

附件

《国家工业节能技术应用指南与案例（2020）》 之八：余热节能技术

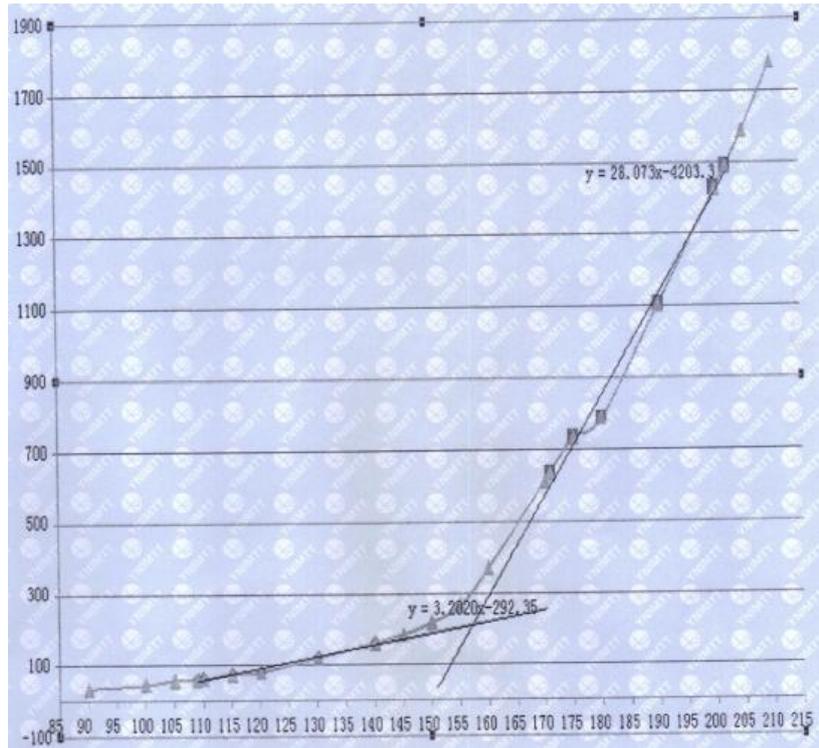
（一）锅炉烟气深度冷却技术

1. 技术适用范围

适用于锅炉烟气余热利用领域节能技术改造。

2. 技术原理及工艺

采用恒壁温换热器，控制换热面的壁面温度始终高于烟气的酸露点温度之上 10~15℃，解决常规换热器低温腐蚀的问题；实现了烟气换热后温度的精准控制，设备投资较低。使用该技术进行改造后，实现调节锅炉负荷波动时的烟气温度，确保经过低温热管换热器之后的烟气温度在一定范围内保持稳定，为后续除尘、脱硫、引风机等设备的运行提供稳定的工况，可提高锅炉的效率 2%~5%。参数变化图如下：



3.技术指标

- (1) 锅炉排烟温度： $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 锅炉的效率提高：2%~5%。

4.技术功能特性

根据换热器的启动特性，可以合理地布置换热器换热面，保证经过换热器之后的烟气温度恒定在一定的范围。

5.应用案例

万华化学（烟台）氯碱热电有限公司 410t/h 锅炉尾部烟气余热利用项目，技术提供单位为云南丰普科技有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：改造前，万华化学（烟台）氯碱热电有限公司热电厂一期 3#煤粉 410t/h 锅炉，空预器出口排烟温度 145°C ，恒壁温换热器后排烟温度 107°C ，给水流量 135t/h。

(2) 实施内容及周期：对 3#锅炉尾部烟气余热利用项

目技术进行节能改造，安装恒壁温换热器组件，并将换热器进出口烟道进行对接，将恒壁温换热器水侧管路与锅炉水路系统进行对接。实施周期 9 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，可提高锅炉的效率 2%~5%，3#锅炉年节约标煤 6600t，减排 CO₂ 1.83 万 t/a。该项目综合年效益合计为 473 万元，总投入为 630 万元。投资回收期约 16 个月。

6.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 10%，可形成节能 66 万 tce/a，减排 CO₂ 183.0 万 t/a。

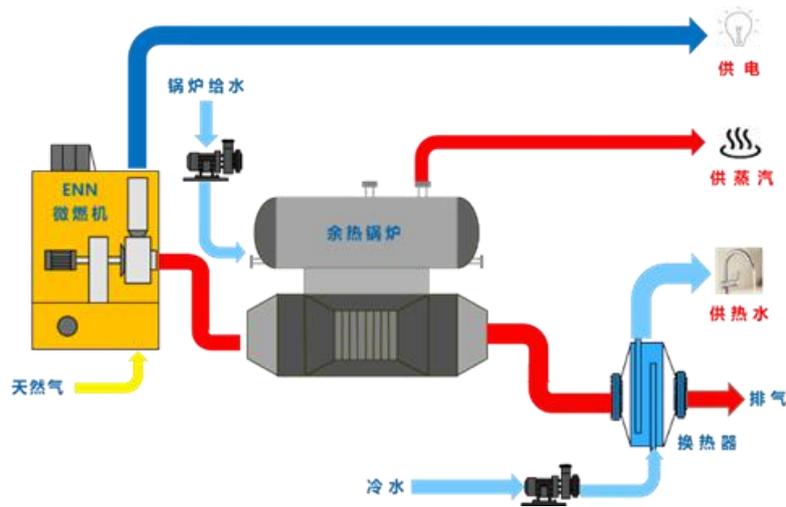
(二) 微型燃气轮机能源梯级利用节能技术

1.技术适用范围

适用于微型燃气轮机能源梯级利用节能技术改造。

2.技术原理及工艺

以微型燃气轮机发电机组为核心，采用布雷顿循环，将高压空气送入燃烧室与燃料混合燃烧，燃烧后的高温高压气体进入涡轮做功发电，排出的高温烟气通过后端余热利用设备组成多能源输出的联供系统，进行能源梯级利用，可实时调节热电比，提高系统综合能源效率。结构原理图如下：



3.技术指标

- (1) 额定发电效率：15%~26%。
- (2) 热电比调节范围：1.5~4.6。
- (3) NO_x 排放：2.5×10^{-5}。
- (4) 噪声（距离 1m）：85dB（70dB 可选）。
- (5) 系统综合能效：>86%（三联供 90%以上）。

4.技术功能特性

- (1) 可使用多种气体燃料和液体燃料。
- (2) 采用独特的空气轴承技术，系统内部不需要任何润滑，减少维护成本。
- (3) 发电效率可达 30%，用于热电联产和冷热电联供的综合能源利用率超过 80%。
- (4) 可并网运行，也可独立运行，并且能够实现两种模式间自由切换。
- (5) 排气温度在 270~650℃ 之间连续可调，灵活调节热电比例，对用户负荷波动适应性好。

5.应用案例

兰溪市贝斯特铝制品有限公司锅炉改造项目，技术提供单位为新奥能源动力科技（上海）有限公司。

（1）用户用能情况简单说明：兰溪市贝斯特铝制品有限公司使用 1t 燃煤锅炉，平均蒸汽量负荷 0.85t/h，平均电负荷 400kW。

（2）实施内容及周期：采用 1 台 E135 微型燃气轮机和一台 0.85t 余热锅炉热蒸汽联供系统，代替企业原有的燃煤蒸汽锅炉。实施周期 4 个月。

（3）节能减排效果及投资回收期：据统计，年节电 56 万 kW·h，折合年节约标煤 182t，减排 CO₂504.6t/a。该项目综合年效益合计为 37.4 万元，总投入为 150 万元，投资回收期约 4 年。

6.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 15%，可形成节能 36 万 tce/a，减排 CO₂99.8 万 t/a。

（三）工业燃煤机组烟气低品位余热回收利用技术

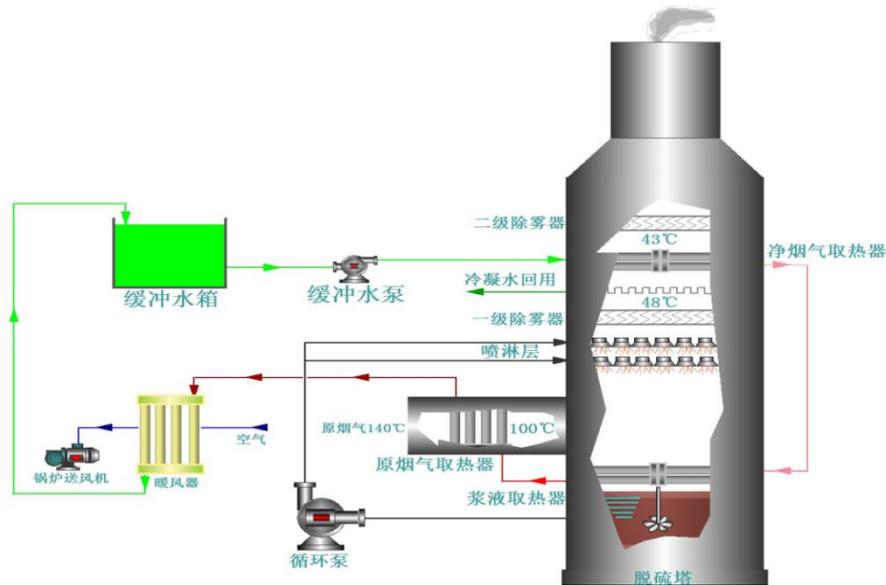
1.技术适用范围

适用于工业燃煤机组烟气余热利用领域节能技术改造。

2.技术原理及工艺

采用燃煤烟气湿法脱硫系统余热回收技术，在湿法脱硫塔内设置若干间接取热装备，对湿法脱硫后饱和烟气、脱硫浆液或脱硫塔进口原烟气进行间接换热，回收湿法脱硫系统中气液两相的低品位余热，并将回收热量用于锅炉送风预热

或锅炉除氧器补水预热，降低燃煤机组煤耗量。工艺流程图如下：



3.技术指标

- (1) 节煤量： $>15.9\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。
- (2) 节煤率： $>4.89\%$ 。
- (3) 回收热量利用率： $>80\%$ 。
- (4) 节水量： >14 万 t/a。

4.技术功能特性

(1) 采用原烟气取热器、浆液取热器和净烟气取热器对湿法脱硫系统不同温度区间的气、液余热进行回收，大幅提高烟气余热回收率。

(2) 可将三级取热设备串联连接，完成低温区间取热设备的出口介质作为高温区间取热设备的进口取热介质，逐级提高换热液的温度，回收余热利用范围广。

(3) 将湿法脱硫净烟气取热过程中产生的凝结水进行

单独回收作为湿法脱硫装置的制浆用水，降低湿法脱硫系统耗水量。

5.应用案例

新疆天富能源售电公司 330MW 机组燃煤烟气低品位余热回收利用节能改造，技术提供单位为新疆天富能源股份有限公司。

(1) 用户用能情况简单说明：新疆天富能源售电公司 330MW 燃煤发电机组满负荷燃煤量 169t/h，湿法脱硫塔进口烟气温度高达 147℃，造成大量的热源浪费。

(2) 实施内容及周期：对新疆天富能源售电有限公司 3#330MW 机组的浆液取热系统、锅炉进风系统等进行余热回收改造。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造后，3#机组煤耗下降 5.3gce/kW·h，年发电量 21.9 亿 kW·h，折合年节约标煤 1.16 万 t，减排 CO₂ 3.21 万 t/a。该项目综合年效益合计为 470 万元，总投入为 570 万元，投资回收期约 1.2 年。

6.未来五年推广前景及节能减排潜力

预计未来 5 年，推广应用比例可达到 10%，可形成节能 100 万 tce/a，减排 CO₂ 277 万 t/a。