

浅谈燃煤电厂脱硫废水零排放工艺

张雪姬 姚士林

(国电乐东发电有限公司 572539)

摘要：为了实现国家对烟气超低排放的要求，国内大多燃煤机组加装了烟气脱硫系统，石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术由于脱硫效率高和适应性强等优点得到了最广泛的应用。在系统的运行当中，随着浆液的循环利用，盐和杂质的含量逐渐增大，其中呈弱酸性的氯离子浓度过高会腐蚀设备，一般氯离子浓度控制在 20000mol/L 以下，因而需配置脱硫废水处理系统以去除浆液中的氯离子，保证浆液品质完好。国电乐东电厂为响应海南省“先行一步，努力建设好国家生态文明试验区，为全国生态文明建设做出表率”的号召，率先实行最严格的生态环境保护措施，建设“世界最清洁电厂”，在国内火电机组中，率先采用“废水零排放”方式，以控制脱硫废水中的重金属外排，避免造成环保污染。

关键词：燃煤电厂；湿法烟气脱硫；废水零排放；

1 脱硫废水处理技术

为保证石膏品质和脱硫系统稳定运行，需要周期性的排放一定量的脱硫废水，以严格控制氯离子浓度在 20000mol/L 以下。

1.1 具体工艺流程

整套废水处理设备由废水旋流泵、废水旋流器、三联储、澄清池、出水箱以及加药系统和压泥机组成。其工艺流程图如下：

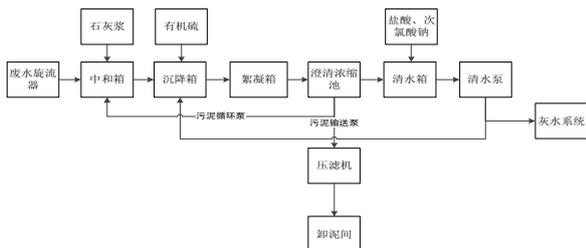


图 1

废水旋流泵经过废水旋流器，以废水旋流器含固率为 2% 的溢流管道流至三联储的中和箱中，中和箱加入熟石灰碱性化学药剂，将脱硫废水 PH 值调至 7 以上，去除废水中的氟离子重金属后，溢流废水至沉降箱。在沉降箱中加入有机硫化学药剂，初步将废水中较大颗粒的杂质沉淀，顶部清液再溢流至絮凝箱。在絮凝箱中需霜加入絮凝剂，使较大颗粒的重金属和悬浮物形成较的沉淀，顶部清液溢流至澄清池。在澄清池中自然沉淀，底部污泥由污泥输送泵输送至压泥机压成泥饼排走，顶部清水流至清水箱回收。

1.2 脱硫废水系统运行分析

脱硫废水处理系统能有效地去除脱硫废水中的重金属悬浮物以及氟离子，但对于钙离子、氯离子、硫酸根离子等溶解性物质的去除不佳，处理后的清水中含有细小飞灰、氯离子、硫酸根离子等，经化验数据显示处理后的废水清液中含有的氯离子含量将达到 150000mol/L，这样酸性较强清液外排的话对土壤会造成破坏。此外，此废水处理系统化学药剂的消耗量较大，运行成本较高，整个废水处理过程需要添

加消石灰粉、有机硫、硫酸氯化铁和聚丙烯酰胺等多种化学药剂，按天处理 6 0 吨废水算，每天需消耗消石灰 750 公斤、有机硫 25 公斤、硫酸氯化铁 25 公斤以及聚丙烯酰胺 20 公斤。处理后含有氯离子较高的废水回收问题不好解决。

2 废水零排放系统

脱硫废水零排放系统由脱硫废水原水系统、预沉系统、浓缩系统、调质系统、固液分离系统、干燥系统以及一些辅助设备组成。

2.1 废水零排放系统技术分析

本厂废水零排放处理技术是采用废水热蒸发后结晶处理技术、烟道处理法。其原理是将脱硫废水经过前期处理后送至空气预热器和布袋除尘器之间的烟道内，高温烟气产生的热量能够蒸发废水液滴，蒸发后残留的少量固体结晶盐随着烟气进入布袋除尘器的输灰系统，与电厂粉煤灰一起运走。其具体工艺流程为：

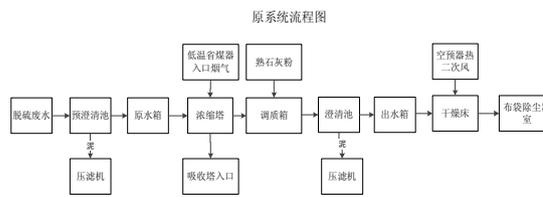


图 2

脱硫废水经由废水旋流器，含固量为 2% 的低密度溶液进入预澄清池，其中大颗粒的污泥沉淀在底部，由污泥输送泵送至压泥机进行压泥，顶部清液溢流至原水池存装。原水箱中废水经过原水输送泵输送至浓缩塔，从引风机后约增压风机引出约 130℃ 的烟气在浓缩塔中对废水进行浓缩，主要是高温烟气对废水中的水份进行蒸发实现浓缩，废水中的氯离子、硫酸根离子、镁离子不断富集。达到一定密度后输送到调质箱进行调节 PH 值，调质后的废水固体物硫酸盐和氯盐等盐份，再输送至澄清池中进行固液分离。底部污泥由压泥机压成泥后拉走，顶部清液则溢流至出水箱。出水箱中存有的脱硫废水含有的重金属杂质为易溶于水的氯离子等，经

过浓缩后的氯离子浓度较高, 由干燥供给泵输送至干燥床内。干燥床内的干燥热源为 300℃ 的空预器热二次风由下而上, 和喷入床内的废水相接触, 使废水中的水分蒸发。干燥床内存有惰性载体粒子, 该惰性载体粒子由于高温热风的因素一直处于流化状态。当脱硫废水蒸发后形成的盐分附着在惰性载体粒子的表面, 通过惰性粒子之间的碰撞研磨后, 从惰性载体表面脱落, 被气体携带离开干燥床, 通过气体作用流向布袋除尘器, 和粉尘一起由输灰系统输送至灰库。整个脱硫废水零排放系统流程简单明了, 过程中不外排一滴脱硫废水, 达到零排放要求。而且, 整个过程只消耗消石灰一种化学药品。

脱硫废水零排放系统的设计原则是采用低成本烟气余热进行浓缩和低成本热风干燥。设计废水处理量为 5m³/h, 采用增压风机后高温烟气作为废水浓缩热源, 浓缩倍率按 12 进行设计。采用锅炉热二次风进行废水干燥, 干燥后混盐含水率按 5% 设计。干燥后的混盐随着二次风进入布袋除尘器, 与烟尘一起被收集回收。

2.2 废水零排放系统运行分析

本厂脱硫废水零排放系统实际运行中和理论设计相差无几。运行中的核心部分为浓缩和干燥部分, 吸收塔氯离子控制在 20000mol/L 以下运行。当脱硫废水进入浓缩塔内, 浓缩塔配有两台浓缩循环泵, 从低温省煤器入口过来的锅炉尾部 130℃ 左右的烟气在塔内由下至上流动, 浓缩循环泵把废水液体从上而下喷淋, 高温气和水接触过程中直接蒸发水分, 氯离子在塔内不停的浓缩, 设计塔内氯离子浓度可达到 250000mol/L。但是, 在实际运行中, 废水原水池中的废水并不能保证完全清澈, 预澄清池没有任何加药处理, 完全按自然规律沉淀, 脱硫废水经过预澄清池时存在一定的沉淀时间, 短时间断地向原水池溢流浆液可以保证溢流的废水为清液, 如果连续 3 h 以上运行, 预澄清池中的废水由于条时间扰动会产生浊液, 导致至废水原水池的废水会存在一定的悬浮混浊。所以, 当浓缩塔的氯离子达到 250000mol/L 时, 废水浆液的密度会相当高, 加上干燥床的设计工艺只是处理废

水盐分, 如果过多的杂质进入将会造成干燥床处理负荷加大, 严重时坏干燥床设备。因此, 正常运行时浓缩塔以控制废水溶液的密度为 1300mg/m³ 左右, 氯离子浓度可以达到 180000mol/L。脱硫废水经过干燥床内的空气预热器 300℃ 的热二次风干燥后形成盐分进入布袋除尘器。浓缩塔排出浆液按 10% 的含固率计算, 正常运行时废水处理量为 1m³/h, 干燥后形成 0.1 吨的含固物, 我厂平均每小时产灰 42 吨, 废水含盐量在灰中的比率为 0.2%, 此比率对灰的质量影响不大。

干燥床内进浆流量不能太大, 设计流量为 1 1m³/h, 浆液在床内突遇 300℃ 的热二次风会被瞬间干燥, 如果瞬时流量太大会由于有些浆液来不及公散而造成浆液在床内干燥床板结, 干燥床温差过大, 惰性粒会不规则跳动, 影响干燥床干磨程序, 床压无法下降。干燥床内设置有多个温度测点, 运行中可根据多个测点间的温差变化判断干燥床内部情况。温差过大, 说明干燥床内浆液及惰性粒子分布不均匀, 存在板结现象。经过运行及化验数据分析, 废水零排放系统投入时间越长, 吸收塔内浆液氯离子的含量显著下降, 且电厂确无废水外排, 说明废水零排放技术投入运行工况良好。

结束语: 随着国家对节能环保加大了重视力度, 针对各行各业的污染排放标准以及与环保相关的法律法规也相继制定, 特别是在海南这种生态文明大省, 对于环保的重视程度尤为为重要。而火电企业在其燃煤电厂生产运行中针对脱硫废水的应用, 实现了脱硫废水零排放的环保标准, 有效推动了火电行业节能环保的健康发展。废水零排放处理工艺的使用会越来越广泛。

参考文献:

- [1]邢铁辉, 熊斌, 杨宏斌. 浅谈燃煤电厂脱硫废水零排放处理工艺[J]. 电站系统工程, 2012, 28(6): 73-75.
- [2]马双忱, 于伟静, 贾绍广, 等. 燃煤电厂脱硫废水处理技术研究与应用进展[J]. 化工进展, 2016, 35(1).
- [3]余晓利, 潘卫国, 郭士义, 等. 燃煤电厂湿法烟气脱硫废水零排放技术进展[J]. 应用化工, 2018.