

清洁生产伙伴计划

执行机构：

HKPC[®]

Hong Kong Productivity Council
香港生产力促进局

行业：纺织制品业
技术：有机热载体锅炉烟气余热回收节能技术
来源：清洁生产伙伴计划示范专案(09D0088)
编号：CP-D026
年份：二零零九
环境技术服务供应商：广州弘禹环保科技有限公司(gzhyhb@gdhyhb.com)

概览

本文介绍应用于回收锅炉烟气余热的节能技术的示范项目。工业锅炉烟气的温度及污染物浓度均很高，没有经过处理而排出会造成能源浪费及环境污染。

在本个案中，开平奔达纺织有限公司(以下简称奔达)是一家集纺纱、织布、染整、印花等综合性大型纺织印染企业，获清洁生产伙伴计划资助下安装了热管式锅炉余热蒸汽发生器(DN1200型)，以提高能源的使用率及达到节能减排的目的。项目投入运作后，估计每年可为企业节省522,912元人民币，回本期约为6个月。

结果显示，奔达安装热管式锅炉余热蒸汽发生器是具有环境及经济效益的。

技术问题

本示范项目的企业生产厂房设有多台锅炉，以供蒸汽及电力给生产车间使用，但锅炉的烟气没有经过任何特别处理，直接排出环境当中。工厂锅炉的烟气温度高达300℃，没有经过适当的降温及热能回收，高温烟气排出，不但影响附近环境，也使能源使用率下降，企业的生产成本上升。

工厂一般使用省煤器回收锅炉烟气的废热，以制造热水作锅炉补充水。由于省煤器的热效率低，热回收量少，产生的热水温度不够高但水量大，有时热水过量，造成二次浪费。

解决方案

本示范项目中，奔达安装热管式锅炉余热蒸汽发生器，以回收有机热载体锅炉烟气的废热，因而达到节能减排的效益。

热管式锅炉余热蒸汽发生器的工作原理是在密闭的管内先抽成 $1\sim 2 \times 10^{-4}$ Pa的负压，在此状态下填充适量工质。烟气的高温会被交换到热管内低压的工质，在热管下端(受热段)的工质吸收热量后由液态转变为气态，在微小的压差下，上升到热管上端(放热段)，并向外界放出热量，且凝结为液体。冷凝液在重力的作用下，沿热管内壁返回到受热段，并再次受热汽化，如此循环往复，连续不断地将热量由一端传向另一端。由于是相变传热，因此热管内热阻很小，所以能以较小的温差获得较大的传热率。

热管式热交换装置的传热系数高，传热温差大。发生器的结构简单，具有单向导热的特点，特别是由于热管的特有机理，使冷热流体间的热交换均在管外进行，可以方便地进行强化传热。交换装置的热交换效率可以人为调控，加强对尾气热交换的弹性及对用热装置的适应性。

示范项目简介

奔达于二零零九年七月完成有机热载体锅炉烟气余热回收系统的现场安装，经过一个月的设备测试及系统调试，总体上系统稳定运行，运行期间熔铝炉正常运作。



有机热载体锅炉厂外观



热管式锅炉余热蒸汽发生器



热管式锅炉余热蒸汽发生器全貌

清洁生产伙伴计划

成效

奔达为了实证热管式锅炉余热蒸汽发生器的效果，奔达于2009年7月8日及9日进行了48小时的实地测试及纪录，结果如下表示：

平均产生蒸汽压力(MPa)	烟气温度(°C)		平均蒸汽产生率(吨/日)
	平均进气温度	平均出气温度	
0.49	280.7	234.6	12.57

结果显示，安装了热管式锅炉余热蒸汽发生器可以有效回收废热及降低锅炉烟气的排出温度，减低高温烟气对环境造成的破坏。

而在两日共48小时的测试当中，热管式锅炉余热蒸汽发生器共生产了25.14吨蒸汽，即每日可生产12.57吨蒸汽，可满足部份生产车间每日所需的用量。此项目可以有效减少生产蒸汽的成本，同时减低生产蒸汽所产生的空气污染物排放量。

财务分析

根据市场上的资料，每吨蒸汽的价格大约为130元人民币。根据测试，余热蒸汽发生器平均每天可以生产蒸汽12.57吨。

假定每年系统运作320天：

- 即每年可节省蒸汽 = $12.57 \times 320 = 4,022.4$ 吨
- 即每年可节省费用 = $4,022.4 \times 130 = 522,912$ 元人民币
- 该项目总投资额为276,190元人民币回本期 = $276,190 \div 522,912 = 0.53$ 年(约6个月)

环境成效

使用烟气余热回收系统，每年可减少4,022.4吨蒸汽的生产。按照工厂0.1吨标煤约产生1吨蒸汽计算，回收系统每年可减少耗煤 = $4,022.4 \times 0.1 = 402.24$ 吨

按「全国电力工业统计资料2010-05」(见发改委能源局公告)，每度电折标煤量0.333 kgce/kWh；所以402,240公斤标煤折电量为1,207,928 kWh，估算减排污量：

每年减少使用1,207,928度电，所减少排放的空气污染物估计如下表所示：

污染物	二氧化碳	氮氧化物	二氧化硫
排放系数(千克/度)	0.8798*	0.0008**	0.0007**
排放减少量(吨/年)	1,062.7	0.966	0.846

* 国家发展和改革委员会《关于公布2009年中国低碳技术化石燃料并网发电项目 区域电网基准线排放因数的公告》。

** 广东省政府及香港特别行政区政府《珠江三角洲火力发电厂排污交易试验计划》。

查询

清洁生产伙伴计划秘书处

香港九龙达之路78号生产力大楼3楼

电话：(852) 2788 5588

传真：(852) 3187 4532

电邮：enquiry@cleanerproduction.hk

网址：www.cleanerproduction.hk

(本档可于清洁生产伙伴计划网站下载：www.cleanerproduction.hk)

声明

本文中所示范的设备或技术其成效只代表在本项目条件下的表现，并不表示使用在其他工厂或不同条件时会有相同的效果。此外，本文提及的设备、技术及环境技术服务供应商等并不表示是香港特区政府及香港生产力促进局所认可，对任何因使用该设备、技术或服务供应商而引致或涉及之损失，香港特区政府及香港生产力促进局概不承担任何义务、责任或法律责任。此外，类似的设备、技术及服务供应商或可在市场上获得。读者应认真评估对该设备或技术的实际需求，以及在采用该设备或技术之前应向有关方进行详细咨询。