

# 蒸汽锅炉冷凝水零排放技术及经济效益

熊陶庆

江西富达盐化有限公司 江西 宜春 331200

**[摘要]**随着国家节能环保政策的不断加强,锅炉冷凝水零排放成为节能环保的主要目标。冷凝水零排放技术能够降低锅炉运行中冷凝水的排放量及相关费用。本文主要分析了蒸汽锅炉冷凝水回收系统及冷凝水处理技术,并分析了蒸汽锅炉冷凝水零排放经济效益,有效地降低排放值并达到环保要求。

**[关键词]**蒸汽锅炉; 冷凝水零排放; 经济效益

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6288.2020.04.509

## 引言

随着经济的发展,人民生活水平的不断提高,锅炉的使用频率也在不断提高。在能源的消耗方面是不容忽视的问题,蒸汽锅炉的正常运行是保证热源系统正常运行的关键过程。冷凝水作为蒸发器的副产品,对蒸发器系统的正常运行起到至关重要的作用。如何实现冷凝水的回收利用能够为我国的能源开发、工业生产提供保障。从实际情况来看目前采用燃煤发电已经实现了对冷凝水的回收利用并取得了良好的经济效益。随着环保要求的提高,节能减排成为社会发展的必然趋势,通过对冷凝水的回收利用可以有效减少蒸发器的用水量而减少污染物排放现象。我国作为世界上能源消费大国,每年的能源消耗总量在整个工业发展过程中占着很大一部分。在当前我国发展节能减排的大背景下要想真正达到节能减排的目的就必须解决冷凝水的回收利用问题,并且这一问题很难从根本上解决因此对冷凝水的回收利用尤为重要<sup>[1]</sup>。

## 1 蒸汽锅炉冷凝水回收系统及冷凝水处理技术

### 1.1 蒸汽锅炉冷凝水回收系统

#### 1.1.1 开放式回收

蒸汽锅炉冷凝水开放式回收系统主要由冷凝器、排汽阀、水冷壁及排汽管组成。由于蒸汽锅炉运行时是处于高温状态下工作,其排汽阀上往往会有水蒸气凝结成水珠,而凝结成水珠后会向下渗漏到锅炉水箱内,这时水箱中存留的水量很大就会引起锅炉缺水或过热而自动停止运行,同时也会使锅炉中剩余的蒸汽锅炉效率降低以及锅炉中有蒸汽产生而造成排烟温度高等问题。排汽阀上也会凝结大量水珠,当冷凝器内有大量水珠产生后再继续往下渗漏也就造成了排汽阀与水冷壁直接连接后水位不断下降的现象。如果排汽阀上有大量水珠存在的话,就会使高温高压的蒸汽流过冷凝器内部时将热量传递给受热面并导致受热面受热不均而发生严重磨损,甚至造成设备安全事故的发生。冷凝水回收系统主要通过排水阀、水冷壁及排汽阀等部件对排出的冷凝水进行回收工作,冷凝水经处理后可用于冷却设备或加热设备、冷却塔等设备用水、蒸发冷却、循环冷却水等,同时对降低锅炉热效率、节约能源、减少环境污染具有重要意义<sup>[2]</sup>。

#### 1.1.2 半开放式回收

蒸汽锅炉冷凝水半开放式回收系统是指将锅炉运行过

程中排出的汽水混合物,经过冷凝处理达到一定温度,达到规定的要求后返回至系统循环使用,其流程如下:回收部分进入水箱,通过水箱进水管与水冷器管连接在一起;冷凝水进入锅炉循环处理后重新进入锅炉循环泵,通过回水循环使用;然后进入上一级的冷凝水排放装置进行冷凝处理。循环的冷凝水经过处理达到相关要求后在进行冷凝水排放<sup>[3]</sup>。

(1) 冷凝水罐系统:冷凝水罐系统是冷凝水从回收罐收集到的冷凝水的半截容器,也是回收系统中的一个重要组成部分。其作用是将回收的冷凝水贮存在冷凝水罐中,利用冷凝水温度进行冷媒蒸发的方法回收循环使用。冷凝水通常是指从回水罐排出到锅炉回水管,锅炉循环泵回水使用。

(2) 水箱及回收部分:水箱中装有冷凝水回收装置,该装置由三部分组成:一是冷凝水回收装置,对回收冷却水进行预处理,去除冷凝水中的悬浮物、胶体、杂物等;二是蒸发后的冷凝水经阀门进入回水式冷凝水回收装置,回用于锅炉循环水使用,并将回收出来的温度提升到规定的要求后返回;三是冷凝水回收装置,冷凝水经蒸发器进行加热冷却后得到循环使用,冷却装置的水需进行循环使用(回水)的部分进入上一级冷凝水排放装置进行冷凝处理,其过程是通过水冷器管内的冷凝水再循环冷凝器进行冷凝过程后冷却获得低温冷却水。

(3) 回收箱及连接管路:回收箱包括四个固定端(箱体上的支架、底座),支架上有一条管路与水冷器管连接,固定端与水箱相连后再通过一条法兰管与水冷器管连接;固定端用螺栓紧固,法兰上用螺母紧固,法兰管与水冷器管连接的一条法兰管采用法兰管箍与水冷器管连接,根据冷凝水的排放情况可以根据需要来调整该管路是否有过热保护装置。

(4) 冷凝水排放口:锅炉冷凝水排放口一般设置在锅炉回水系统的上一级汽水分离器出口,可直接排放到冷凝水排放口,也可与回水管网连接后通过管道进行冷凝水排放。

#### 1.1.3 密闭式回收

冷凝密闭式回收系统的控制系统由水泵、蒸汽计量装置、冷凝阀、温度调节装置和控制仪表等组成。冷凝阀是将回收的压力水(水蒸汽)通过调节阀将压力调节至标准值以内,通过控制阀组对回收水进行调节以保证回收水的水位正常。一般情况下,回收水在每隔1~2个月左右都会经历一个自然循环<sup>[4]</sup>。

冷凝密闭式回收系统通过加热炉膛的水，使水蒸汽中的大部分凝结成水，另一部分又从出水孔排出锅炉，然后经过炉膛内水冷壁和管板冷却形成水冷壁结垢。水冷壁结垢后使汽锅汽腔内的水难以达到标准温度。当这些水再次进入炉膛后，水冷却后再通过冷凝变成热能供锅炉使用。使锅炉结垢面产生热量和水蒸汽中的凝结饱和气上升时就是我们所说的锅炉房，形成了压力蒸汽及凝结水排出锅炉。

在锅炉侧的主汽门及水冷壁的冷凝器入口设置有一根连接管，该管从冷凝器管口穿出，另一端从蒸汽泵出口引出，其流量可以根据锅炉负荷和锅炉运行条件进行调节。冷凝器入口与回收系统的主管道相连，通过控制回收泵的开度和压力使其达到冷凝要求。对于回收系统来说，当锅炉开度低于20%时，可打开回收管上一排的阀组打开排烟管排放掉未进入冷凝器内的水分。在实际运行过程中，由于锅炉负荷增加，锅炉温度降低，冷凝阀运行频繁等因素会造成一定程度上损失，故需采取措施降低冷凝阀运行频率，减少冷凝阀损失<sup>[5]</sup>。

## 1.2 冷凝水处理技术

### 1.2.1 化学药剂法

冷凝水是由工业生产中的冷却水系统、机械设备的冷却器、污水处理中的沉淀池、换热器及冷却塔表面等部位产生凝结水，它可使设备结垢或缩短设备寿命，降低运行成本。目前工业生产和生活中已经应用比较多，化学药剂处理冷凝水技术化学药剂处理冷凝水技术是通过物理、化学及生物的方法对冷凝水进行有效处理，主要包括吸附法和溶解法。其中吸附法是利用固体、液体或气体的性质，通过选择性吸附来达到无害化的目的，其优点是无二次污染，操作简单快捷。但其缺点是吸附深度较浅，所用药剂必须定期更换，不能循环使用。

### 1.2.2 除铁过滤器

除铁过滤器处理冷凝水技术该工艺适用于水质水量稳定的车间及小型生产场所，对水质流量和回收率要求不高的车间或小型设施，如锅炉、压力容器、中央空调等；适用于各种过滤介质的过滤；适用于各种水质和水量；对有水、无水氯化氨存在的地区也可作为工业循环水净化系统；对各种水质和水量要求不高，一般用于水处理工艺中。

冷凝水除铁过滤器处理技术参数：过滤精度0.1 μm；流量5-100L/min，进水温度：20℃；过滤精度（纳滤量）：0.01~1000mg/L·h；压力5kPa；使用寿命：1年1滤板清洗后无需再次清洗。滤芯采用不锈钢材料制作，该滤芯表面为圆筒形蜂窝状结构，直径0.02~0.2mm，过滤精度≤5 μm；孔径范围0.01~150um之间；具有反冲洗能力，以过滤精度50 μm的微粒对水中悬浮物、胶体、大分子有机物及其他杂质有较强的吸附能力，滤速快且效率高；反冲洗控制装置采用全自动控制器控制和自动化程度高，反冲洗装置通过电磁脉冲信

号对进水滤头水流进行调节冲击使其形成高速水流冲击在各清洗循环周期内形成不同角度的漩涡状旋转运动。

## 2 蒸汽锅炉冷凝水零排放经济效益

### 2.1 节约用水

根据蒸汽锅炉产生的蒸汽量：如果95%的冷凝水可以重复使用，节省的水量是可观的。按70t/h综合水、每天24小时运行时每年340天计算。仅正常蒸发水量计算为：70吨×24小时×340天=571200吨；如果99%的水可以再利用，回收的水资源将为568488吨。如果添加571200吨软化水，将使用57120吨（约10-12%）树脂再生反洗水；锅炉使用循环水后的减排量为57120吨（10%），按综合水成本（水处理成本）5.5元/吨计算。

### 2.2 节约能源成本

能量的计算基于水的蒸发热。假设使用煤炭作为能源，煤炭价格定为500元/吨，热值计算为23大卡/Kg；一吨煤可以产生6吨蒸汽，即每吨蒸汽消耗0.17吨煤；当回水温度为50℃时，焓为209.33大卡/Kg，当自来水温度为20℃时，热焓为83.95大卡/Kg，两者之差为125.38大卡/Kg。

### 2.3 总节省成本

以上两项成本节约总结起来：对于不使用回收冷凝水的系统，耗水量为571200吨，成本为314.16万元，耗煤量为5529.6吨，成本276.48万元，总成本为590.64万元。使用循环冷凝水的系统，回水利用率高达99%，耗水量5712吨，成本31416元，耗煤量5193.6万吨，成本为259.68万元，总成本为259.87万元。根据汇总数据，在一台70t/h蒸汽锅炉中，采用合理的冷凝水回收技术后，如果回水利用率达到99%，锅炉满负荷运行，一年内两项基本消耗成本的总节约成本可达327.8184万元。

## 3 总结

综上，在满足工艺要求的前提下进行冷凝水回收再利用，最大限度地降低企业成本，从而提高经济效益，同时可充分体现环保理念，节能降耗效果显著，最后通过效益分析可以实现企业节能减排和节能降耗目的的是一项长期而又必要的措施，具有很大的社会效益。

## 参考文献

- [1]赵烁. 浅谈降低锅炉运行用水成本[J]. 科技视界, 2017(11): 190.
- [2]谭智申, 张立德, 侯立. 蒸汽锅炉冷凝水回收利用与效益分析[J]. 节能技术, 2016, 34(04): 349-352.
- [3]乔金增. 蒸汽锅炉冷凝水节能回收[J]. 科技视界, 2014(26): 102.
- [4]沈爱华, 方勇. 闭式冷凝水回收技术在锅炉改造中的应用[J]. 橡塑技术与装备, 2014, 40(17): 51-54.
- [5]王帅. 蒸汽锅炉冷凝水节能回收[J]. 山东工业技术, 2013(09): 78.