

硫酸尾气脱硫项目中常见问题的解决措施

苏州海基环能科技有限公司 颜利明 陈卓 熊理想 甘基陆

1 概述

2013 年我国硫酸产能已达 1.2 亿吨，产量约为 8500 万吨，排放SO₂10 多万吨，SO₂年排放总量占全国总排放量的 0.4%，占化工行业排放总量的 9.0%，是化工行业中较大的排放污染源。

2013 年 10 月 1 日起，硫酸企业执行《硫酸工业污染物排放标准》(GB 26132-2010)，大气污染物排放浓度限值SO₂≤400 mg/Nm³，重点控制区硫酸企业执行大气污染物排放浓度特别限值SO₂≤200 mg/Nm³。目前，硫酸行业尾气二氧化硫排放状况并不乐观，能够达到排放SO₂新标准的硫酸企业不多，大型硫磺制酸尾气二氧化硫排放浓度在 500mg/Nm³，小型的硫铁矿制酸和冶炼烟气制酸二氧化硫排放高达 800 mg/Nm³，个别企业甚至达到 1000 mg/Nm³以上。

这项与国际接轨的新标准，将推动硫酸生产全行业的设备改造和技术升级。硫酸企业需要因地制宜，在综合考虑技术成熟度、脱硫剂来源、副产物出路，以及投资运行成本等因素的基础上，谨慎选择合适的尾气脱硫方案。

上世纪七、八十年代，国内硫酸企业普遍采用“一转一吸+尾吸”的工艺流程；后来随着二转二吸的推广，不再采用尾气脱硫；最近几年，采用“二转二吸+尾吸”工艺流程的硫酸企业越来越多。目前部分硫酸尾气脱硫工程中普遍存在一些问题，个人认为做好脱硫工程，要稳妥解决好以下几方面的问题。

2 硫酸尾气脱硫项目中常见问题

2.1 脱硫风机位置的选择

硫酸系统安装尾气脱硫装置后，整个脱硫系统的阻力约为 2~3kPa，对于主鼓风机无风压余量的硫酸装置，需增设脱硫风机。脱硫风机置于二吸收塔出口，由于介质是干燥尾气，对风机防腐无特殊要求；脱硫风机置于脱硫塔出口，脱硫尾气含大量水分，需考虑风机防腐处理。

2.2 尾气的预冷却

出二吸塔的干燥尾气温度的 75℃左右，而脱硫操作要求在 60℃左右进行，在进入脱硫塔之前对尾气采用直接喷水增湿进行预冷却，对提高尾气脱硫效率、保护脱硫塔有明显效果。

2.3 脱硫系统阻力降

脱硫系统阻力降包括：

$$\Delta P(\text{总}) = \Delta P(\text{脱硫塔}) + \Delta P(\text{除雾器}) + \Delta P(\text{管道})$$

脱硫系统阻力降越低，意味着系统节能效果越好。因此阻力降指标是选择脱硫塔和除雾器的重要参考标准。选型不当，系统阻力降可能会增加约 50%。

“超重力法深度脱硫技术”可采用气液并流操作。此种情况下，超重力设备相当于一台增压风机，不仅不产生阻力降，反而可增加部分冗余压力，节能效果非常显著。

2.4 吸收液成份控制

循环吸收母液中含有亚硫酸氢盐、亚硫酸盐和硫酸盐，亚硫酸氢盐不吸收SO₂，硫酸盐主要是由吸收液吸收尾气中SO₃的生成，起吸收作用的是亚硫酸盐，为保证较高的尾气吸收率，循环吸收母液pH值应控制在 5.5-6.5，碱度控制在 0.4-0.6 mol/l。

2.5 除雾效果控制

硫酸尾气湿法脱硫运行过程中，脱硫塔内易产生粒径为 10~60 μm 的液滴微雾，微雾中不仅含有水分，还溶有SO₂、硫酸、硫酸盐等。如不将这些微雾妥善解决，水分随着温度降低将在烟道中形成稀酸液，造成烟囱烟道严重腐蚀及“降酸雨”。因此，在脱硫塔顶部出口处要采用除雾器处理酸雾，保证除雾后尾气中残余的水分不超过 100mg/Nm³。

硫酸尾气脱硫可选用波纹板除雾器、丝网除雾器、复档除沫器或电除雾器，可安装在塔的圆筒顶部或塔出口烟道上。波纹板除雾器除雾效率高、压降较低、易于冲洗、便于维修；丝网除雾器不但能滤除悬浮于气流中的较大液沫，而且能滤除较小和微小液沫，且聚丙烯 PP 丝网耐酸碱性能好，且成本较低；复档除沫器具有操作稳定、阻力小、除沫效率高等优点；电除雾器具有除雾效率高、阻力小、性能稳定的优点。

2.6 管路堵塞

硫酸尾气湿法脱硫工艺中，如工艺参数控制不当，会造成脱硫塔、除雾器和管道结垢和堵塞。

防止结垢和堵塞的方法有：选择表面光滑、不易腐蚀的材料制作脱硫塔等设备；及时补充脱硫剂，控制溶液的 pH 值；及时对脱硫塔、除雾器及管道用水冲洗，控制溶液的密度，保证溶液中易于结晶的物质不要过饱和。

2.7 防腐问题

硫酸尾气经过脱硫后，二氧化硫含量大大减少。但由于湿法脱硫处理后，尾气中湿度增加，随着温度降低，尾气中残余的三氧化硫容易在设备和管道的内壁结露，形成腐蚀性很强的稀硫酸，这就是造成脱硫塔及有关设备腐蚀相当严重

的主要原因。

解决的方法主要有：采用耐腐蚀材料制作吸收塔，如采用不锈钢、玻璃钢、硬聚氯乙烯等制作脱硫塔及有关设备；设备管道内壁涂敷防腐材料，钢制烟囱需要防腐处理，可以在烟囱内壁涂刷防腐涂料。

2.8 脱硫液的后处理

硫酸尾气脱硫后，还必须对富含亚硫酸盐和硫酸盐的脱硫液进行适当的处理，回收和利用脱硫液中的亚硫酸盐和硫酸盐，避免造成二次污染。

合理的处理技术是废物资源化。例如氨法脱硫工艺中，可将脱硫液中的亚硫酸铵氧化成硫酸铵，作为化肥使用；钠法脱硫工艺中，可将脱硫液中的亚硫酸钠做成固体亚硫酸钠产品；钙法脱硫工艺中，可以将脱硫液中的亚硫酸钙转化成硫酸钙（石膏）。

2.9 自动化控制问题

湿法脱硫工艺中，需要及时调节新鲜脱硫剂的补充量、脱硫液外排量，为精确控制，应尽可能对关键参数采用自动控制系统。主要模拟量控制回路包括 pH 值-脱硫剂补充量控制回路、脱硫液密度-外排连锁回路、循环槽液位-除雾器冲洗连锁回路。

3 超重力法深度脱硫技术的特点

“超重力深度脱硫技术”是北京化工大学教育部超重力工程研究中心潜心 30 多年研究成果“超重力过程强化技术”在尾气脱硫领域的创新应用。于 2011 年 9 月，通过中国石油和化学工业联合会的成果鉴定，包括三名院士在内的专家鉴定委员会一致认为：“超重力法深度脱硫技术成果创新性突出，达到国际先进水平。”

“超重力法深度脱硫技术”的核心优势包括：

- (1) 系统启停方便，可在 30 分钟内达到稳定状态；
- (2) 土建要求低，施工量为塔式脱硫系统的 1/2；
- (3) 较小的操作液气比，降低吸收液循环量，节省运行电耗；
- (4) 设备体积仅为高塔的[~]15%，特别适合空间布置紧凑的项目改造；
- (5) 针对风机压头不足工况开发的超重力并流脱硫装备可以实现整个系统“零”压降（并流操作时），不需增设引风机；
- (6) 4000mg/Nm³ 入口浓度条件下，一级脱硫即可满足达标排放（ $\leq 200\text{mg}/\text{Nm}^3$ ）；

由上述内容可知，选用超重力脱硫技术可完美解决普通脱硫工艺中压降高、运行费用高的问题，特别适用于尾气中二氧化硫浓度高，一级脱硫难以达标排放；

工厂空间制约性强，难以布置多级高塔的脱硫项目。

4 结束语

期望通过催化剂提高转化率当然是一劳永逸的办法，但目前看来催化剂短期内要有所突破很困难，更多的还是考虑进行硫酸尾气治理，脱硫首选方案应该是以废制废，这样成本会比较低，硫酸企业应因地制宜，综合考虑技术成熟度、脱硫剂的来源、副产物的出路以及投资运行成本等经济问题，选择合适的尾气脱硫工艺。

对硫酸尾气脱硫一些问题，本人提一些解决方法，供硫酸企业参考。

【联系方式】

苏州海基环能科技有限公司 颜利明：18015625860；0512-69221500-812
email: 18015625860@163.com