

烧结机脱硫塔浆液氯离子含量高的原因分析及控制

刘俊 周宏仲 陈宇锋

新余钢铁集团有限公司

[摘要] 针对烧结机脱硫塔浆液氯离子含量高造成的危害和原因进行了分析, 采取了改变废水旋流器和石膏旋流器溢流管走向、改造废水池管路、加大浆液的流通能力, 加快脱硫塔浆液置换等措施控制浆液中氯离子富集, 为脱硫正常生产提供了保障。

[关键词] 脱硫塔; 氯离子; 含量高; 原因分析; 控制措施

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.1591

某钢厂烧结机脱硫系统9月初建成投产, 该脱硫系统采用“石灰石-石膏”湿法脱硫工艺。入口烟气流速 $2 \times 1080000 \text{ m}^3/\text{h}$, 入口二氧化硫浓度 $2500 \text{ mg}/\text{m}^3$, 入口粉尘浓度 $100 \text{ mg}/\text{m}^3$, 要求出口二氧化硫排放浓度达到 $70 \text{ mg}/\text{m}^3$ (标以下), 出口粉尘排放浓度达到 $40 \text{ mg}/\text{m}^3$ (标) 以下。脱硫塔内设置四层喷淋系统, 一级管式除雾器+三级屋脊式除雾器。脱硫系统刚投入生产时, 各系统运行正常, 脱硫塔出口二氧化硫及粉尘排放浓度达标。但随着生产的推进, 脱硫塔浆液开始出现起泡现象, 而且泡沫越来越多, 脱硫效率也不断下降。经对脱硫塔内浆液跟踪化验检测, 发现浆液中的氯离子含量直线上升, 最高时近 $4 \text{ mg}/\text{L}$ 。(表1)

表1 改造前脱硫塔浆液中氯离子含量

检测次数	检测时间	氯离子含量 (mg/L)
1	9月15日	8578.23
2	9月30日	16548.40
3	10月15日	27346.69
4	10月30日	39586.08

一、氯离子含量高造成的危害

(一) 降低脱硫效率, 增加运行成本。

由于在湿法脱硫系统浆液中, 氯离子大多以氯化钙的形式存在, 氯离子浓度提高, 意味着钙离子浓度也会提高, 在同离子效应的作用下, 这将抑制石灰石的溶解, 降低液相的碱度, 从而影响到脱硫塔内的化学反应, 降低了脱硫效率。同时, 随着脱硫塔浆液氯离子含量的增加, 浆液的性质会发生改变, 浆液会产生大量气泡, 产生虚假液位, 使运行人员难以判断塔内液位高度, 影响脱硫生产正常运行。带有大量气泡的浆液还可能产生溢流, 进入脱硫塔入口烟道和增压风机处, 对入口烟道和风机产生腐蚀, 同时造成烟道流通能力减少。为了确保烟气外排达标, 不得不增加脱硫剂供浆次数和提高液气比, 浆液循环泵运行台数由原来的三台增加到四台, 使得浆液循环系统电耗增加, 大大增加了运行成本, 而且造成原三用一备的循环泵无备用泵, 增加了生产运行安全风险。

(二) 腐蚀脱硫塔及塔内金属构件。

脱硫塔由碳钢制作, 塔内壁涂刮 $2 \sim 4 \text{ mm}$ 防腐玻璃鳞片。由于氯离子具有极强的渗透能力, 氯离子很快就会渗透至玻璃鳞片未压实气孔处。不断富集的氯离子降低了浆液的pH值, 对塔壁形成强烈的腐蚀, 造成气孔处塔壁发生点蚀穿孔 (图1) 浆液外流, 污染环境, 影响正常生产。而且, 氯离子还对耐腐蚀性强、材质为双相不锈钢的脱硫塔搅拌器叶片、浆液循环泵等设备造成严重腐蚀 (图2), 大大缩短了其使用寿命, 增加了设备备件成本。搅拌器叶片腐蚀致其部分缺失, 会影响塔内浆液的搅拌效果, 塔内浆液可能会出现局部沉淀。而且, 还会

影响氧化空气与浆液的充分混合, 降低了石灰石的溶解, 不利于浆液各化学反应进程, 妨碍亚硫酸钙的氧化, 妨碍石膏晶体的均匀成长。浆液循环泵的腐蚀, 会造成循环泵出力降低, 致使浆液循环泵给浆量减少, 脱硫反应液气比降低, 脱硫效率下降。随着泵体及叶轮的损坏程度的加剧, 浆液会在泵入口处沉积, 增加了塔内结垢、腐蚀的风险, 同时泵体和管道的振动也会加剧, 系统安全运行降低。



图1 脱硫塔壁点蚀



图2 脱硫塔搅拌器叶片腐蚀

(三) 造成脱硫石膏脱水困难并影响石膏品质。

脱硫浆液中的氯离子主要与钙离子形成氯化钙而存在, 氯化钙易结合水分子形成带四个甚至六个水分子的产物, 从而导致脱硫石膏脱水困难。而且, 氯离子本身体积大, 会影响石膏晶粒的长大, 影响石膏品质。体积相对较大的氯离子的存在, 还会堵塞自由水在石膏晶粒之间的排水通道, 同样会导致石膏脱水困难。脱硫塔浆液中氯化物浓度升高, 会抑制二氧化硫溶解生产亚硫酸氢根, 引起石膏中碳酸钙含量增大, 氯离子含量增加, 石膏脱水性能下降, 石膏品质恶化。如果想得到更高品

质的石膏，就需要大量增加冲洗水量，使整个系统形成恶性循环，并且进入脱硫废水中的氯离子含量大幅增加，废水处理难度增大。

二、造成氯离子含量高的原因分析

(一) 脱硫塔回流水使用较多，导致浆液中氯离子的富集。

本脱硫石膏脱水系统中的废水旋流器和石膏旋流器溢流管均接至脱硫塔，使脱硫塔排出浆液又大量回流，浆液得不到处理，氯离子在塔内不断富集。

(二) 石膏旋流器入口阀门选型偏小。

石膏旋流器入口阀门通径为DN32mm，拆开旋流器入口管，发现入口阀门通道由于浆液中石膏的凝结，通道变窄，流通能力大大减小，导致脱硫塔浆液排出量减少，氯离子不断富集。

(三) 处理后的废水未被及时消化。

废水经化学加药等处理后全部回收利用，先输送至废水池，再用泵打至烧结配料室作生石灰消化加湿水用。由于存在生产、烧结原料湿度的起伏及设备故障，脱硫废水有时不能得到及时消化，造成废水池满溢，脱硫塔内浆液也不能及时排出，导致氯离子富集。

(三) 脱硫前烧结机机头静电除尘器运行工况不佳。

在脱硫塔浆液氯离子含量高的同期，烧结机机头静电除尘器总共16个电场其中有6个电场发生短路或运行工作电流、电压低。这造成烧结烟气在未正常除尘的情况下便进入了脱硫塔，进入脱硫塔的烟气中含有大量的氯化物粉尘，从而导致塔内浆液氯离子富集。

三、控制脱硫塔浆液氯离子高的措施

(一) 改变废水旋流器和石膏旋流器溢流管走向。

将废水旋流器和石膏旋流器溢流管原回至脱硫塔走向改至滤液水箱，使溢流水进入废水处理系统处理外排，减少排出浆液中氯离子的回流。

(二) 改大石膏旋流器入口阀门。

将石膏旋流器DN32mm入口阀门改为DN40mm阀门，加大浆液外排的流通能力，及时排放废水来降低脱硫塔浆液中氯离子、重金属离子、有机物、悬浮物、及各种杂质的含量，加快脱硫塔浆液置换，减少氯离子的富集，避免因氯离子、杂质等逐渐累积导致脱硫塔浆液“中毒”，造成脱硫率下降、起泡溢流现象的发生。

(三) 改造废水池管路，实现所有脱硫废水池间的互联互通。

通过借助新增泵、管道及三通等手段，将烧结区域脱硫所有废水池相互串联起来。通过统一调配，实现了废水的互通，杜绝了因生产、烧结原料湿度的起伏及设备故障致废水无法及时排出、脱硫塔浆液氯离子富集情况的发生。同时，为加大脱硫废水的排放，新增一根从废水池至炼铁高炉冲渣池管道，用于高炉铁水冲渣，保证脱硫废水足量排放。

(四) 改造废水输送水泵取水点。

原水泵取水点在废水池淤积的底部，管道经常出现堵塞造成断流。现将水泵取水点改在废水池顶部插入水深二分之一处取水，并在水泵前水管上增加清水冲洗管路，从而有效地防止了管道堵塞，确保了管路畅通，确保了脱硫废水的消化。

(五) 控制进入脱硫塔水量。

将脱硫区域设备冷却水及雨水外排，严禁进入浆液循环系统，确保脱硫塔系统水平衡。合理使用滤液水，缩短滤液循环时间。

(六) 做好烧结机机头静电除尘器的维护。

利用烧结机停机机会对静电除尘器进行检修，固定脱落的阴极线，对极板、极线及绝缘瓷套进行清理，确保静电除尘器完好投入运行，防止带有大量氯化物的粉尘进入脱硫塔。

(七) 加强对塔内浆液氯离子含量的定期化验检测。

改原每周对浆液氯离子含量化验一次为每三天一次，强化对浆液氯离子含量的掌控，一旦发现浆液氯离子含量有上升趋势时，立即分析、查找原因，采取正确方法，将浆液氯离子含量降低。

四、效果

经上述改造，增大了脱硫废水排放量和石膏浆液脱水量，有效消除了氯离子在脱硫塔内的不断累积，脱硫塔浆液中氯离子含量从原来的近4万mg/L降为1.4万mg/L左右，从而大大减轻了浆液对脱硫塔、塔内构件及搅拌器等设备的腐蚀。同时，脱硫效率也得到了提高，由原来的92%升高到98%，减少了脱硫剂供浆次数，降低了生产成本；投入运行循环泵的台数由原来四台减为二台，大大降低了电耗及备件费用，石膏品质也得到大大提高。

表2 改造后脱硫塔塔浆液中氯离子含量

检测次数	检测时间	氯离子含量 (mg/L)
1	11月15日	13725.00
2	11月22日	14573.28
3	11月29日	13642.86
4	12月6日	14842.73

参考文献:

- [1] 郭东明. 脱硫工程技术与设备 (第三版). 化学工业出版社, 2019.
- [2] 董军涛. 烧结半干法脱硫技术的应用. 河南冶金, 2018-10-15.
- [3] 曹晓满; 石荣桂. 湿法脱硫石膏脱水系统设计优化研究. 环境工程, 2013-08-30.
- [4] 刘凯辉; 刘黎伟; 聂海涛. 烟气湿法脱硫石膏脱水系统的优化改进及应用. 华电技术, 2017-07-25.
- [5] 陈岩. 宣钢烧结脱硫废水工艺改造. 冶金动力, 2020-07-15.

作者简介: 刘俊 (1968—), 男, 汉族, 江西新余, 大学, 高级技师, 从事铁矿烧结生产及环保方面的工作, 地址: 江西省新余市渝水区冶金路1号, 新余钢铁股份有限公司烧结厂。

周宏仲 (1994—), 男, 助理工程师, 从事铁矿烧结生产及设备管理方面的工作。

陈宇锋 (1996—), 男, 助理工程师, 从事铁矿烧结生产及设备管理方面的工作。