缩空气的压力、流量、温度、露点和冷却水的压力、温度、流量等信息。

3.应用案例

宜宾环球格拉斯玻璃制造有限公司项目，对压缩空气系统实施节能及信息化管控系统增设改造，建设周期 4 个月，项目投资 320 万元，技术提供单位为北京爱索能源科技股份有限公司，建成规模节能率达 23.17%，每年实现节电 478 万 kWh，约合 1530tce，年节能效益 334.96 万元。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例达到 10%，每年节约 160 万 tce，年减排能力 430 万 tCO₂。

(二十三) 基于磁悬浮高速电机的离心风机综合节能技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于市政污水处理等行业。

2.技术原理及工艺

采用磁悬浮轴承大幅度提升转速并省去传统的齿轮箱及传动机制，采用高速永磁电机与三元流叶轮直连，实现高效率、高精度、全程可控。相比传统罗茨风机节能 30-40%、相比多级离心风机节能 20%以上、相比单级高速鼓风机节能 10%-15%。

3.应用案例

青浙江闰土集团生态化公园污水厂风机改造项目，技术提供单位为亿昇（天津）科技有限公司，日处理量 5000t 印染废水，运用本技术，替代原先 3 台罗茨风机，项目总投资 225 万，建设期 15 天，项目节能量 393.8tce/a，每年节约电费 90 万元，两年半可回收投资，并且降低环境噪音 30db，改善工作环境。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例将超过 20%，可形成节能 76.87 万 tce/a。

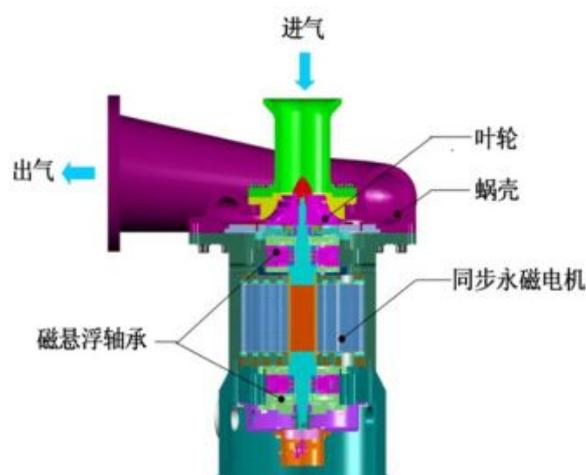
（二十四）磁悬浮离心式鼓风机节能技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于污水处理行业以及物料输送领域。

2.技术原理及工艺

将磁悬浮轴承和大功率高速永磁电机技术集成为高速电机，外加专用高速永磁电机变频器形成高速驱动器，采用直驱结构将高速驱动器和离心叶轮一体化集成(结构示意图见右图)，实现高速无摩擦高效悬浮旋转。



3.应用案例

2014 年 12 月，浙江龙盛集团股份有限公司下属上虞市

金冠化工有限公司污水处理厂节能改造项目，技术提供单位为南京磁谷科技有限公司，项目总投资 366 万元，采用 4 台磁悬浮离心式鼓风机对原有 6 台罗茨鼓风机进行替换改造。项目改造后，每小时节电 326kW，全年节电量为 280 万kWh，实现节能 980 tce/a，减排CO₂ 2786t/a。以电价 0.8 元/kWh 计算，年节约电费约 224 万元，投资回收期 1.6 年。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术产品在中国鼓风机市场的推广比例将达到 20%，形成节能 215 万tce/a，减排CO₂524.39 万t/a。

(二十五) 新能源动力电池隧道式全自动真空干燥节能技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于干燥设备节能改造。

2.技术原理及工艺

采用新能源动力电池隧道一体式干燥系统，通过高真空充氮加热干燥、冷却段与加热段之间交替能量循环利用等技术，进行能量系统优化，在一个干燥系统内完成全部干燥工序，实现节能与产能的双提高。

3.应用案例

比亚迪锂电池股份有限公司 26 台动力电池隧道式全自动真空干燥节能系统，技术提供单位为深圳市时代高科技设备股份有限公司，装机容量 10Gwh。年节能 2.37 亿kWh。年创效益 1.25 亿，投资回收期 2 年。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术的推广比例将达到 35%，节能能力达 95.8 万 tce/a，减排 CO₂ 239.5 万 t/a。

(二十六) 硝酸装置蒸汽及尾气循环利用能量回收机组系统 技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于石化行业，双加压法硝酸生产装置领域。

2. 技术原理及工艺

采用汽轮机、NO_x压缩机、齿轮箱、轴流压缩机和尾气透平组成的回收系统，回收硝酸装置产生的蒸汽及尾气。通过汽轮机回收氮氧化的反应热并拖动整个机组运行，NO_x压缩机加压氧化炉中的氮氧化并回收NO₂，尾气透平回收NO_x吸收后的剩余能量，与汽轮机共同驱动机组，并向装置界外供蒸汽。

3. 应用案例

2008 年，河南晋开化工投资控股集团有限责任公司 902t/d 稀硝酸装置项目。技术提供单位为西安陕鼓动力股份有限公司。项目建成后，实现节电 15675.12 万 kWh，投资回收期为 2.5 年。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术在行业内达到的推广比例 35%，总投入 5 亿元，可形成节能 600 万 tce/a。

(二十七) 烧结余热能量回收驱动技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于冶金领域烧结余热能量回收。

2. 技术原理及工艺

集成配置原有的电机驱动的烧结主抽风机和烧结余热能量回收发电系统，形成将烧结余热回收汽轮机与电动机同轴驱动烧结主抽风机的新型联合能量回收机组。取消了发电机及发配电系统，合并自控系统，润滑油系统，调节油系统等，避免了能量转换的损失环节，增加了能量回收，确保装置在各种工况下都不会影响到烧结生产线的正常运行，并且能最大限度回收利用烧结烟气余热的能量。

3. 应用案例

盐城市联鑫钢铁有限公司 SHRT 机组项目。技术提供单位为西安陕鼓动力股份有限公司。项目建成后，能量回收效率在之前系统各自独立的基础上可提高 6% 左右，年节约标准煤 10240t。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术在行业内达到的推广比例 35%，可形成节能 112 万 tce/a。

(二十八) 干式高炉煤气能量回收透平装置技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用钢铁行业高炉煤气余压余热发电。

2.技术原理及工艺

利用高炉炉顶煤气的余压余热，采用干式煤气透平技术，把煤气导入透平膨胀机，充分利用高炉煤气原有的热能和压力能，驱动发电机发电，最大限度地利用煤气的余压余热进行发电。

3.应用案例

宝钢湛江钢铁有限公司 5050m³ 高炉干式煤气余压余热能量回收透平机组（TRT）项目，是目前国内已投运的最大的国产干式TRT机组，完全可替代进口 5000m³ 级以上高炉干式TRT机组。项目总投资 3915 万元，投资回收期 5 个月，技术提供单位为西安陕鼓动力股份有限公司。项目建成后，实现节能 7.68 万 tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术在行业内的推广比例 35%，总投入约 120000 万元，可形成节能 100 万 tce/a。

（二十九）基于液力透平装置的化工冗余能量回收技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于石油化工、海水淡化等流程工艺中产生的高压液体能量回收。

2.技术原理及工艺

采用创新泵反转技术回收高压介质富余能量，通过设计外壳、导叶、多级能量回收部件等结构，将高压液体的剩余压力能转化为动能，实现能量的回收利用；通过透平与超越

离合器等组合回收机械能，并与驱动电机带动负载泵，形成液力透平冗余能量回收系统。

3.应用案例

中国石化武汉分公司炼油改造二期工程中的 180 万 t/a 的原料加氢处理装置项目，配套用高压液力透平（泵）能量回收机组，技术提供单位为合肥华升泵阀股份有限公司，投资回收期 1.5 年。项目建成后，实现 101 万 tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术推广比例达到 35%，形成节能 81.2 万 tce/a。

（三十）旧电机永磁化再制造技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于Y系列三相异步电动机永磁化改造。

2.技术原理及工艺

通过对永磁体进行励磁，使电机的三相定子绕组产生以同步转速推动的旋转磁场，驱动电机旋转并进行能量转换，降低电机运转时的损耗；采用高功率因数减小定子电流，定子绕组电阻损耗较小，进一步提高效率，实现节能。

3.应用案例

嘉兴市中辉纺织有限公司节能改造项目，技术提供单位为瑞昌市森奥达科技有限公司。项目建设期 20 天，投资回收周期 10 个月，对化纤倍捻机 208 条生产线 416 台 Y2 系列 7.5 电机进行高效化节能改造。项目建成后，416 台电机全年

节约用电 165.92 万 kWh, 实现节能 5.803 万 tce/a, 减排 CO₂ 11.5 万 t/a。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年, 推广市场 2%, 即再造高效永磁电机 1700 万 kW, 可形成节能 214.2 万 tce/a, 减排 CO₂ 426.56 万 t/a。

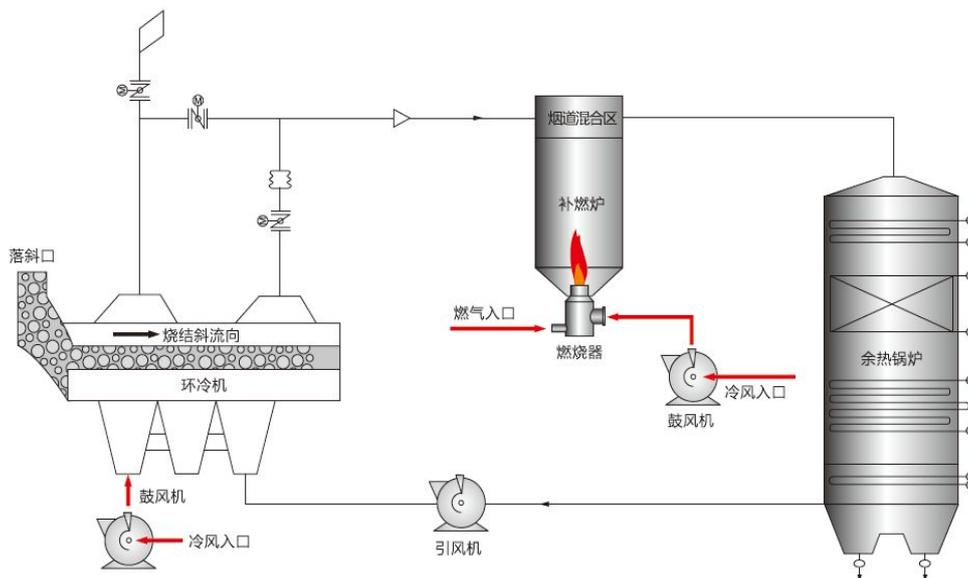
(三十一) 余热锅炉动态补燃技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于工业行业余热锅炉节能改造。

2. 技术原理及工艺

利用现场工况可以提供的其他燃料（如炼钢企业高炉煤



气) 通过烟气发生装置产生高温烟气与锅炉所需余热烟气进行均匀混合换热, 通过对烟气流量、温度的监控调节, 实现余热锅炉和发电系统热力参数优化及动态特性优化, 提高余热发电系统的稳定性。

3.应用案例

铜陵富鑫钢铁有限公司 10m² 竖炉球团生产线，新建一台 32t/h 的余热锅炉及动态补燃系统，回收利用烧结环冷机及球团带冷机余热，产生低压蒸汽，蒸汽作为汽轮机补汽汽源，汽轮发电机组发电功率约 6MW。项目总投资 450 万元，系统发电量提高 3.07MW，节能量达 2.73 万 t/a，系统年收益约 1228 万元。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，该技术产品预期投入 1000 万/年，可实现节能 100 万 tce/a。

（三十二）工业锅炉高效低 NO_x 煤粉清洁燃烧技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于 6~75t/h 工业锅炉节能改造。

2.技术原理及工艺

针对工业锅炉和大型电站锅炉相比起来“小”的特点，紧紧抓住改善煤粉燃烧条件这个关键，把“炉”和“锅”分开来，采用煤粉先进入“炉”（燃烧器）中进行高容积热强度、高温、旋风、贫氧等组合燃烧技术，达到抑制 NO_x 生成和排放的目的。项目技术是在总结前人“煤粉液排渣旋风燃烧技术”经验的基础上，借鉴国际新型锅炉降低 NO_x 生成的先进理论，煤粉在燃烧器内高效、强还原气氛下高强度燃烧，实现了强化燃烧与污染控制的双重功效。

3.应用案例

上海题桥纺织染纱有限公司 2 台蒸汽锅炉及 2 台有机热载体锅炉系统改造，技术提供单位为上海题桥煤清洁燃烧科技有限公司，项目投资分别为 810 万元、520 万元，项目建设期分别为 8 个月及 6 个月。项目建成后，分别实现节能 4600tce/a 和 1800tce/a，污染物排放全部低于上海市地方标准《锅炉大气污染物排放标准》（DB31/387-2014）控制指标。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，推广高效低NO_x煤粉锅炉 1.2 万蒸吨，实现节能 207.12 万 tce/a，减排CO₂ 545.75 万 t/a。

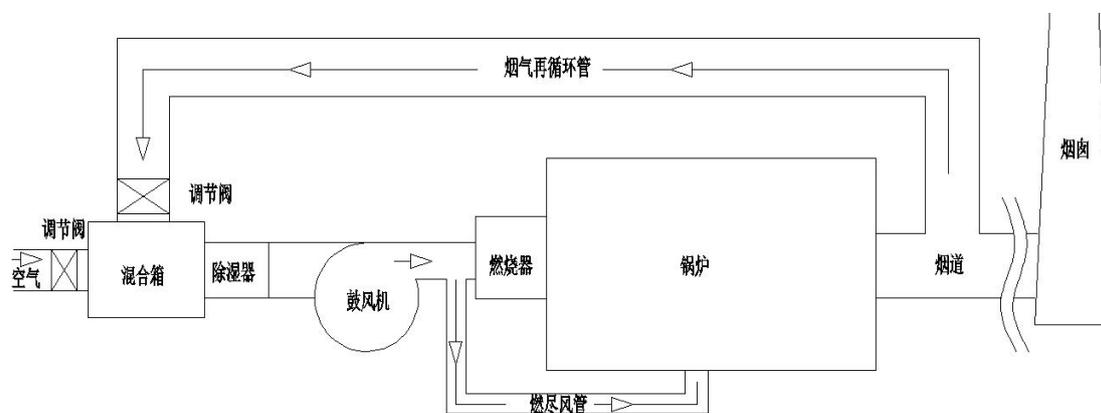
（三十三）高效超低氮燃气燃烧技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于燃煤、燃气工业锅炉节能减排技术改造。

2.技术原理及工艺

采用集成浓淡燃烧技术、分级燃烧技术、超级混合技术、三维建模技术和CFD仿真技术的超低氮燃烧器，配合烟气再循环系统(OFGR)、燃尽风系统实现燃气的低氧、低背压、高



效燃烧。锅炉烟气含氧量降低至 2-2.7%，系统背压降低 2000Pa 以上，NO_x 排放 ≤ 28mg/Nm³。工艺流程如下：

3. 应用案例

北京华源热力管网有限公司门头沟城子热源厂 58MW 热水锅炉节能改造项目，项目投资 186.6 万元，建设期 6 个月，技术提供单位为上海华之邦科技股份有限公司，通过更换超低氮燃烧器配套烟气再循环系统，实现节能 1049tce/a。

4. 未来五年推广前景及节能减排潜力

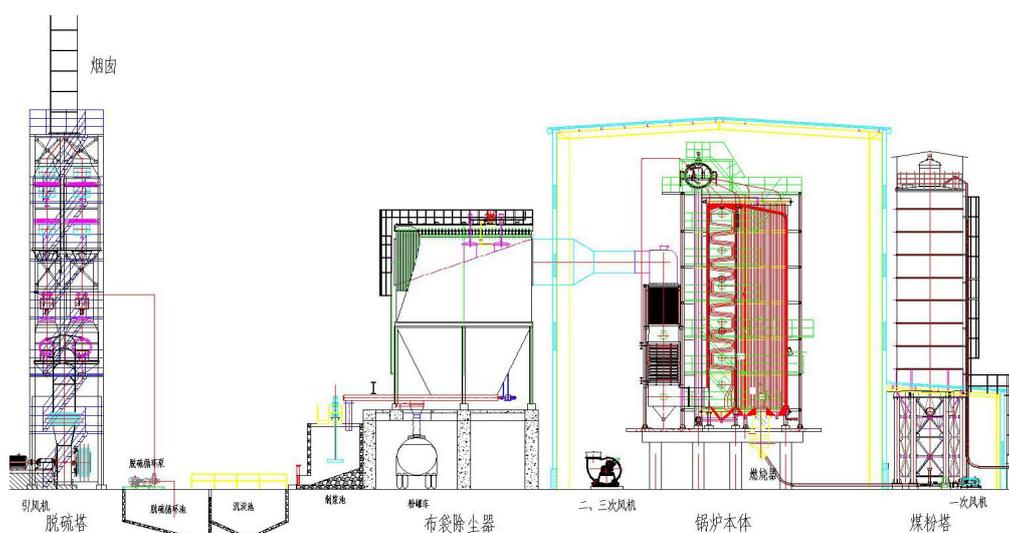
预计未来五年，共计完成燃气锅炉低氮改造 18000 蒸吨，实现节能 2.36 万 tce/a。

(三十四) 高效粉体工业锅炉微排放一体化系统技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于燃煤工业锅炉节能减排技术改造。

2. 技术原理及工艺



通过以废治废方法治理煤炭燃烧所产生的 SO₂、NO_x

排放的有害气体（雾霾源），以达到真正煤炭清洁高效燃烧外，在不外加任何其它脱硝脱硫添加剂下，达到天然气排放标准。高效粉体工业锅炉微排放一体化系统采用最适合粉状燃料燃烧的室燃炉，配套精密粉体储供系统、低氮空气分级燃烧系统、FGR 炉内脱硝、余热回收、高效布袋除尘、粉煤灰湿法脱硫和全过程智能化自动控制系统。

3.应用案例

绿康生化股份有限公司 1500 万大卡锅炉节能减排改造，技术提供单位为福建永恒能源管理有限公司，项目总投资 1300 万元，投资回收期 2-3 年。项目采用 1 台 1500 万大卡高效多元化粉体工业锅炉对原有 2 台 12000MA 旧体链条式导热油锅炉进行改造，改造后实现节能量 7467tce/a，减排NO_x 38.48 t/a，减排SO₂ 102.62 t/a，减排烟尘 76.96 t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，可改造 6000 蒸吨中小型燃煤工业锅炉的节能改造，实现节能 237.6 万tce/a。

（三十五）节能型水电解制氢设备技术

1.技术所属领域及适用范围

分布式能源领域，适用于电能置换与贮存。

2.技术原理及工艺

该成套装备的技术中，采用了平板--拉网结构，改进了原来的冲压乳头结构，使设备小型化，简化了制作工艺、提升了设备性能。高亲水性非石棉隔膜取代石棉隔膜，有效降

低了电解电压，提升了设备性能，解决了石棉引起的致癌问题。新型电极材料，新型工艺的采用，电解槽垫片的改进，使设备电流密度达到了 $4000\text{A}/\text{m}^2$ ，比原来同体积设备产气量增加一倍。采用自动化控制，设备各个工艺参数和气体纯度都自动检测，完全能实现无人值守。在保证达到了常规水电解制氢设备所要求的产量及纯度要求的基础下，高效、低能耗水电解制氢设备重点改进在其电流密度和单位能耗，电流密度比常规水电解制氢设备提高了一倍，单位能耗下降 10%-20%，达到 GB32311 能效标准一级标准。

3.应用案例

江西耀升工贸发展有限公司两套水电解制氢设备节能改造项目，项目采用 $200\text{m}^3/\text{h}$ 节能型水电解制氢设备，与之前传统设备相比，实现节能 597.2tce/a，减排 CO_2 约 1456.5t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例可达约 10%，可形成节能 2.5 万 tce/a，减排 CO_2 约 6.1 万 t/a。

(三十六) 清洁能源分布式智能供暖系统技术

1.技术所属领域及适用范围

适用于建筑、楼宇等供暖。

2.技术原理及工艺

根据不同城市生活小区能源供应性价比配套不同的天然气锅炉、电蓄能锅炉、空气源机组、太阳能光热、光伏分别不同类型的清洁能源做热源。供暖系统安有热计量装置、

温控装置、机组智能控制器，气温检测装置、数据集中器、计算机服务器。数据集中器将热计量装置、温控面板、无线智能角度阀、机组、气温检测装置、气温检测装置的数据实时传输到系统服务器；服务器根据上传数据对室外气候状况及室内温度变化进行分析，通过无线智能角度阀调节室内温度、通过机组调整热水流量及温度，使供暖系统运行在能源消耗与供暖设定温度的需求达到平衡，节能而不影响舒适度，整个系统通过智能自动控制达到节能的目的。

3.应用案例

羊亭镇南小城村供热配套工程，技术提供单位为威海震宇智能科技股份有限公司，项目投资额 360 万元，建设期 75 天，通过智能供暖管理平台对全村进行分布式的集中供暖管理，实现节能 192.6 tce/a，减排 CO₂ 962.2t/a，

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例达到 10%，形成节能 353.9 万tce/a，减排CO₂ 1768.58 万t/a。

（三十七）数据中心用 DLC 浸没式液冷技术

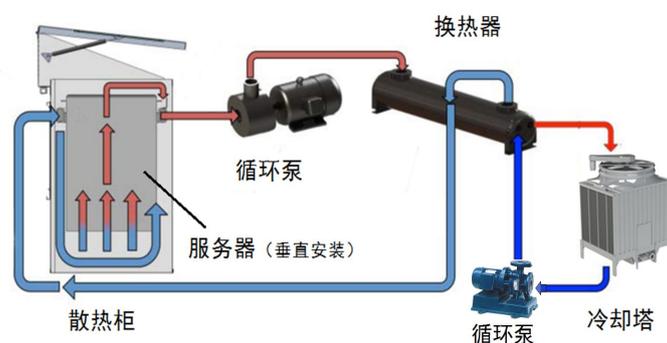
1.技术所属领域及适用范围

电子信息行业，适用于数据中心IT设备的冷却。

2.技术原理及工艺

服务器等IT设备放置于定制的液冷机柜中，机柜内注满绝缘无毒的冷却液，所有IT设备完全浸泡在冷却液里。冷却液吸收了服务器的热量后，通过循环泵，将机柜内的高温液

体经过管路送至液冷主机内，经过冷热交换，高温液体变成低温液体，再重新回流至机柜，继续吸收服务器热量；同时，进入液冷主机的水经过热交换后温度升高，经过管路输送至室外冷却塔中，经过冷却塔往大气散热后，温度降低，再经过水泵送至换热器，继续吸收换热器的热量。至此，通过冷却液和水的两个冷热循环，将服务器产生的热量置换到室外大气中。该技术无需电制冷空调设备，完全利用自然冷源，可大幅降低数据中心冷却系统能耗。在同等IT负载下，采用液冷技术的数据中心PUE值如果为 1.2, 冷却系统能耗约为节能风冷空调系统能耗（PUE=1.6）的 1/3；约为传统风冷空调系统（PUE=2.2）能耗的 1/6，节能效果十分显著。技术原理图如下：



3.应用案例

北京三轴空间科技有限公司 DLC 浸没式液冷项目，技术提供单位为网宿科技股份有限公司。项目投资 360 万元，项目建设期 3 个月，项目建成后，运行一年累计节电 317988kWh，实现节能 101.8tce/a，减排 CO₂ 23.8t/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例达到 20%，可形成节电 6.25

亿kWh/a、节能 20 万tce/a、减排CO₂ 46.875 万t/a。

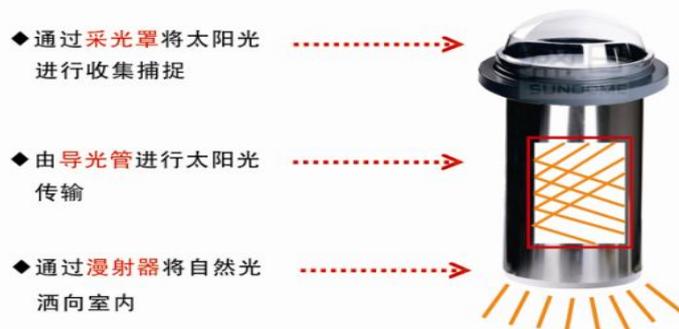
（三十八）导光管日光照明系统技术

1.技术所属领域及适用范围

工业照明领域，适用于车间厂房、场馆仓库等照明。

2.技术原理及工艺

导光管日光照明系统是太阳能光利用的新方式，可以替代日间电照明的新能源，能有效降低建筑物照明能耗。通过室外的采光装置捕获和收集阳光，并将其导入系统内部，再经过高传导性能的导光管进行传输，最后由底部的精密漫射器将滤掉紫外线的光线均匀照射到室内。系统密闭、保温、隔热，能完全替代白天的电力照明。结构示意图如下：



3.应用案例

雀巢（中国）有限公司双城生产基地日光照明项目，技术提供单位为盛旦节能技术（北京）有限公司，项目投入 19 万元，年度实现效益 11.2 万元，投资回收期 1.7 年，实现节能 30tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例达到 20%。可形成节能

662.9 万tce/a。

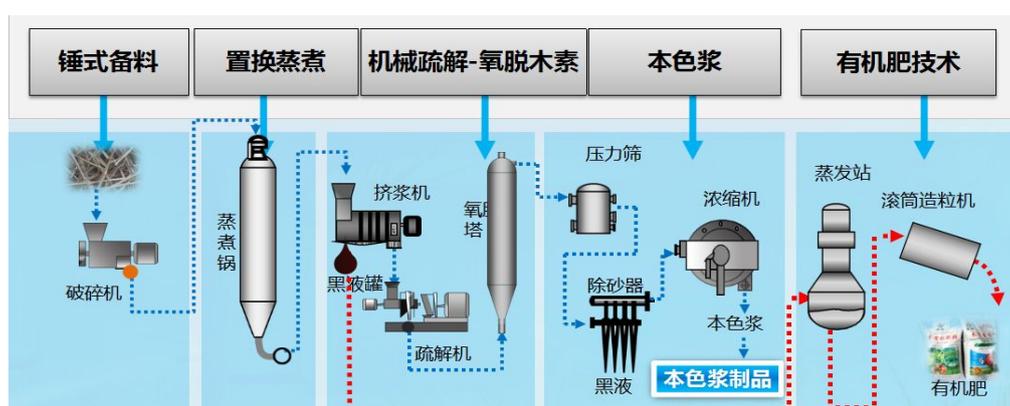
(三十九) 秸秆清洁制浆及其废液肥料资源化利用技术

1. 技术所属领域及适用范围

适用于农作物秸秆节能减排及综合利用。

2. 技术原理及工艺

该技术针对秸秆纤维及其制浆造纸、制肥特点，以实现精细化备料、木素高效脱除、降低黑液粘度及提高黑液提取率为目标，达到节能减排，形成适于秸秆的独特制浆技术体系。采用锤式备料技术，提高备料草片合格率，减少蒸煮用药量和蒸汽消耗；采用草浆置换蒸煮技术和机械疏解-氧脱木素技术，提高浆得率，减少清水用量；采用制浆黑液生产木素有机肥技术，通过喷浆造粒制成富含黄腐酸、钾、硫和微量元素的绿色有机肥，实现了节能与资源综合利用。工艺流程如下：



3. 应用案例

山东泉林纸业有限责任公司 20 万吨/年制浆生产线项目，技术提供单位为山东泉林纸业有限责任公司，项目总投资

资 50327 万元，项目回收期 8.1 年（税后）。项目建成后，实现节约清水 600 万 m³/a、减排废水 600 万 m³/a，减排 COD 3040t/a，消除了 AOX 的产生，综合节能 3.06 万 tce/a。

4.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来五年，技术推广比例达到 20%，可形成节能 306 万 tce/a。