

附件 2

节能减排与低碳技术成果转化推广清单
(第一批) 技术成果报告

科学技术部

二〇一四年一月

目 录

一、能效提高技术	18
1. 水泥膜法富氧燃烧技术	18
2. 预烧成窑炉技术	19
3. 水泥行业能源管理和控制系统	20
4. 1000兆瓦级超超临界广义回热技术	22
5. 冷热电联供的分布式能源技术	23
6. 焦炉烟道废气余热煤调湿分级技术	24
7. 热轧加热炉系统化节能技术	25
8. 用低热值煤气实现高风温的顶燃式热风炉技术	26
9. 烧结烟气循环利用工艺	27
10. 高炉炼铁-转炉界面铁水“一罐到底”技术	29
二、废物和副产品回收再利用技术	31
1. 负压蒸氨技术	31
2. 炼焦荒煤气显热回收利用技术	32
3. 钢渣辊压破碎—余热有压热闷工艺技术	33
4. 利用钻采余能治理井场三废的节能减排技术	34
5. 电石炉尾气净化提纯与资源化利用技术	35
三、清洁能源技术	37
1. 燃气-蒸汽联合循环发电技术	37
2. 低阶煤低温热解改质利用技术	38
3. 光导照明技术	39
四、温室气体削减和利用技术	41
1. 含氮氧化物尾气的资源化处理技术	41

一、能效提高技术

1. 水泥膜法富氧燃烧技术

一、技术名称：水泥膜法富氧燃烧技术

二、适用行业：水泥

三、技术提供方：山东烟台华盛燃烧设备工程有限公司，中国建筑材料科学研究总院。

四、适用范围：适合现有预分解窑的技术改造，包括窑头、窑尾燃烧装置的改造。

五、技术内容

该技术是利用空气中各组分透过膜时的渗透率不同，在压力差驱动下，使空气中的氧气优先通过膜而得到富氧空气，然后用含氧浓度高的富氧空气喷入窑炉中进行燃烧。当氧浓度在 30% 左右，规模小于 15000 标立方米/小时，膜法富氧技术投资、维护以及操作费用仅为深冷法和变压吸附法的 2/3~3/4。

该技术火焰温度和燃尽温度高，燃烧速度快，热量利用率高，排气量少，空气过剩系数低，利用降低出预热器废气带走热量，可增加窑产量，提高熟料煅烧质量等，同时有利于劣质煤的燃烧，有助于降低燃料成本。

六、节能与温室气体减排效果

应用水泥膜法富氧燃烧技术会使每吨熟料电耗约增加 5~6 度，但与采用传统空气相比，该技术可节约燃煤约 5%~10%，吨熟料二氧化碳排放量降低 16~33 千克。以日产 5000 吨新型干法水泥生产线为例，以每年生产 300 天计，吨熟料煤耗为 111 千克标煤，则全年可节约标煤 0.8~1.7 万吨，减排二氧化碳 2.2~4.6 万吨。

七、技术示范情况

2011 年 4 月，烟台海洋水泥有限公司在水泥回转窑正式投入运行富氧助燃节能装置。烟台能源监察大队按照“全氧、富氧燃烧技术改造节能评价方法”进行了测试：在不增加燃料的前提下，炉窑火焰温度相对提高了 200℃。经烟台海洋水泥有限公司运行对比测试，可节约燃煤 11.19%。

2012 年 7 月，河南天瑞集团汝州水泥有限公司日产 5000 吨的水泥回转窑上投入

试运行富氧助燃节能装置。经试验水泥炉窑火焰温度平均提高了 200℃，节煤率达到 9.32%，每年可节约标煤 15460 吨，可减排二氧化碳 41900 吨。

八、投资估算

该技术的投资成本与膜组件采用国产或进口有很大关系，总体上的技术改造成本为 10~30 元/吨熟料。对于日产 5000 吨生产线，投资估算为 1500~4500 万元，年运行维护费用约为 100~250 万元。目前国内已可自主生产技术所用膜组件。

九、投资回收期

以 5000 吨/日水泥生产线为例，应用富氧燃烧技术，每吨熟料可降低成本 4.4~10.3 元，投资回收期为 2~7 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，预计“十二五”普及率为 5% 左右。

2. 预烧成窑炉技术

一、技术名称：预烧成窑炉技术

二、适用行业：水泥

三、技术提供方：中国建筑材料科学研究总院。

四、适用范围：可应用于预分解窑的新线建设或对分解炉系统的技术改造。

五、技术内容

该技术通过提高回转窑入窑物料温度，大幅度减少或消除水泥回转窑内残留的低效传热过程，解决水泥烧成中的热瓶颈问题，实现熟料的细粒快烧和高效冷却，并通过采用抗结皮材料、耐高温材料和隔热材料，改变回转窑的长径比、转速和斜度等配套措施，从而明显提高水泥质量，降低烧成热耗和粉磨电耗，提高熟料质量的综合效果。

六、节能与温室气体减排效果

该技术可以实现窑熟料产量大幅度提高，熟料烧成热耗下降，水泥熟料强度增加，窑尾废气浓度降低等。较传统新型干法水泥技术，增加产量 10%~20% 左右，降低烧成热耗 5%~10%，吨熟料二氧化碳排放量减排约 15~31 千克。

七、技术示范情况

鲁南中联 2#窑 2500 吨/日新型干法水泥生产线于 2009 年 10 月进行节能减排技术改造，2010 年 8 月点火投产。生产线选用改进型 RSP 预分解系统，分解炉用煤最高突破 70%，大大减轻回转窑的负荷，实现系统的高产。生产线自投产后运行顺畅平稳高效，易于操作控制、系统产量高、消耗低、质量优良。回转窑系统投料量稳定运行在 230 吨/小时，折合日产熟料 3180 吨。分解炉给煤量 9.3 吨/小时，回转窑给煤量 4.9 吨/小时，折合吨熟料热耗 726 大卡。吨熟料烧成电耗 57.36 度，熟料游离钙<1.5%。

八、投资估算

对于新线投资，与传统新型干法生产线相当，即 300~350 元/吨熟料。对于技术改造，投资成本按新增产量计算，约为 200~300 元/吨熟料。以 5000 吨/日新型干法生产线改造为例，投资为 3000~9000 万元，年运行维护成本基本与传统新型干法生产线相当。

九、投资回收期

以 5000 吨/日生产线新型干法生产线改造为例，投资为 3000~9000 万元，热耗降低 5%~10%，则吨熟料生产成本降低 5.9~10.8 元，投资回收期为 1.5~9 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，转化推广前景广阔。

3. 水泥行业能源管理和控制系统

一、技术名称：水泥行业能源管理和控制系统

二、适用行业：水泥

三、技术提供方：中国建筑材料科学研究总院、清华大学。

四、适用范围：适用于水泥企业的能源管理和控制

五、技术内容

该技术是水泥生产企业通过工业化和信息化技术的融合，实现水泥生产及能源消耗精细化管理，从而提高生产过程能源效率。该技术可实现对水泥生产过程能源消耗（如，水、气（汽）、风、电）过程的数据进行监测、记录、分析、指导。能源管理系统由服务器主机、以太网或者局域网连通的通讯网络、无线传输部分、有线传输部分

和能源管理软件、各计量点（流量计、液位计、温度、压力等）、电表等部分组成，可实现数据采集系统功能、监控系统功能和能源管理功能。

该技术实时监控企业各种能源的详细使用情况，为节能降耗提供直观科学依据，有利于提高企业管理水平，降低运营成本。以实现能源合理使用，控制浪费，从而达到节能减排，节能降耗，再创造效益的目的。通过数据分析，可以帮助企业对每条生产线、每个工作班组以及主要耗能设备进行实时考核，杜绝浪费，并可以帮助企业进一步优化工艺，以降低单位能耗成本，提高企业综合竞争力。

六、节能与温室气体减排效果

该技术总体上吨熟料可降低煤耗 1%~2%，降低电耗 2%~6%，吨产品减排二氧化碳约 4~7.2 千克。以 5000 吨/日新型干法水泥生产线为例，每年生产天数取 300 天，则每年节约标煤 1650~3300 吨，节约电耗约 200~600 万度，共减排二氧化碳约 5100~10800 吨。

七、技术示范情况

2010 年初，华润水泥（平南）有限公司安装了水泥行业专用能源管理系统，并于当年年底全面投入使用。2011 年 1~8 月吨熟料平均标煤耗 107.06 千克，与 2010 年同期相比减少 2.62 千克，吨熟料平均综合电耗 62.64 度，与 2010 年同期相比降低了 4.30 度。中国建筑材料科学研究总院等单位 and 北京水泥厂，以及清华大学和武安市新峰水泥有限责任公司也都联合开发应用能源管理系统。

八、投资估算

按 5000 吨/日生产线计，水泥行业能源管理和控制系统单位产品投资约为 1 元/吨水泥，总投资约为 200 万元，其中硬件设备费 100 万元，软件设备费 60 万元，其他支出 40 万元，年运行维护费用约为 10~20 万元。

九、投资回收期

以 5000 吨/日新型干法水泥生产线为例，技术投资 200 万元，年运行维护费用为 10~20 万元，吨熟料节约成本 1.5~4 元，投资回收期为 0.5~1 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，转化推广前景广阔。

4. 1000 兆瓦级超超临界广义回热技术

一、技术名称：1000 兆瓦级超超临界广义回热技术

二、适用行业：电力

三、技术提供方：上海外高桥第三发电厂

四、适用范围：燃煤电厂

五、技术内容

该技术是充分利用汽轮机抽汽，与锅炉空气预热器以及锅炉尾部的低温省煤器等配合，加热锅炉空预器的进、出口风，一方面可提高空预器冷端进口风温，提升空预器冷端的平均温度，防止空预器的低温腐蚀和堵塞，另外一方面可提高进入锅炉二次风温和磨煤机的出口风温，提高磨煤机出力和煤种的适应性，大大改善锅炉的燃烧效果，降低飞灰含碳量，提高锅炉燃烧效率。同时，由于抽汽量的增加，减少了低压缸排汽量，降低汽轮机的排汽损失。

由于锅炉空预器进口风温的提高，会造成空预器出口烟温的提高，但是由于锅炉尾部低温省煤器的投运，可确保最终的排烟温度比改造前的排烟温度降低，从而提高锅炉效率。

结合弹性回热技术，可提高低负荷工况下的给水温度，降低进入锅炉的给水温度变化，提高锅炉的运行安全性。由于给水温度的提高，抬高了锅炉尾部的烟气温度，使得带有脱硝系统的火电机组不会因为低负荷下烟气温度的降低而被迫出系，实现脱硝系统的全天候投运，提高了火电机组的环保效益。

六、节能与温室气体减排效果

根据上海外高桥第三发电厂的经验，在年平均负荷率约 75%的情况下，单位供电煤耗约下降 3.8%，相当于单位发电量减排约 30 克二氧化碳。

七、技术示范情况

上海外高桥第三发电厂的两台 100 万千瓦超超临界机组自 2008 年-2012 年逐步实施、完善广义回热技术示范项目。单位供电煤耗由 2008 年投产时的 287 克/千瓦时下降到 2011 年的 276 克/千瓦时，下降空间为 11 克/千瓦时，可节约标煤约 11 万吨/年，同时减排二氧

化碳约 30 万吨/年。

八、投资估算：约 1 亿元/台机组。

九、投资回收期：约 2.3 年

十、成果转化推广前景

该技术适用于燃煤电厂不同等级的机组，目前成果尚处于局部推广阶段，普及率约 0.5%。转化推广前景广阔。

5. 冷热电联供的分布式能源技术

一、技术名称：冷热电联供的分布式能源技术

二、适用行业：电力

三、技术提供方：中国科学院工程热物理研究所，哈尔滨工业大学

四、适用范围：具有稳定的天然气供应来源和具有稳定冷热电用户的区域，包括符合上述条件的宾馆、医院、大型商用建筑、写字楼、机场、工厂等。

五、技术内容

该技术是在热电联供的基础上发展起来的，是分布式能源发展的主要方向和形式，是一种建立在能量梯级利用基础上的综合产、用能系统。通过对不同一次能源转换技术的集成运用，在一个区域内同时满足用户对冷、热、电等多种终端用能的需求，以实现能源梯级利用、高效利用。该技术首先利用一次能源驱动发动机供电，再通过各种余热利用设备对余热进行回收利用，最终实现更高能源利用率、更低能源成本、更高供能安全性以及更好环保性能等多功能目标。

六、节能与温室气体减排效果

能源效率可以从普通热电效率 40% 提高到 75%~90%，节能率达到 20% 以上，推广 100 兆瓦每年，可节能约 7.8 万吨标煤，减排约 21.1 万吨二氧化碳。该技术具有节能减排、环境友好，提高供能可靠性等多方面优点。

七、技术示范情况

广东宏达工贸集团有限公司宏达工业园内规模 1.2 兆瓦示范项目，内燃机分布式供能系统主要满足园区内一期用户的空调、生活热水和部分电力负荷。燃料提供给内

燃发电机组，生产电能。内燃发电机组高温排烟直接输送给双效吸收式制冷机组，回收烟气的高温余热制冷。从双效吸收式机组排出的低温烟气接下来进入烟气/热水换热器，制取高温热水，驱动吸收式除湿装置，满足建筑新风的除湿要求。在额定工况下一次能源综合利用率达 74%，与冷热电分产系统相比，系统节能率达 29.3%。

八、投资估算：0.6~1 万元/千瓦

九、投资回收期：约 3~4 年

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，普及率约 1%。转化推广前景广阔。

6. 焦炉烟道废气余热煤调湿分级技术

一、技术名称：焦炉烟道废气余热煤调湿分级技术

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：济钢集团国际工程技术有限公司。

四、适用范围：适用于炼焦煤料水分较高的炼焦厂，尤其是南方及沿海气候湿润地区。主要用于焦炉烟道废气余热温度大于 230℃，炼焦入炉煤的正常水分在 8%~15%。

五、技术内容

该技术以焦炉烟道废气为热源的煤的气流调湿分离分级，利用焦炉烟道废气的余热将待入炉炼焦煤料在煤调湿装置中除去部分水分，并稳定控制入炉煤水分的技术。济钢集团国际工程技术有限公司自主开发了以焦炉烟道废气为热源的移动式刮板流化床煤调湿技术，构建出小颗粒均匀流化和大颗粒稳定移动的双区域，在流化床设备内利用废气余热脱出配合煤中部分水分，同时将配合煤按要求进行粒度分级从而达到调整水分、优化炼焦煤粒度的功能。

按年产 110 万吨焦炭计算，水分每降低 1%，每年减少焦化废水处理量约 1.1 万吨。昆钢 150 吨/小时煤调湿是该技术首次应用在捣固焦炉上填补了国内外空白，处于国内领先水平。该技术可以大幅降低焦化工序能耗，减少废水排放量，同时能够提高焦炭产量和质量，为焦炉烟道废气余热高效回收利用开辟了一条新的途径。

六、节能与温室气体减排效果

国内运行的煤调湿装置大多以蒸汽为热源，本技术利用烟道气的余热干燥入炉煤，热效率高，节能效果好。炼焦煤水分每降低 1%，若装干煤量不变，则吨焦耗热量降低约 54 兆焦，减排二氧化碳 3~10 千克。

七、技术示范情况

昆明钢铁控股有限公司建设的 150 吨/小时煤调湿装置，按照项目投产运行情况计算，每年将直接为社会节约焦炉煤气近 650 万标立方米、减排二氧化碳约 5400 吨、减少焦化废水处理量约 2 万吨，年直接经济效益约 1050 万元。另外，济钢建有 300 吨/小时煤调湿装置，以及唐钢建有 350 吨/小时煤调湿装置示范。

八、投资估算：项目投资估算 3000 万元。

九、投资回收期：以提高焦炉产量和降低焦炉能耗计，投资回收期 2.5 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，普及率（含在建）不到 5%，利用烟道气余热作为干燥媒介的煤调湿技术未来有广阔的应用前景。

7. 热轧加热炉系统化节能技术

一、技术名称：热轧加热炉系统化节能技术

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：宝钢工业炉工程技术有限公司

四、适用范围：各类工业炉窑

五、技术内容

该技术综合考虑了本体能耗与运行能耗的降低。在本体能耗降低的方面，技术设计开发了单控双通道拓展火焰烧嘴，取消炉膛压下及延长不供热的热回收段的长度，设计了预热段和热回收段独特的扰流墙，开发了高效预热器。突破了传统工业炉低温排烟的技术瓶颈，将排烟温度降低到了 250℃ 以下，达到了目前国内热轧加热炉排烟温度最低。在运行能耗降低的方面，该技术采用了脉冲燃烧技术，并配套研发了系列的脉冲燃烧控制技术。脉冲燃烧宽温度场自动调节装置使用时，燃烧器根据设定温度

与检测温度的偏差进行两侧供热比例分配，从而实现炉宽温度场的自动调节，有效提高炉宽温度场温度均匀性，最终提高产品质量。

该技术通过对炉型优化、工艺装备及控制技术的研发，形成了独有的炉膛高效传热、低温排烟、极限余热回收，先进燃烧控制等技术，大大降低了加热炉的能耗和氮氧化物排放水平。

六、节能与温室气体减排效果

目前国内加热炉的吨钢能耗多在 1.20 吉焦以上，应用该技术后吨钢能耗可减少至 1.07 吉焦，比国内先进水平节能 10% 以上，氮氧化物排放仅 3.9×10^{-5} 毫克/立方米，吨钢约减排二氧化碳 12 千克。

七、技术示范情况

宝钢集团有限公司 2050 热轧 3 号加热炉，节能率 11.7%，运行效果良好，能耗在同类生产线及示范项目中较低。

八、投资估算：产量为 350 吨/小时的热轧加热炉投资为 1500 余万元。

九、投资回收期：1~2 年

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，推广前景广阔。

8. 用低热值煤气实现高风温的顶燃式热风炉技术

一、技术名称：用低热值煤气实现高风温的顶燃式热风炉技术

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：中冶赛迪集团等

四、适用范围：1、适用于缺少高热值煤气，或高炉煤气热值较低的钢铁企业，而仅需用低热值煤气满足高炉高风温的要求，从而达到降本增效和节能减排的目的。2、顶燃式热风炉可以适用不同的燃烧介质条件（有或者没有高热值煤气），可以适用不同容积的高炉要求，可以适用不同等级的风温要求。

五、技术内容

该技术采用“旋流+交错”燃烧方式的顶燃式热风炉具有燃烧效率高、温度波动小、

烟气分布均匀、燃烧稳定、结构简单等优点，而在国内外顶燃式热风炉则以“旋流”燃烧方式为主。

该技术集成创新一种“燃烧炉+高温板式换热器”的工艺技术，单烧低热值煤气，将空、煤气预热到所需温度，实现高风温。交错旋流型顶燃式热风炉达到如下技术指标：燃烧效率为烟气中残余一氧化碳含量 8×10^{-5} 毫克/立方米，燃烧器温度波动 500°C ，燃烧稳定性无脉动，风温水平 1300°C ，烟气分布均匀度 87.5%。

六、节能与温室气体减排效果

该技术可利用低热值煤气实现 1300°C 高风温，提高了能源利用率，起到了节能降焦的作用。以 2500 立方米高炉计算，风温提高 100°C ，高炉焦比吨铁降低 30 千克，热风炉通过提高燃烧效率实现吨铁节约高炉煤气用量约 12.2 标立方米，热风炉燃烧二氧化碳吨铁减少排放量约 93.5 千克。

七、技术示范情况

已建成投产 13 项示范工程：贵州省水钢 4 号高炉、四川省德钢 3 号高炉、四川省达钢 5 号高炉、河南省安钢 8 号高炉、河北省燕钢 3 号高炉、新疆八钢 C 高炉等。以水钢 4 号高炉为例，热风炉系统每小时节约焦炉煤气量 2800 标立方米，高炉年节约焦炭量 5.8 万吨，热风炉系统年减少二氧化碳排放量 18.7 万吨。

八、投资估算：以 2500 立方米高炉为例，每座高炉热风炉总投资为 1.2 亿元。

九、投资回收期：以 2500 立方米高炉为例，投资回收期约 1.5 年。

十、成果转化推广前景

该技术尚处于局部推广阶段，应用推广前景广阔。

9. 烧结烟气循环利用工艺

一、技术名称：烧结烟气循环利用工艺

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：宝山钢铁股份有限公司、宝钢工程技术集团有限公司、中冶北方工程技术有限公司合作完成产业化工程示范。

四、适用范围：可以应用于带式烧结机工艺的新建烧结厂和老厂技术改造。

五、技术内容

该技术基于一部分热烟气被再次引入烧结过程的原理。一方面，热烟气再次通过烧结料层时，可以提供一部分热量，废气中的一氧化碳在烧结过程中可再次参加反应，从而降低固体燃料消耗。另一方面，由于烟气的循环利用，有利于改善烧结生产作业率和烧结矿质量，可以大幅度降低外排烟气量，从而降低后续烟气处理装置的投资和运行费用。

该技术 2011 年 5 月是国家发改委“钢铁行业低碳技术创新及产业化专项”（发改办高技〔2011〕1046 号）的五个首批资助项目之一，宝钢股份随之启动配套项目开展自主研发。在 2012 年 10 和 2013 年 4 月，该技术分别实现上海宝钢不锈钢有限公司 132 平方米烧结机中试装置和宁波钢铁有限公司 430 平方米烧结机示范工程的建成投运。依托中试装置，宝钢股份开展了一系列热态试验，详细考察了不同工况对烧结工序节能量、烧结矿产/质量、外排废气总量和污染物排放的影响，获得了大型烧结机烟气循环利用的关键设备、工艺和技术参数。本技术在宁钢示范工程的产业化实践表明，烧结烟气循环节能减排效果显著，烟气外排量仅为传统工艺的 70% 左右，从而大幅度降低了后续除尘、脱硫等设施的一次性投资和运行费用。

六、节能与温室气体减排效果

中试研究表明，环冷废气循环、烧结废气循环、混合废气循环三种工况较无循环的基准工况的节能量分别为 3.1、2.4、3.6kgce/t-s，节能效率分别为 4.1%、3.1%和 4.7%；示范工程实践表明，该技术可降低 5% 工序能耗，每吨烧结矿节约 4 千克标煤，相当于每吨减排约 10.8 千克二氧化碳。减少烧结外排废气 30% 左右。减少烧结烟气脱硫脱硝净化投资及运行成本约 30%。减少有机污染物排放。从节省燃料角度来看，每生产 1 吨烧结矿可节省固体燃料约 1.4 千克，每年可节省固体燃料约 6500 吨，按照平均每吨 1000 元（焦粉约 1200 元/吨，煤约 800~900 元/吨）估算，每年可节省约 650 万元。废气排放总量大幅度减少，减轻烧结主排风机、主电除尘器和二氧化硫等污染物脱除装置的负荷，降低设备投资和运营费用；有效降低粉尘和其他污染物的排放量。

七、技术示范情况

宁波钢铁新技术烧结机工程（430 平方米烧结机），目前已基本建设完成和投入试

运行。按常规烧结工艺考虑，宁钢一台烧结机的外排烟气量为 4.2 万立方米/分，相应的烟气脱硫装置的投资约为 8000 万元。而采用烧结烟气循环工艺后，宁钢烧结脱硫装置实现了两台烧结机共用，烟气处理量为原有一台烧结机的 140%，脱硫装置的投资约为 9000 万元，相当于一台烧结机投资 4500 万元。仅脱硫装置一次性投资，宁钢每台烧结机可减少 3500 万元。单从投资角度来看，总投资与采用传统工艺基本持平。

八、投资估算：一台 430 平方米烧结机组投资约 4500 万元，烟气循环系统包括循环管道、热风罩、多管除尘器、循环风机、切换阀、补偿器、变频设备等。若按外排烟气量为 70%，选用主排风机可采用国产设备，节省投资约 1000 万元。

九、投资回收期：1 年左右

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段。目前，我国要求烧结外排烟气全脱硫，且烧结工序耗电量较大，有较大推广潜力。

10. 高炉炼铁-转炉界面铁水“一罐到底”技术

一、技术名称：高炉炼铁-转炉界面铁水“一罐到底”技术

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：中冶南方工程技术有限公司

四、适用范围：本技术适用于钢铁行业高炉炼铁-转炉界面铁水输送。

五、技术内容

该技术针对转炉车间需设置倒罐站/混铁车/鱼雷罐车/混铁炉等铁包转运工序及配套车辆等导致铁水温降大的问题，采用转炉铁水罐承接、运输高炉铁水，将缓冲贮存、铁水预处理、转炉兑铁、容器快速周转及铁水保温等功能集为一体。工艺成熟、工序界面简化、物流通畅，加快了生产节奏，使整个工艺紧凑。

六、节能与温室气体减排效果

可提高铁水入炉温度 30~50℃，吨钢节能约 8~10 千克标煤，相当于吨钢减排二氧化碳约 21.7~27.1 千克。

七、技术示范情况

已在首钢水城钢铁(集团)有限责任公司、昆明钢铁控股有限公司、涟源钢铁集团有限公司工程中应用。以首钢水城钢铁(集团)有限责任公司第二炼钢厂（3×100 吨转炉）及炼铁系统（3[#]和 4[#]高炉）工程为例，按年产能力 300 万吨粗钢计，吨钢总工序能耗平均减少 14.879 千克标煤。按每吨标煤燃烧排放 36 千克废气、产生二氧化碳排放 2.62 吨、产生二氧化硫排放 17 千克计算，年减少能耗 4.46 万吨标煤，减少废气 1605.6 吨，减排二氧化碳 11.7 万吨，减排二氧化硫 758.2 吨。

八、投资估算

首钢水城钢铁(集团)有限责任公司（3×100 吨转炉）及炼铁系统（3[#]和 4[#]高炉）工程的建设投资 7462 万元。

九、投资回收期：约 2.5 年

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，绝大多数钢铁企业还是传统设计，推广应用前景广阔。

二、废物和副产品回收再利用技术

1. 负压蒸氨技术

一、技术名称：负压蒸氨技术

二、适用行业：化工

三、技术提供方：济钢集团有限公司

四、适用范围：适用于焦化行业剩余氨水蒸馏工艺，可广泛应用于蒸汽蒸氨、管式炉蒸氨等，既适合新建又适于改造。

五、技术内容

该技术是在原导热油常压蒸氨基础上，引入减压蒸馏原理，通过降低蒸馏压力和温度，实现降低蒸馏能耗的目标。技术中剩余氨水由泵加压后，先与蒸氨废水、导热油进行换热升温，然后进蒸氨塔蒸馏。塔顶氨汽经分缩器、冷却器冷却后进回流槽，一部分回流，一部分作为成品氨水。塔底废水与原料剩余氨水换热降温后送生脱工序。

该技术在保持产品质量与常压蒸氨相同的情况下，蒸氨塔塔顶压力可降至 40~70 千帕左右，蒸馏温度可由 105℃ 降至 80℃ 上下，从而实现节能减排。

六、节能与温室气体减排效果

对于 45 吨/小时处理量的蒸氨装置，可减排二氧化碳 13.2 千克/吨剩余氨水。采用该技术可节约焦炉煤气消耗 30 万立方米/月，平均每天降低消耗约 1 万立方米，则相当于每天减排二氧化碳约 14~15 吨。

七、技术示范情况

山东济钢集团有限公司化工厂 6、7 号焦炉剩余氨水蒸氨工艺应用负压蒸氨技术，处理量为 45 吨/小时。

八、投资估算：由剩余氨水常压蒸馏改负压蒸馏总投资 600~1000 万元

九、投资回收期：投资回收期约为 3 年

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，推广应用前景广阔。

2. 炼焦荒煤气显热回收利用技术

一、技术名称：炼焦荒煤气显热回收利用技术

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：武汉钢铁（集团）公司

四、适用范围：适用于钢铁联合企业中的焦化厂或独立焦化厂的各类顶装、捣固焦炉，煤化工行业中的焦化厂。

五、技术内容

该技术采用与高温荒煤气换热，装置内的循环水温度升高后进入汽包内汽化，产生的蒸汽并入蒸汽管网或用于发电。荒煤气经过焦炉上升管余热回收装置后，部分热量回收，温度下降。后续工艺流程与传统工艺相同，即用循环氨水喷洒降温后入初冷器。但循环氨水量、初冷器冷却水循环量可大幅减少，焦化工序能耗、吨钢能耗明显下降。采用可回收荒煤气显热的焦炉上升管取代传统上升管，回收的热量产生 0.6 兆帕蒸汽。产生的蒸汽直接并入蒸汽管网运行或用于发电。该技术采用高导热率固体粉末作为导热剂，不同其他的水夹套、导热油、热管的传热形式。

煤气回收车间循环氨水、煤气初冷器冷却循环水降低约 30%，循环冷却水补水量下降，水处理化学药剂用量下降，氨水循环泵、冷却水循环泵电机电耗下降 13%~15%。焦炉上升管表面温度由 200℃降低到 50℃。上升管内筒清扫量降低。

六、节能与温室气体减排效果

与传统焦化工艺相比，采用该技术炼焦工序吨焦能耗降低 10 千克标煤，减排二氧化碳约 27.1 千克。吨焦生产 0.6~0.9 兆帕饱和蒸汽 0.1 吨，炼焦工序能耗降低 7%~10%，吨钢能耗下降 4 千克标煤，相当于每吨减排 10.8 千克二氧化碳。

七、技术示范情况

武汉平煤武钢联合焦化有限责任公司 8 号焦炉，已初步应用该技术，正在进一步研究完善。该工程焦炭产能为 55 万吨/年，采用该技术可生产 0.6 兆帕蒸汽 6 万吨/年。

八、投资估算：每套装置对应 2 座 6 米焦炉，年产焦炭 110 万吨，投资约 2000 万元（不含发电系统）。

九、投资回收期：1~2.5 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，推广应用前景广阔。

3. 钢渣辊压破碎-余热有压热闷工艺技术

一、技术名称：钢渣辊压破碎-余热有压热闷工艺技术

二、适用行业：钢铁

三、技术提供方：中冶建筑研究总院有限公司，中国京冶工程技术有限公司

四、适用范围：适用于钢铁行业钢渣综合利用。

五、技术内容

该技术包括钢渣辊压破碎和余热有压自解两个阶段，由钢渣倾翻装置将盛有熔融钢渣的渣罐运至倾翻区进行倾翻，倾翻后体系密闭，辊压破碎装置进行辊压破碎，待钢渣冷却破碎到一定的温度和粒度后，将其转运至余热有压热闷装置中，在 0.3~0.7 兆帕压力条件下热闷 1.5 小时，利用钢渣余热加热水所产生的高温高压饱和水蒸气进行钢渣中不稳定物质游离氧化钙和氧化镁的快速消解，再通过转运台车将其运至卸料点进行卸料、磁选。

该技术是钢渣热闷处理技术领域的重大突破和升级换代，具有自动化、机械化、连续化和洁净化等特点，整个处理过程均由计算机控制完成。与以往热闷技术相比，处理周期由 12 小时缩短至 4 小时；处理后 10 毫米以下钢渣约占 85%，渣铁分离良好，游离氧化钙含量小于 3%；处理每吨钢渣电耗约为 5.0 千瓦时，较以往技术相比降低约 20%左右；同等规模的生产线建设成本降低约 30%左右。

六、节能与温室气体减排效果

与传统技术相比，每处理 1 吨钢渣，可节省柴油约 3.2 升，约减排二氧化碳 8.6 千克。

七、技术示范情况

2012 年，珠海粤裕丰钢厂和河南济源钢厂采用该技术分别建成了 50 万吨/年和 60 万吨/年的钢渣处理生产线，投产运行后渣铁分离良好，且其中所含有的游离氧化钙等均小于 3%。

八、投资估算：处理规模 50 万吨/年的生产线，设备投资额约 4500 万元。

九、投资回收期：投资回收期 5~7 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，处理过程更加洁净高效，在钢渣产量逐年增加的情况下该技术推广前景广阔。

4. 利用钻采余能治理井场三废的节能减排技术

一、技术名称：利用钻采余能治理井场三废的节能减排技术

二、适用行业：化工

三、技术提供方：四川大学，四川广汉欣欣实业有限公司

四、适用范围：石油天然气钻探、稠油热采、蒸汽辅助重力驱油等钻采现场余能回收。

五、技术内容

该技术针对石油天然气钻采现场大功率动力柴油机大量含能尾气和稠油热采（包括蒸汽辅助重力驱油）大量高温废水与污染物排放，开发了同步治理钻采废水废气的热力学耦合体系，废水与废气两相流互为作用、传热传质、以废治废。

六、节能与温室气体减排效果

该技术可实现钻采废水封闭治理循环使用。以单套钻井废水废气同步治理装置核算，应用该技术每年可节约转运能力 20 万吨公里（约折合燃油 10 吨），回收余能折标煤 378 吨，减排二氧化碳 1024 吨。

七、技术示范情况

2010 年以来，钻井废水废气同步治理装置应用于中国石油新疆油田分公司克拉玛依油田、西南油气田分公司龙岗气田和合川区块等生态敏感作业区共超过 50 口深井和中深井、丛式井，创造了可观的直接经济效益和节能减排社会效益。

八、投资估算：单套钻井废水废气同步治理装置投资约 160 万元。

九、投资回收期

单套钻井废水废气同步治理装置每年创造节能效益 50 万元，净收益 35 万元，

4.5~5.5 年收回投资。

十、成果转化推广前景

该技术已有 2 年以上现场应用经验，对我国每年新增 2000 多万千米钻井进尺、6000 多口油气钻井现场（特别是生态敏感区）余能回收和废水废气同步治理具有普遍适用性，该技术成果尚处于局部推广阶段，推广应用前景广阔。

5. 电石炉尾气净化提纯与资源化利用技术

一、技术名称：电石炉尾气净化提纯与资源化利用技术

二、适用行业：化工

三、技术提供方：西南化工研究设计院有限公司

四、适用范围：适用于电石行业尾气利用

五、技术内容

该技术集成催化、吸附与过滤等技术，对含有焦油、粉尘、硫化物、磷化物、砷化物、氢氰酸、氢氟酸、氧气、氮气、二氧化碳等杂质的电石炉尾气进行深度净化提纯得到一氧化碳产品气，用作羰基合成原料气，制备醋酸、醋酐、甲醇、甲酸甲酯、碳酸二甲酯、草酸酯-乙二醇、丙烯酸等化学品，实现电石炉尾气高效资源化利用。

六、节能与温室气体减排效果

与直接燃烧排放比较，处理规模为 1.5 万标立方米/小时的电石炉尾气净化提纯一氧化碳装置（配套 30 万吨/年电石装置），每年约减排二氧化碳 18.9 万吨，粉尘 2.1 万吨、硫化物 500 吨，磷化物和砷化物 12 吨。

七、技术示范情况

宁夏英力特公司 1.5 万标立方米/小时电炉尾气净化提纯一氧化碳产业化示范装置，操作弹性 60%~110%，一氧化碳纯度 $\geq 98\%$ ，硫、磷、砷、氟等杂质含量均小于 0.1 毫克/标立方米。

八、投资估算

建设 1.5 万标立方米/小时规模的电石炉尾气净化提纯一氧化碳装置（配套 30 万吨/年电石装置），界区内投资约 2.2 亿元，一氧化碳产品气成本约 1 元/标立方米。

九、投资回收期：3年

十、成果转化推广前景

该技术已完成中试，正在开展产业化示范工作，处于局部推广阶段。若按密闭电石炉产能占电石总产能的 80%，技术推广普及率达 80%，约有 76.8 亿标立方米副产电石炉尾气可以综合利用，推广前景广阔。

三、清洁能源技术

1. 燃气-蒸汽联合循环发电技术

一、技术名称：燃气-蒸汽联合循环发电技术

二、适用行业：电力

三、技术提供方：哈尔滨汽轮机厂

四、适用范围：主要的天然气、煤层气、页岩气和煤制气等管道覆盖区域，液化天然气接受站覆盖区域

五、技术内容

该技术核心是燃气轮机技术的高性能提升，利用燃气轮机做功后的高温排气在余热锅炉中产生蒸汽，再送到汽轮机中做功。将具有较高平均吸热温度的燃气轮机循环与具有较低平均放热温度的蒸汽轮机循环结合起来，即把燃气循环和蒸汽循环联合在一起的循环。该技术发电效率高，单位煤耗大大降低，同时减少了对环境的污染。

六、节能与温室气体减排效果

按照燃煤折算单位发电煤耗 240 克/千瓦时，2012 年我国燃煤电厂发电煤耗 307 克/千瓦时，估算相当于单位发电量减排二氧化碳约 181.6 克/千瓦时。该技术发电效率高达 57%，比一般燃煤电厂高出 17% 左右，单位电能二氧化碳排放量仅为燃煤电厂的 40% 左右。

七、技术示范情况

燃气-蒸汽联合循环发电技术在全国已有 3.7 万兆瓦的应用，其中江苏华电戚墅堰发电有限公司 4 台 400 兆瓦级机组较具代表性。

八、投资估算：3500 元/千瓦时

九、投资回收期：10~15 年

十、成果转化推广前景

该技术普及率约 4%，尚处于局部推广阶段，应用前景广阔。

2. 低阶煤低温热解改质利用技术

一、技术名称：低阶煤低温热解改质利用技术

二、适用行业：能源化工

三、技术提供方：湖南华银能源技术有限公司

四、适用范围：可应用于低阶煤、油页岩、油砂、高挥发份煤等的提质、提油洁净。

五、技术内容

该技术主要由干燥、热解、焦油收集、精制钝化等工段模块组成，各工段既相对独立，又能满足流程的连续性。不同性质的煤种和不同的生产目的，可选用不同的模块和工艺条件组合，以获得最佳产率、最佳品质产品。干燥工段温度约 200℃，可除去煤中的大量水分，同时控制煤中的挥发份及污染元素不析出；热解工段温度大约为 500℃，可除去煤中 60% 以上的挥发份；焦油收集工段有效实现了煤焦油最大产率的回收，且过程中无含酚废水的排放。精制钝化工段采用强制引/送风气流、连续四通混合、产品重力流设计，通过固/气反应对半焦产品进行水合、弱氧化、冷却等处理，以稳定（精制）加工低阶煤。

该技术中的低阶煤净化工艺也可干燥、热解两段处理过程完全独立，传热效率高，经测算能效可达 88% 以上。干燥排放气不含焦油组分，生产过程清洁环保。提高了低阶煤的能量密度，降低水分含量，可明显减少二氧化碳排放和燃料消耗，降低电厂配套系统的损耗，提高发电效率。产品热值高、稳定性好，燃烧无烟无味，与原煤在产生相同发热量的情况下，硫排放比原煤减少 80% 以上，并可替代无烟煤用于高炉喷吹或冶金行业。同时还副产高收率的煤焦油产品，实现了能源分级利用。

六、节能与温室气体减排效果

工程规模为 100 万吨/年的低阶煤热解改质利用技术，与外燃内热式褐煤低温干馏炉相比，每年可实现节能 5.7 万吨标煤，减排二氧化碳 15.5 万吨。

七、技术示范情况

2011 年，内蒙古锡林郭勒单套处理量 30 万吨/年的示范装置正式投产，经近两年的试验运行验证，各项性能指标全面达到或超过设计要求。百万吨级低温热解改质利用技术工艺包编制及主设备的自主设计已经完成，工业化应用已经进入工程实施阶

段。另外，该技术已进入印尼、土耳其等海外市场。

八、投资估算：褐煤提质装置采用 100 万吨/年生产线，总投资 2 亿元。

九、投资回收期：约 4 年（含 1 年建设期）。

十、成果转化推广前景

该技术普及率 3%，处于局部推广阶段，在褐煤、油页岩、油砂等资源利用领域的推广应用前景广阔。

3. 光导照明技术

一、技术名称：光导照明技术

二、适用行业：建筑

三、技术提供方：苏州中节能索乐图日光科技有限公司

四、适用范围：适用于光线充足地区，可广泛应用于商业和工业领域的新建和改建项目。

五、技术内容

该技术系统原理是通过采光罩高效采集自然光线导入系统内重新分配，再经过特殊制作的导光管传输和强化后由系统底部的漫射装置把自然光均匀高效的照射到任何需要光线的地方，得到由自然光带来的特殊照明效果，即通过室外的采光装置捕获室外的自然光，并将其导入系统内部，然后经过光导装置强化并高效传输后，由漫射器将自然光均匀导入室内需要光线的任何地方。从黎明到黄昏，甚至是阴雨天，该照明系统导入室内的光线都十分充足。

六、节能与温室气体减排效果

以 4.3 万平方米的地下车库为例：以全年平均照度 25 千勒克斯进行照度计算，光导照明范围平均照度为 100~150 勒克斯，采用该系统每年节约用电量 142 万千瓦时。该项目每年可间接节约标准煤 454 吨，减排二氧化碳约 1231 吨。

七、技术示范情况

苏州中节能索乐图日光科技有限公司在北京、苏州等地开展了相应示范，具体项目包括北京科技大学体育馆（奥运会柔道一跆拳道场馆），苏州工业园区档案中心、

综保大厦、月亮湾集中供冷站等。

八、投资估算

较普通日光灯等消耗一次能源的照明设施，日光照明系统的配套设施的初始投资高。以 4.3 万平米的地下车库光导照明系统为例，总投入约 160 万，年度节省能源费用约 110 万元。

九、投资回收期：3~5 年。

十、成果转化推广前景

该技术尚处于局部推广阶段，普及率小于 0.01%，推广前景广阔。

四、温室气体削减和利用技术

1. 含氮氧化物尾气的资源化处理技术

一、**技术名称：**含氮氧化物尾气的资源化处理技术

二、**适用行业：**适合于石油化工、煤化工、冶金、煤电、制药、精细化工、军工等行业不同种类的氮氧化物废气固定排放源的资源化处理。

三、**技术提供方：**南京大学

四、**适用范围：**适用于己二酸、乙二酸、炸药、医药、铁系/铜系催化剂、硝酸、铜/镍湿法冶金、煤炭锅炉、重油锅炉、炼铁高炉、炼焦、水泥窑、垃圾焚烧等氮氧化物浓度大于 400 毫克/立方米、气体流量为 1000 立方米/小时以上的烟气处理。

五、技术内容

该技术以水和空气为反应介质，采用多级变压氧化工艺，将工业尾气中的氮氧化物转化为硝酸产品，处理效率可达 90%~99%（对气相中的活性氮氧化物成分的吸收率和资源化率）以上，实现氮氧化物废气的资源化治理和资源循环，治理后的气相达标排放。对于工业烟气，同时可实现除尘、脱硫、固碳等治理效果。

该技术适用于大规模连续化操作，不需加入任何催化剂或其它化学药品，全过程只需要水和空气，属于一种绿色化学工艺。

六、节能与温室气体减排效果

10 万吨/年硝酸装置其尾气（3.4 万标立方米/小时，氮氧化物含量 1000~2000 毫克/标立方米）每年可回收浓硝酸 1300 吨，较传统选择性催化还原法，可以节省处理氮氧化物所需的氨气 40 吨（或尿素 60 吨）和数吨催化剂。

七、技术示范情况

该技术已在国家大型企业集团中推广了 5 套。

乙二酸生产尾气处理 2 套。分别为中国石油辽阳石化公司的 4 万吨/年高浓度氮氧化物尾气治理及生产 50% 浓度的硝酸装置，6.5 万吨/年氮氧化物尾气治理及生产 50% 浓度的硝酸装置。

催化剂生产尾气处理装置 2 套。分别为中科合成油淮南催化剂公司下属企业投产

的 5 万吨/年氮氧化物尾气处理及生产 50%浓度的硝酸装置（铁系催化剂生产）和中石化南京化工研究院投产的 5 千吨/年氮氧化物尾气处理及生产 50%浓度硝酸装置（铜系催化剂生产）。

生活垃圾热解燃烧烟气处理装置 1 套。为浙江省恒明环保公司投产的 3.5 万标立方米/小时氮氧化物尾气资源化处理装置。

八、投资估算

1 万吨/年高浓度氮氧化物气体资源化生产硝酸装置的投资约 1000~1200 万元；10 万吨/年中压法硝酸生产装置的尾气（3.4 万标立方米/小时，氮氧化物含量 1000~2000 毫克/标立方米）处理，需投资 600 万元。

九、投资回收期

1 万吨/年高浓度氮氧化物气体资源化生产硝酸装置年销售额 800~1000 万元，投资回收期为 1 年；10 万吨/年硝酸装置年销售额 300 万元左右，投资回收期为 2 年。

十、成果转化推广前景

该技术成果尚处于局部推广阶段，在氮氧化物尾气处理中有广阔的应用前景。