

脱硫废水旋转雾化器在电厂中的应用

杨中彪 刘 烨 贾忠皓

华电国际电力股份有限公司天津开发区分公司, 天津 300270

[摘要]随着我国对环保和废水排放要求越来越严格, 电力企业实现脱硫废水零排放的需求越来越迫切, 减排和近零排放成为必然趋势。在华电国际天津开发区分公司循环流化床锅炉背压机组上开展了脱硫废水零排放研究工程。即独立干燥塔技术废水经过高速旋转的雾化器在其产生的离心力的作用下雾化成液滴, 后与从脱硝出口引出的热烟气进行充分的热交换, 利用烟气的热量将脱硫废水蒸干, 干燥产生的大颗粒固体物质从喷雾干燥塔底部的灰斗收集后通过输灰系统至电除尘灰斗中; 小颗粒固体物质经喷雾干燥塔干燥后的尾气进入电除尘进口与烟气一同处理。该工程经过了调试与实际运行, 实现了脱硫废水零排放, 可以为其他电厂提供新的思路。

[关键词] 废水零排放; 独立干燥塔技术; 实际应用

DOI: 10.33142/hst.v6i3.8546

中图分类号: X70

文献标识码: A

Application of Rotary Atomizer for Desulfurization Wastewater in Power Plant

YANG Zhongbiao, LIU Ye, JIA Zhonghao

Tianjin Development Zone Branch of Huadian Power International Electric Power Co., Ltd., Tianjin, 300270, China

Abstract: With the stricter requirements for environmental protection and wastewater discharge in China, the demand for power enterprises to realize zero discharge of desulfurization wastewater is becoming more and more urgent, and emission reduction and near zero discharge have become an inevitable trend. The research project of zero emission of desulfurization wastewater was carried out on the back pressure unit of circulating fluidized bed boiler in Huadian Power International Tianjin Development Zone Branch. That is, the wastewater from the independent drying tower is atomized into droplets by the centrifugal force generated by the atomizer rotating at high speed, and then fully exchanges heat with the hot flue gas led out from the denitration outlet, and the desulfurization wastewater is evaporated by the heat of the flue gas, and the large-particle solid substances generated by drying are collected from the ash hopper at the bottom of the spray drying tower and then sent to the electrostatic precipitator through the ash conveying system; The tail gas dried by the spray drying tower enters the electrostatic precipitator inlet and is treated together with the flue gas. After debugging and practical operation, the project has realized zero discharge of desulfurization wastewater, which can provide new ideas for other power plants.

Keywords: zero discharge of wastewater; independent drying tower technology; practical application

引言

在我国约 85%以上的工业脱硫都选择石灰石-石膏湿式法烟气脱硫工艺, 主要因为其较低的运行成本和高效的脱硫率。湿式法烟气脱硫工艺需要排放一定量的脱硫废水来保证系统的正常运转。传统的脱硫废水处理工艺即“三联箱”技术处理后的废水无法回收再利用, 把具有强腐蚀性、高含盐性等特性的废水排入自然水系, 将会造成严重的环境污染。随着国家环保节能政策的日趋严格, 脱硫废水如何处理已经变成燃煤企业面临的重要难题, 传统的脱硫废水处理工艺已无法满足当下国家对环保的要求。近年来国内脱硫废水处理领域实施的高盐废水蒸发结晶处理技术存在设备容易结构复杂、系统复杂、运行检修技术水平比较高等问题。而利用烟气对脱硫废水进行高温蒸发处理, 该技术占地面积小、投资和运行费用低、无结晶盐产生及处理问题、进水要求较低、对锅炉效率无影响、系统简单、可以实现废水零排放。因此, 受到了越来越多的关注。

1 技术对比

1.1 传统废水处理

传统废水处理即“三联箱”技术, 经过中和、沉降、絮凝和澄清等过程对脱硫废水进行处理。优点是技术相对成熟、运行业绩丰富, 但是不能实现废水零排放、投资和运行费用高、产生污泥等废物, 并且处理后的污水仍需要控制管理、无法应对今后越来越严格的政策和排放标准。

1.2 蒸发结晶技术

石灰石-石膏脱硫系统产生的高含盐污水, 可以通过蒸发结晶技术来实现废水零排放。蒸发结晶的技术核心是蒸发, 目前国内外常用的蒸发技术主要有: 多效蒸发、热力蒸汽再压缩蒸发、机械蒸汽再压缩蒸发以及降膜式机械蒸汽再压缩循环蒸发等^[1]。但是其占地面积大、需要热源(蒸汽等)、投资和运行费用高、低品位盐回用困难, 设备易结垢腐蚀、系统复杂、运行管理复杂、运行检修技术水平高等问题是其制约发展的原因。

1.3 直接烟道蒸发

通过废水与热烟气的有效接触,利用烟道烟气的热量将雾化后的脱硫废水进行蒸发。但是该技术可消纳废水量小、受锅炉负荷影响大、对烟气参数及烟道布置条件要求较高、易产生积灰和腐蚀,增加锅炉运行风险。

1.4 独立干燥塔技术

在干燥塔内利用烟气热量将雾化后的废水蒸发,该技术具有占地面积小、投资和运行费用低、提高下游除尘效率、产生固体随灰回收、减少脱硫系统补水、进水要求较低、系统简单、运行管理简单、可以实现废水零排放的优点。但是对机组热效率略有影响、增加除尘设备负荷、处理量有限制。

2 废水零排放工艺介绍及工艺流程

2.1 工艺介绍

抽取脱硝 SCR 出口少部分烟气至干燥塔,脱硫废水喷入干燥塔,在干燥塔内利用烟气热量将雾化后的废水蒸发,干燥塔出口烟气进入除尘器入口烟道;蒸发结晶物随灰尘一起进入除尘器。本厂设置三套喷雾干燥装置,每台炉一套。脱硫废水零排放系统在机组 50% 负荷时达到废水处理量 3t/h,在机组 70% 负荷时达到废水处理量 4.5t/h,机组 BMCR 及 BMCRT 时达到废水处理量 6t/h。每台机组脱硫废水零排放系统年利用小时数 6500 小时,年运行小时数不少于 8000 小时,处理后烟气湿度在要求范围,干燥塔底部干渣含水率小于 2%。零排放装置与机组运行方式相匹配,能在锅炉负荷波动时处于稳定的运行状态。脱硫废水零排放系统应确保在保证机组安全性的前提下,能处理消耗每台机组的最大脱硫废水量。

表 1 干燥塔烟气参数

序号	名称	单位	工况 1	工况 2	工况 3	备注
1	机组负荷	MW	165	250	350	
2	干燥塔入口					
2.1	烟气量	Nm ³ /h	30265	41804	46108	标态、湿基、实际 O ₂
2.2	烟气量	m ³ /h	67909	96445	117070	实际态
2.3	烟气温度	°C	334	349	388	
2.4	压力	KPa	-1.22	-1.56	-5.00	
2.5	烟气含尘浓度	g/Nm ³	17	17	17	
3	干燥塔出口					
3.1	烟气量	Nm ³ /h	33998	47404	53575	标态、湿基、实际 O ₂
3.2	烟气量	m ³ /h	53361	74701	88201	实际态
3.3	烟气温度	°C	150	150	150	
3.4	压力	KPa	-1.596	-1.996	-6.260	
4	空预器差压	kPa	0.292	0.342	1.2	
5	废水处理量	m ³ /h	3	4.5	6	

表 2 废水参数

序号	水质项目	单位	数据	备注
1	废水处理量	m ³ /h	6	BMCR 工况
2	含固量	%	1%~5%	
3	Cl 含量	mg/L	20000	
4	pH		4.5~6.0	

2.2 工艺流程

石膏旋流器部分溢流→废水旋流器给料箱→废水旋流器给料泵→废水旋流器→溢流至废水储存箱→废水缓冲泵→喷雾水箱→喷雾水泵→蒸发塔→底流回溢流箱

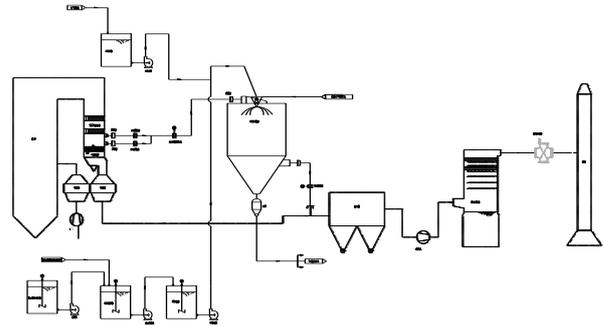


图 1 脱硫废水零排放系统流程示意图

3 主要系统

3.1 烟道系统

烟道自脱硝出口与一级省煤器入口之间锅炉尾部烟道至电除尘入口烟道连接处的整个烟风道系统及设备。

3.2 干燥塔

每台炉设置一座喷雾干燥塔,碳钢制作,喷雾干燥塔由圆柱体和圆锥体上下两部分组成,热烟气和废水均从塔顶部进入干燥塔内,干燥后的烟气从锥体的上部离开干燥塔,大颗粒固体物从塔底部进入仓泵。塔壁厚度不小于 8mm,塔径 8m,竖直段高度 10m,锥斗角度 60°。

3.3 旋转雾化器

旋转雾化器的基本原理是,将石灰石-石湿式脱硫系统产生的废水经过废水旋流器分离后由脱硫废水泵送至高速旋转的雾化盘,在雾化盘产生的高速离心力的作用下,废水伸展为薄膜或被拉成细丝(取决于转速和浆液量),在雾化盘边缘破裂分散为液滴。液滴的大小取决于旋转速度和浆液量^[2]。

本项目每台雾化器配置变频电机,并配置变频器,雾化器的转速在 10000~16000rpm,可根据变频器调整,喷射出的雾滴平均直径为 10~60 微米。为使进液能平稳均匀地从供液管分配至雾化盘,在主轴下端靠近雾化盘处,装有配液用专用零件,雾化盘为圆盘型,圆盘直径为 200~250mm 之间。

3.4 烟气分布器

烟气分布器设置在喷雾干燥塔的顶部,烟气分布器的作用是使引入的热烟气均匀地进入干燥塔中,与雾化液滴

有效地混合,使水分迅速蒸发。烟气分布器上装有一定夹角的导风板,用来控制热烟气的流向,使雾滴与热烟气的混合达到合适要求,提高雾化效率^[3]。

3.5 输灰系统

每台干燥塔灰斗正下方设置一套输灰系统,间断清理干燥塔灰斗内积灰,通过灰斗下方仓泵,输送至电除尘主输灰管道,主要包括:仓泵、手动进料阀、气动进料阀、气动阀门、管道及仪表等。每套输灰系统设置仓泵一台,输灰量 1.5t/h。

4 调试过程中遇到的主要问题及解决方案

4.1 废水流量与设计值偏差过大

在#1 脱硫废水零排放系统出入口烟道挡板门远方及就地均已确认为全开状态,在出入口烟道挡板门已全开,废水雾化塔进风量已达到最大的情况下废水处理量仍未达到设计值。经排查,排除因测点不准导致流量过低,继而判定是因脱硫废水零排放系统入口烟气流不足无法将脱硫废水彻底蒸发导致。排查后发现烟道入口处与锅炉人孔门位置重合,原设计直径 1000mm 入口烟道开口被直径 600mm 人孔门预留孔遮挡,导致#1 废水零排放入口风量不足。将#1 雾化器入口烟道扩至 1000mm 后,雾化塔入口烟气流由 1.3 万 m³/h-1.6 万 m³/h 增加至 3.3 万-3.6 万。在机组 60%BRL 工况下入口烟气流 3.2 万 m³/h,干燥塔出口烟气流温度 178℃,废水流量 2.35t/h。

4.2 干燥塔积灰严重

脱硫废水零排放输灰系统灰斗温度与干燥塔第三层及出口温度偏差过大,停运废水零排放系统后开人孔检查发现废水零排放系统干燥塔中心筒、塔壁及灰斗底部积灰严重。

4.2.1 干燥塔中心筒结垢

干燥塔中心筒结垢,此现象说明有未蒸发的雾滴与中心筒接触从而形成液流并与烟气中挟带的粉尘混合形成结垢。通过旋转雾化器后的废水伸展为薄膜或被拉成细丝在干燥塔中未被烟气蒸发主要有两个原因。一个是入口烟气流不足,使得部分废水形成水蒸气与中心筒接触逐渐形成污垢。二是干燥塔塔径往往根据最大负荷量时的最大雾距作为设计依据。发生结垢现象是因为运行中雾化器雾距大于塔径导致。旋转雾化器位于干燥塔顶部中心筒中。中心筒直径小于雾化器雾距导致烟气未将雾滴蒸干就与中心筒内壁接触形成液流,液流与烟气中粉尘融合形成结垢。

调整导流板角度并将雾化器下移至中心筒外,此时雾化器具有足够的空间使烟气将雾滴蒸干,进而改善干燥塔中心筒结垢现象。

4.2.2 干燥塔塔壁结垢

干燥塔塔壁积灰严重说明塔内主反应区位于塔体下部和塔壁。影响塔内主反应区位置的因素有脱硫废水喷入量、导流板角度、雾距大小、废水水质以及入口烟气流温度和烟气流。随着脱硫废水喷入量的增加,主反应区同时向塔体下部和塔壁方向偏移。随着导流板角度减小,高温区呈现下移趋势。雾距的大小和均匀度与废水给液量成正比,与雾化盘转速成反比^[4]。废水水质影响主反应区主要以废水悬浮物为主要因素废水 PH 值和废水 TDS 为次要因素。调整废水旋流器压力降低废水悬浮物含量、根据烟气流场,调整雾化器导流板角度、适当减少废水喷入量以保证废水零排放系统长期稳定运行。

5 结论

由于国家强化了对各类水污染的治理力度,减排和近零排放已然成为必然的趋势。近年来,废水零排放已经逐渐成为业内关注的热点。本文介绍了独立干燥塔技术的原理、各系统组成和工艺流程。阐述了在调试过程中遇到的问题及解决方法,可以为其他火电厂提供新的处理方法和思路。

[参考文献]

- [1]陈政.前端处置在蚀刻液制备铜盐产品中的应用分析及废水零排放的探讨[J].广东化工,2020(19):107-110.
 - [2]吴燕琦,张小可.南山垃圾电厂旋转喷雾干燥脱硫法的优化设计[J].中国环保产业,2004(5):32-33.
 - [3]陈昊.脱硫废水零排放技术在扬电公司的应用[J].机电信息,2019(27):89-90.
 - [4]于伟静.脱硫废水蒸发处理系统研究[D].北京:华北电力大学,2016.
- 作者简介:杨中彪(1968.9-),男,东北电力大学,本科,热能与动力工程,华电国际天津开发区分公司,副总经理,工作年限 33 年,高级工程师;刘焯(1988.10-),男,济南大学,本科,材料物理,华电国际天津开发区分公司,维护部副主任,工作年限 13 年,高级工程师;贾忠皓(1995.11-),男,哈尔滨理工大学,本科,电气工程及其自动化,华电国际天津开发区分公司,运行部灰硫主值,工作年限 5 年,助理工程师。