

■ 项目实施

1. 问题表述

(1) 制浆造纸生产过程中产生的烟气、废水中含有大量低溫余热，但因为技术、成本等原因无法实现回收利用，这是整个造纸行业都面临的能源浪费难题。

(2) 随着国家“双碳”目标提出与推进，全国各地都在探索绿色低碳可持续发展的路径。城市人口的增加，日照经济技术开发区供暖企业在环保、燃煤、碳排放方面的压力与日俱增，也在积极探索使用绿色低碳的能源和热源。

2. 解决方案

在面对众多余热回收的技术和制浆造纸行业的特点，亚太森博技术团队经过与国内外多家公司和科研院校的可行性技术调研论证，引入专业公司的技术力量，主体设备采用“真空相变换热”专利技术（哈工大金涛低温相变闪蒸技术，系利用水的沸点会随着环境压力的降低而降低的特性，通过真空泵制造负压环境，使 26℃ 以上的工业废水发生闪蒸，产生负压蒸汽携带汽化潜热输送至冷凝器内向低温介质进行冷凝放热），将工厂的碱回收炉、石灰窑、动力锅炉、焚烧炉等区域的烟气和制浆生产过程产生的高温废水进行余热回收利用，回收的热量一部分与当地供暖企业合作用于社区居民供暖，另一部分回用到公司内的生产系统，可有效替代并减少化石能源的使用。

本项目建设构筑物 8 座，主要设备 107 多台套，包括直热机、喷淋塔、喷淋水泵、中介水泵、供暖水泵、退水泵、电机、板式换热器、烟气再热器、冷凝水箱等，以及厂区配套设施和供热管网。

本项目实施的烟气治理工艺技术路径为“间接浆液低温真空相变闪蒸冷凝+烟气再热”和“烟气喷淋冷凝+再热”。主要工艺流程为：采用烟气间接冷凝方式即浆液闪蒸冷却的方式实现烟气冷凝脱水的目的，在真空相变换热装置中浆液通过闪蒸的方式进行热交换，将热量传递给冷源-厂内冷源及采暖水，降温后的浆液回到原工艺系统中继续喷淋烟气，从而达到降低排放烟气温度及含湿量的目的。

3. 关键突破

(1) 本项目在技术上结合制浆造纸行业的特点，经过与国内多家余热回收设备厂家的技术交流，在制浆造纸行业首次使用。

(2) 作为项目引领者，亚太森博技术团队在项目实施过程中不断进行探索和创新，对原来的哈工大研发的直热一体余热回收设备进行改良，满足了不同炉型产生的烟气余热回收需要。

(3) 该项目得到了日照市政府、日照市生态环境局、日照经开区等的大力支持，政府牵线搭桥，将工厂的余热能源转化为民生资源，实现能源的循环利用，实现区域碳减排。

■ 项目影响力、可推广性与可持续性

1. 该项目是世界制浆造纸行业在烟气余热回用并与民用相结合的创新项目，具有技术创新、机制创新的明显特征，得到了地方政府、生态环境部门、社区的广泛好评，又很好的环境意义、社会意义和经济意义。
2. 该项目具有可推广、可复制的价值，日照市已经开始组织推广。

■ 专家点评

烟气深度治理及余热暖民一体化项目是将工厂碱回收炉、石灰窑等区域的烟气和制浆生产过程产生的废水进行余热回收利用，回收的热量一部分用于社区居民供暖，另一部分回用到公司生产系统，可有效减少化石能源的使用，进而减少碳排放并降低烟气氮氧化物、二氧化硫、粉尘的排放浓度，为全国乃至全球造纸行业节能减排发挥了引领和示范作用，取得良好的环境、社会和经济效应，在大众网、人民网、澎湃、中国纸业等众多媒体进行了报道。

