

# 余热回收改造工程在生物质电厂的应用实例

吴昇，夏宇

(光大生物能源(盱眙)有限公司，江苏盱眙211700)

**摘要：**介绍了某生物质电厂利用锅炉尾部烟气、连续排污扩容器、除氧器排氧门等余热热源，集中加热蓄水箱中的自来水，进行热水销售的应用实例。改造工程实施后，企业的经济效益、社会效益、环境效益逐步提升。

## 引言

党的“十八大”以来，中国大力推进生态文明建设，政府对环境保护、改善空气质量提出更加严格的要求。我国在余热资源的利用上还有大量的工作可做。为响应《江苏省“十三五”节能减排综合实施方案》精神，某生物质电厂提出将锅炉尾部烟气、连续排污扩容器等余热进行回收，作为热源集中加热蓄水箱中自来水的改造工程。

工程未改造前，该区域企业工业热水、城区洗浴场所民用热水仍依靠传统燃煤小锅炉供应，燃煤小锅炉热效率低、能源浪费大、煤炭含硫量高，未经过处理，烟囱直排，对大气污染严重。余热回收改造工程实施后，依靠高效、排放达标的统一集中供热水替代粗放式、高能耗的燃煤小锅炉，积极响应政府号召，改善当地环境质量，发挥示范企业对大气污染治理工作的带动作用。

## 1项目背景

某生物质电厂采用1×20t/h循环流化床秸秆焚烧炉和2×55t/h高温高压循环流化床(CFB)生物质锅炉，配套1×C25Mw高温高压抽凝式汽轮发电机组及外部供热管网。热水集中供应工艺对比如表1所示。表1对比了4种热水集中工艺方式，其中，余热回收工艺因效率高、出售费用低受到用户青睐。

表1 热水集中供应工艺对比

加热方式	成本消耗	效率	环境污染	售出费用
电	100 kWh	高	无	高
煤	25 kg	低	有	中
天然气	13 m <sup>3</sup>	中	无	中
余热回收	-	高	无	低

## 2改造方案

### 2.1锅炉尾气烟气余热回收

锅炉燃烧产生的烟气通过烟囱排向大气，排烟温度比进入锅炉的空气温度高出很多，造成排烟热损失。排烟温度越高，锅炉热损失越大。余热回收工艺通过将低温省煤器布置在空气预热器与脱硫塔之间的烟道，可对锅炉的尾部烟气余热进行利用。由于改造现场尾部烟道空间较小，最终采取在空气预热器与脱硫塔之间引出旁路，将低温省煤器垂直布置在旁路烟道。低温省煤器受热面应考虑磨损及腐蚀等因素，换热管表面容易清洗。换热组件和密封件等易于拆卸。更换换热管时，不会影响其他换热管。

具体改造工程是在脱硫塔附近、锅炉零米层设立除盐水缓冲罐，从除盐水母管引入除盐水，再通过除盐水泵输送至锅炉尾部烟道预热，锅炉实际烟气量为80000m<sup>3</sup>/h，除盐水温度由常温12℃加热至99℃，加热后的除盐水分别经过1#、2#板式换热器回流至除盐水缓冲罐，如此循环。自来水通过自来水泵输入至1#、2#板式换热器加热，温度由11℃提升至85℃，加热后的自来水直接接入热水罐储蓄。锅炉尾部烟气走向为两路，旁路为含除盐加热的低温省煤器，主炉为烟气直接进脱硫塔部分。旁路低温省煤器进出口分别装设隔绝电动门，热水系统使用操作时，运行人员通过DCS远方调节进口电动门开度，操作时密切观察炉膛负

压波动，等到炉内负压稳定后，把隔绝电动门开度至全开。未改造前，锅炉尾部烟温为180℃，工程改造后，锅炉尾部烟温可降为140℃。

回收锅炉排烟余热，一方面制备出的热水可以供给厂区周边工业及居民使用；另一方面可以降低锅炉的排烟温度、粉尘比电阻、体积流量和烟气流速，从而提高除尘效率，减少粉尘排放。低温省煤器现场安装图如图1所示。



图1 低温省煤器现场安装图

### 2.2连续排污扩容器余热回收

连续排污是锅炉连续不断地排出炉水中含盐量最大部分，以维持锅炉碱性，连排的热量损失和工质损失较大，连续排污量相当于电厂其他汽水工质损失总和。凝汽式电厂的排污率一般控制在2%以内。未改造前，连排的水是流向定排扩容器排污降温池；改造后，可以通过3#板式换热器，把连排的热量加热自来水，连续排污扩容器出口的热水压力为0.5MPa，温度为160℃，排量每天为30t左右。

### 2.3除氧器排氧门余热回收

火电厂的除氧器是利用汽轮机的抽气加热给水至饱和温度，除去锅炉给水中的溶氧和不凝结气体的装置，不凝结的气体通过除氧器排氧门排出。排氧门的开度过大，造成排汽损失大，这部分的热损失可用于回收。未改造前，除氧器的排氧门接口为排向室外；改造后，在排氧门处装设总阀门，分别接入2条管径，一路为余热热源接入浸没式汽水混合物加热热水，另一路排氧门出口排向室外。排氧门出口蒸汽温度150℃，压力0.45MPa左右，排量每天10t左右。余热回收工艺流程图如图2所示。

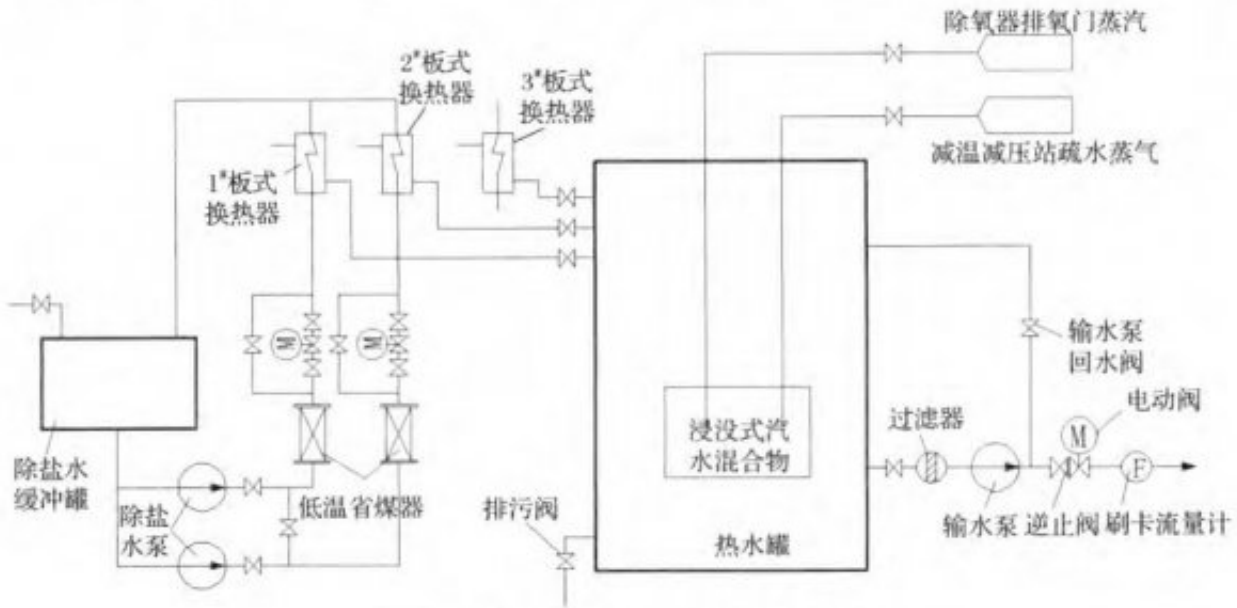


图2 余热回收工艺流程图

### 3现场安装

基础面积相对大，利于增容、杂质沉淀。蒸汽管道按1.4MPa(表压)，320 设计。蒸汽管道工作压力为0.6MPa(表压)，蒸汽工作温度不超过320 。流量小于12t/h。管道类别GC2级。热水主管道采用双面埋弧螺旋钢管，材质为Q235-A。其余管道采用流体输送用无缝钢管。蒸汽管道敷设采用低支架、墙架等方式。蒸汽架空管道保温材料采用硅酸铝纤维管壳，外加防潮层油毛毡，玻璃纤维，保护层采用0.5mm铝皮。硅酸铝纤维密度小于等于50kg/m<sup>3</sup>，导热系数(25 时)为0.035，最高使用温度不小于500 ；硅酸铝纤维管壳必须用包装箱包装，并采取防潮，防止松动措施。保温层厚110mm，疏放水管采用玻璃丝棉管壳，厚30mm，外加玻璃纤维、水沥青及0.5mm铝皮。

### 4技术难点

#### 4.1水质要合格

热水供洗浴场所使用，生产运行部化水值班员每日白班按照表2对热水罐水质进行化验，生产运行人员根据化水的通知，进行定期排污，热水罐底部保持一定坡度，利于排放罐内沉淀物。

表2 热水化验水质合格标准

项目	数值
pH	6.5~9.5
铁 /(mg/L)	< 0.5
浊度 /NTU	< 5
耗氧量 /(mg/L)	< 5
总硬度 /(mg/L)	< 550
溶解固形物 /(mg/L)	< 1500

#### 4.2热源要稳定

余热回收工程受生产调度的影响是客观存在的。特别是负荷不足或停机检修期间，就达不到商业运行要求。因此，发电机解列，汽轮机系统检修期间，把锅炉供热主路减温减压站疏水接入备用热源，依靠双减对外网供热的疏水余热对热水罐加热。改造2台锅炉的尾部烟气余热回收就是考虑到1台锅炉检修期间，另1台运行锅炉能提供热水热源。

#### 4.3操作要安全

热水换热系统采用PLC智能控制系统，热水计量系统采用自动计量刷卡系统，编制《热水运行操作规程》供生产运行人员学习，对第三方热水运输车辆操作人员进行安全培训，刷卡运水必须由生产运行人员全程监督，做好预防高温措施。

#### 5技术展望

未来企业的发展方向可由当前的热电联产模式，转型升级为冷热电联产模式。结合项目所在地实际情况，该县的龙虾年产量约为 $35.1 \times 10^3$  t，政府每年举办的中国龙虾节，仅万人龙虾宴一天旅游食客品尝消耗龙虾为50t，该地区的龙虾、螃蟹等海鲜水产品存储制冷市场有着广阔的空间。可通过回收余热系统的热源蒸汽(0.7MPa)，选择制冷机组，通过管道连接至溴化锂制冷机，产生冷源保证食物品质新鲜，积极与政府合作，做强龙虾产业。建立该地区的盱眙龙虾水产品冷库转运中心。

#### 6结语

本项目实施后每年可节约标准燃煤3000t，减少CO<sub>2</sub>排放量8000t；减少SO<sub>2</sub>排放量25.5t，减少NO<sub>x</sub>排放量22.2t。减少锅炉余热排放，回收利用后每年产出热水60000t以上，每年盈利60余万，具有显著的经济效益。依靠农林废弃物等生物质材料作为燃料，燃料的收集可带动农民就业、农业增收、农作物秸秆综合利用、解决秸秆随意抛、烧等问题，具有显著的社会效应。

余热回收改造工程为当地大气综合治理及减排禁煤做出贡献；有效改变了锅炉热效率低、排放污染严重、工作环境差等问题及影响，具有显著的环境效益。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/160847.html>