

# 控制 700 kt/a 制酸系统尾吸出口 SO<sub>2</sub> 超标的研究与实践

金川集团股份有限公司化工厂 甘肃金昌 张曦文 彭国华 迟栈洋 宋莹 费中芙

**[摘要]** 分析了造成 700 kt/a 硫酸系统尾吸出口 SO<sub>2</sub> 超标的原因,采用提高转化工序转化率来降低进入尾吸的 SO<sub>2</sub> 含量,以及提高尾吸碱液利用率,使尾吸出口 SO<sub>2</sub> 含量得以有效控制,缓解了环保压力,为制酸系统尾气达标排放提供了保障,实现了良好的环保效益。

**[关键词]** 冶炼烟气 硫酸 尾吸排放 环保

## Research and Practice on Controlling 700 kt / a sulfuric acid system end suction outlet sulfur dioxide

Xiwen Zhang, Guohua Peng, Zhanyang Chi, Ying Song, Jinfu Fei

(Chemical Plant attached to the Jinchuan Group Co. Ltd., Jinchang, P.R.China, 737100)

**Abstract:** Analysis of the resulting 700 kt / a sulfuric acid system suction outlet end of SO<sub>2</sub> reasons, the use of the conversion process to improve the conversion rate to reduce the absorption of SO<sub>2</sub> into the tail content, and to improve the utilization of end suction lye to make the tail suction outlet SO<sub>2</sub> content can be effectively controlled to ease the environmental pressure for exhaust emissions standards acid system has provided a guarantee to achieve a good environmental benefits.

**Keywords:** Smelt smoke, Sulfuric acid, Last suction discharge, Environmental protection

金川集团有限公司(以下简称:金川公司)化工厂700 kt/a制酸系统系富氧顶吹镍熔炼配套工程,该系统采用湿法净化洗涤、两转两吸转化工艺、碱液吸收尾气的工艺。尾气吸收采用液碱(30%的NaOH溶液)吸收外排的烟气,确保外排烟气SO<sub>2</sub>含量达到国家标准400mg/Nm<sup>3</sup>。随着环保形势的日益严峻,公司要求制酸系统尾吸外排烟气SO<sub>2</sub>含量时时达标。

### 1 700 kt/a 镍冶炼烟气制酸系统尾吸排放现状及原因

#### 1.1 尾吸排放现状

金川公司化工厂 700 kt/a 冶炼烟气制酸系统主要处理镍系统中富氧顶吹镍熔炼炉的烟气。尾吸工序采用液碱(30%的 NaOH 溶液)吸收外排的烟气,确保外排烟气 SO<sub>2</sub> 含量达到国家标准 400mg/Nm<sup>3</sup>。影响尾吸出口 SO<sub>2</sub> 含量超标主要因素有:①转化率低;②碱液利用率低;③设备、

设施故障；④CEMS 在线监测计量错误。影响尾吸排放因素分布见图 1。

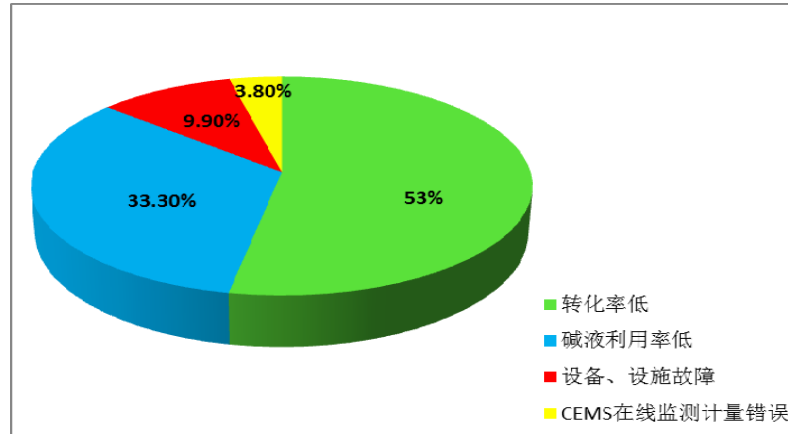


图1 影响尾吸出口SO<sub>2</sub>含量因素

制酸系统中，冶炼烟气经湿法洗涤、两转两吸后，没有被转化的 SO<sub>2</sub> 进入尾吸，经碱液吸收后排放。700 kt/a 硫酸尾吸设计气量为 354361Nm<sup>3</sup>/h，设计烟气 SO<sub>2</sub> 浓度为 0.02~0.21%。从图 1 看出：转化率低时造成尾吸超标，约占总超标次数的 53%；碱液利用率低造成尾吸超标，约占总超标次数的 33.3%。由设备、设施故障造成尾吸超标，约占总超标次数的 9.90%；CEMS 在线监测计量错误，约占总超标次数的 3.8%。转化率低和碱液利用率低占影响 700 kt/a 制酸系统尾吸出口 SO<sub>2</sub> 超标次数的 86.3%，是造成尾吸超标的主要原因。因此，700 kt/a 冶炼烟气制酸系统提高转化率和碱液利用率就能大幅控制尾吸出口 SO<sub>2</sub> 超标的情况。

## 1.2 尾吸出口 SO<sub>2</sub> 超标原因

### 1.2.1 转化率低

#### 1) 触媒失活现象严重，总体转化率低

700 kt/a 浓度不能达到系统要求，导致转化器内三、四层温度升幅只有 3~4℃左右，尤其是转化三层温度长时间持续在 350℃~380℃左右（该触媒活化温度为 380℃，生产中要求控制在 420℃左右以保证所有触媒的高活性），触媒上下层温度倒挂，三层触媒不反应，粉化现象严重，致使整体转化率只有 97%~98.6%。

#### 2) 外热交存在不同问题，造成转化热量不平衡

700 kt/a 转化III外热交是一吸塔出口 SO<sub>2</sub> 烟气与三层 SO<sub>3</sub> 进行热量交换的设施，冷热介质温差最大，且一吸塔出来的烟气中夹带酸雾较高，造成壳程积酸现象严重；同时，风机出口烟气中含水高造成管程酸冷凝温度提高，造成管程中冷凝算较多，设施状况极差，换热管腐蚀损坏严重，多次修补后封堵的换热管较多，换热面积又减小约 8.5%，造成换热效率降低；换热管束间隙长期受酸泥阻塞，SO<sub>2</sub> 烟气通道堵塞严重，烟气流流量减小，换热效率大大降低，系统热平衡难以维持，并逐渐形成恶性循环。

### 1.2.2 碱液利用率低

尾吸工序的加碱工艺是将碱液从循环槽的槽盖上加入，通过立式泵将碱液输送至尾吸塔，加碱、循环、排液同时进行，造成碱液停留时间过短，并且尾吸循环液在吸收 SO<sub>2</sub> 的过程中需适当开路，以降低循环液的盐份含量，如此以往混合不均，不能充分反应，造成碱液的利用率低。

## 2 改进措施

### 2.1 转化率问题

金川公司化工厂 700 kt/a 制酸系统处理镍顶吹炉冶炼烟气。根据冶炼烟气气量大、浓度高的特点，转化工段设计采用了 3+1/IV. I - II. III 转化换热流程。工艺流程见下图 2。

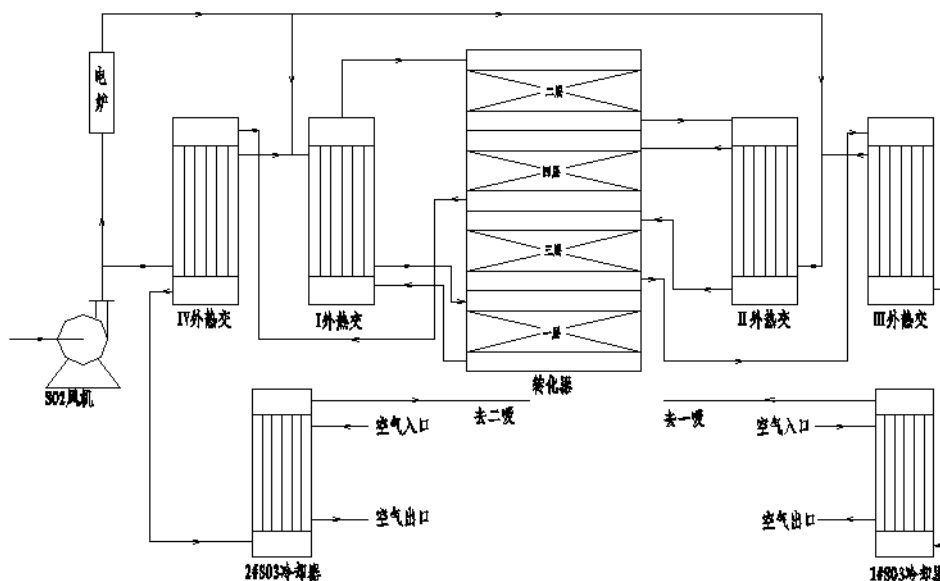


图 2 700 kt/a 制酸系统转化工艺图

#### 2.1.1 添加触媒，优化转化率

触媒的填装高度是由气量和接触时间决定的。触媒填装量依照产量比率进行计算的。700 kt/a 制酸系统运行时间已长，最初转化器内触媒情况如下表 1 所示。

表 1 700 kt/a 制酸系统转化触媒初设情况

700 kt/a 触媒使用情况				
触媒	型号	数量(m <sup>3</sup> )	填装高度(cm)	分配比(%)
一层触媒	VK38	102.6	57	22
二层触媒	VK38	115.2	65	24
三层触媒	VK48	126.6	71	27
四层触媒	VK38	125	70	27

单从触媒对转化率的影响来讲，我们结合生产的实际状况，为系统寻求触媒的最佳填装高度和填装量，依照计算 700 kt/a 触媒的填装量为 490~560m<sup>3</sup>，结合自身生产的实际条件，并依照核算情况对 700 kt/a 触媒进行了筛分、更换及增添。2014 年 9 月份，700 kt/a 年检期间，对三层触媒进行添加孟莫克 XLP 触媒 27m<sup>3</sup>，对四层触媒进行增添 16m<sup>3</sup>。目前 700 kt/a 触媒的各层填装

量和填装高度见下表 2。

表 2 700 kt/a 制酸系统转化触媒现使用情况

700 kt/a 触媒使用情况				
触媒	型号	数量(m <sup>3</sup> )	填装高度(cm)	分配比(%)
一层触媒	VK38	102.6	57	20
二层触媒	VK38	115.2	65	22
三层触媒	VK48	154	86	30
四层触媒	VK38	141	79	27
转化率	≥99.5			

目前 700 kt/a 转化触媒的填装量为 512.8m<sup>3</sup>，增加了触媒的填装高度，延长了烟气与触媒的接触时间，最终提高了转化率。就目前 700 kt/a 的转化率来看，一直稳定在 99.3%以上。

此外，在添加触媒时选用了强度适中的环状触媒，环状触媒的优势在于其强度适中、阻力小，降低了触媒层的压损，且不易产生触媒粉末。依照触媒的活性随着年限衰减的事实，定期筛分、添加、更换高性能的触媒以保证转化率也显得极为重要。

### 2.1.2 提升外热交换热效果，维持转化热平衡

首先对III外热交壳程内的酸泥进行彻底清理，进入壳程内部检查外热交缩放管的腐蚀情况，对腐蚀较轻的进行注胶处理，腐蚀严重的进行堵管处理；对滑板上部进行防腐处理；从上下人孔进入管程对缩放管进行检查，对堵住的缩放管进行通管处理，不能疏通的进行短管盲死；对壳程底部腐蚀的管子进行通入 φ41×3，300mm 长的小管进行补焊处理，共处理 1175 根；短管双头盲死管道计 177 根。

## 2.2 碱液利用率问题

### 2.2.1 加碱方式优化

2014 年 9 月份年检时，将尾吸加碱管改至尾吸塔循环槽上液管处，碱液经尾吸循环泵随循环液进入循环槽，由于循环液的流动、搅动效果，使碱液与循环液混合的更充分，改造前后入图 3、图 4。

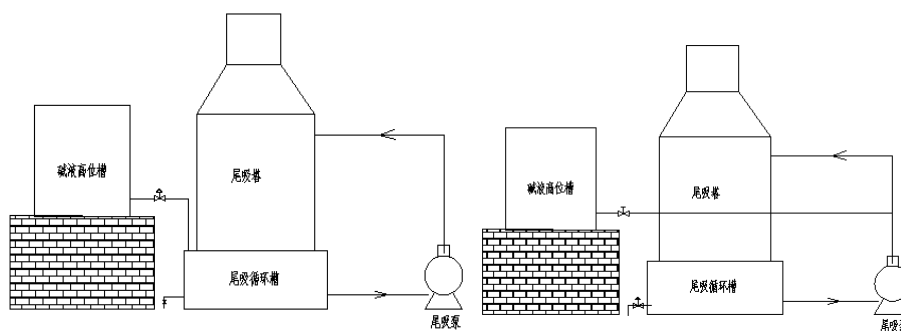


图 3 改造前

图 4 改造后

### 2.2.2 尾吸排放优化

在尾吸循环液排液口增加自动阀，自动阀通过循环液 PH 值控制，即 PH 值 $\geq 7$  时，自动阀关闭，尾吸工序暂不排液，PH 值 $< 7$  时，自动阀打开进行排液，延长碱液在循环槽内的停留时间，使碱液充分吸收 SO<sub>2</sub> 烟气饱和后，再进行排放。

### 3 运行效果

700 kt/a 制酸系统转化工序可谓是硫酸系统生产中最重要的一环，措施实施后，不仅优化了制酸系统转化工序的热平衡、延长了触媒的使用时间、提高了系统转化率。系统转化三层出口触媒不反应、温度低的状况得到明显改善；3#外热交管程内的冷凝酸由原来的成股状流出到现在的以滴进行计算，冷凝酸量大幅度降低，更利于保护 3#外热交设施的稳定运行；转化率由原来的 99%提升到 99.5%以上。尾吸加碱及排放方式优化后，提高了碱液利用率，耗碱量有所降低，尾吸状况得到了较大的改善。

### 4 结语

目前环保压力较为严峻，尾气需做到实时达标排放是首要问题，针对 700 kt/a 制酸系统的实际情况，采取的一系列措施，取得了较为显著的效果，为今后生产中尾吸的控制上起到借鉴作用。

### [参考文献]

- [1] 刘少武, 齐焉, 刘东, 等.硫酸工作手册[M].南京: 东南大学出版社, 2001: 612-667.
- [2] 汤桂华, 赵增泰, 郑冲.化肥工学丛书: 硫酸[M].北京: 化学工业出版社, 1999: 350-355.
- [3] 沙业汪, 孙仲坡等, 硫酸工艺设计手册[M], 化工部硫酸工业科技情报中心站, 1990 年 6 月: C53572
- [4] 王志翔, 硫酸生产加工与设备安装新工艺新技术及生产过程分析质量检测新标准实用手册[M], 吉林音像出版社
- [5] 陈五平.无机化工工艺学硫酸与硝酸.化学工业出版社, 1989.6
- [6] 汤桂华.化肥工业丛书硫酸.化学工业出版社, 1999.5

作者简介: 张曦文, 女, 金川集团股份有限公司化工厂, 主要从事硫酸生产工作。

电话: 18609353066; E-mail: hgzxw@jnmcc.com.