

甘肃稀土 204 车间稀土焙烧

尾气深度处理装置主要非标设备的设计要点

王 兵 (甘肃稀土新材料股份有限公司, 甘肃 白银 730922)

李冬梅 (中国瑞林工程技术股份有限公司, 江西 南昌 330031)

摘要: 在稀土焙烧所产生的尾气具有较大的危害性, 因此稀土焙烧尾气处理非常重要。在文中, 就甘肃稀土 204 车间稀土焙烧尾气深度处理装置主要非标设备的设计进行了介绍, 希望为稀土焙烧尾气处理提供借鉴。

关键词: 稀土; 稀土焙烧; 尾气处理

1 项目概况

甘肃稀土新材料股份有限公司 204 车间稀土焙烧尾气深度处理项目由中国瑞林工程技术股份有限公司总承包, 采用壳牌 CANSOLV 再生胺吸收解吸脱硫技术对预处理后的稀土焙烧烟气中的二氧化硫进行回收, 产生的高纯 SO_2 采用一转一吸工艺制取工业硫酸回用至稀土焙烧工序, 实现了硫资源的循环综合利用。脱除 SO_2 后的烟气从尾气烟囱达标排放, 尾气排放 SO_2 浓度小于 $150\text{mg}/\text{Nm}^3$, 项目具有良好的环境效益和社会效益。

2 工艺说明

本项目处理烟气量设计值为 $40000\text{Nm}^3/\text{h}$, 烟气 SO_2 浓度平均 $40000\text{mg}/\text{Nm}^3$, SO_2 回收率达到 99.5% 以上, 主要由烟气预洗涤、烟气脱硫、烟气制酸和废水处理等工艺系统所组成, 主要工艺流程见图 1。

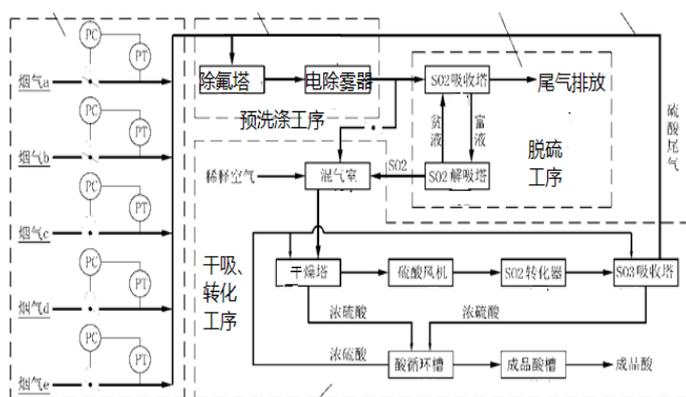


图 1 工艺流程示意图

2.1 烟气预洗涤工序

烟气预洗涤采用“除氟塔 + 电除雾器”的流程, 对回转窑焙烧烟气进行预洗涤, 以满足脱硫系统的要求。烟气预洗涤产生的含氟酸性废水经脱吸塔脱除 SO_2 后送至废水处理系统。

2.2 烟气脱硫工序

经过预洗涤后的回转窑烟气进行烟气脱硫工序, 烟气脱硫采用可再生胺吸收 - 解吸工艺, 脱硫后的烟气达标排放, 脱硫解吸产生的高浓度 SO_2 气体经配气稀释后送烟气制酸系统的干吸工序。

2.3 制酸干吸工序

干吸工序采用低位高效的干吸工艺技术对烟气进行干燥及转化后的 SO_3 烟气进行吸收。采用一级干燥、一级吸收、循环泵后冷却工艺与一次转化工艺相对应。一次吸收后的硫酸尾气返回预洗涤工序除去酸雾后, 再进入脱硫系统的 SO_2 吸收塔进一步脱除其中的 SO_2 。

2.4 制酸转化工序

转化工序采用一转一吸转化工艺, III → II → I 外换热流程, 由于本项目制酸规模很小, 不考虑转化系统热量回收, 设置 SO_3 冷却器用于控制进入吸收塔的烟气温度 180°C 左右。

3 非标设备清单

本项目对稀土焙烧尾气进行深度处理的同时生产工业硫酸, 产酸规模为 $27.14\text{kt}/\text{a}$, 相比于其他脱硫工艺, 整个深度处理装置技术先进、流程长, 设备多, 仅需要特殊设计的非标设备多达 26 台, 详细清单见表 1。

表 1 非标设备清单

子项名称	工艺实现	非标设备名称
烟气预洗涤	除氟、净化烟气	除氟塔、 SO_2 脱吸塔、硅酸钠溶解槽 (共计 3 台)
烟气脱硫	脱除 SO_2 气体解吸出高浓度 SO_2 气体	SO_2 吸收塔、 SO_2 解吸塔、富胺罐、贫胺罐、回流液收集槽、蒸汽冷凝液槽、浓碱贮槽、碱液稀释槽、胺液回收地下槽、除盐水槽、阳离子交换柱、阴离子交换柱 (共计 12 台)
制酸干吸	干燥 SO_2 烟气、吸收 SO_3 气体	SO_2 干燥塔、 SO_3 吸收塔、 SO_3 脱吸塔、干燥循环泵槽、吸收循环泵槽、干吸地下槽 (共计 6 台)
制酸转化	SO_2 转化成 SO_3	转化器、I 热交换器、II 热交换器、III 热交换器、 SO_3 冷却器 (共计 5 台)

4 主要非标设备设计说明

4.1 除氟塔

来自原有洗涤系统的焙烧烟气从塔下部进入除氟塔，与自上而下淋洒的稀酸在塔内填装的聚丙烯填料处进行传质传热，而后烟气温度降低，并脱除大量水分及氟、氯等杂质。设备规格： $\Phi_1 4000 \times 12900$ ；处理气量： $53000.0 \text{Nm}^3/\text{h}$ ；气体介质：含 SO_2 湿烟气；喷淋介质：稀硫酸（1%）。

除氟塔采用填料塔结构，塔体材质为 FRP，FRP 采用耐腐蚀乙烯基树脂；填料为散堆填料，装填高度为 4.2m，材质为 PP；分酸装置由分酸管和分酸槽组成，材质为 FRP；塔体底部为贮液槽，底部设计为斜坡，以便排尽酸泥。

4.2 SO_2 吸收塔

来自预洗涤系统的含 SO_2 烟气从塔下部进入 SO_2 吸收塔，与自上而下淋洒的贫胺液在塔内填装的规整填料处进行传质，脱除大量 SO_2 气体。设备规格： $\Phi_1 2800 \times 14980$ ；处理气量： $4000.0 \text{Nm}^3/\text{h}$ ；喷淋介质：贫胺液。

吸收塔采用填料塔结构，塔体材质为钢衬 FRP；内衬 FRP 采用耐腐蚀乙烯基树脂，衬里层总厚度 4mm；填料采用金属规整填料，填料高度 5.6m；分酸装置由进液分布管和液体分布器组成；填料支撑由格栅、支撑梁组成；吸收塔顶设置折流板除沫器；所有塔内件材质 S22053。

4.3 SO_2 解吸塔

来自 SO_2 吸收塔的富胺液经换热后进入 SO_2 解吸塔上部，自上而下淋洒的富胺液在塔内填装的规整填料处与自下而上的蒸汽进行传质，富胺液被汽提脱除大量 SO_2 转变成贫胺液。设备规格： $\Phi_1 1800 \times 21650$ ；工作介质：贫、富胺液及 SO_2 解吸蒸汽；喷淋介质：富胺液。

解吸塔采用填料塔结构，设两段填料，塔体材质为 S22053。填料采用金属规整填料，下段填料高度 3.83m，上段填料高度 1.7m；两段填料之间设置液体收集器；分酸装置由进液分布管和液体分布器组成；所有塔内件材质 S22053。

4.4 SO_2 干燥塔

内装瓷环填料，用于干燥从预洗涤及脱硫工段混合后的含 SO_2 湿烟气。湿烟气从塔下部进入，与从上部均匀淋洒下的浓硫酸在填料层接触。浓硫酸吸收烟气中的水份而使湿烟气变成干烟气。干燥过程产生的微小酸沫被上升烟气夹带，在穿过塔上部的丝网除沫器时，绝大部分被捕集。除沫后的烟气经主鼓风机送往转化工段进行转化。设备规格： $\Phi_1 1998 \times 12054$ ；处理气量： $13695.0 \text{Nm}^3/\text{h}$ ；喷淋介质： H_2SO_4 （95%）。

该设备为立式圆筒形，由钢外壳、内衬砖体、填料支承装置、瓷填料、分酸装置、丝网捕沫器等组成。钢外壳由钢板焊接而成，其中圆筒体、平底为 Q235A，除沫器段壳体为 316L；内衬由耐酸瓷砖砌筑而成，在钢壳与砖体之间衬 3mm 厚的石棉板；填料支承的结构为：

塔体截面内均匀架设高铝瓷质条形梁，梁上铺一层瓷格栅；填料为瓷质散堆填料，填料高度 3.5m；分酸装置采用管式分酸器，材质为铁素体单项耐蚀合金；捕沫器采用金属丝网捕沫器，两级除沫，材质为 316L；酸出口采用套管，材料为耐酸合金。

4.5 SO_3 吸收塔

用于处理从转化工段送来的含 SO_3 烟气。烟气从塔下部进入，与从上部均匀淋洒下的浓硫酸在填料层接触。浓硫酸吸收烟气中的 SO_3 ，其中的 H_2O 与 SO_3 反应生成硫酸。吸收过程产生的酸雾被上升烟气夹带，在穿过塔上部的高效纤维除雾器时，绝大部分被捕集。设备规格： $\Phi_1 1998 \times 14400$ ；处理气量： $12385.0 \text{Nm}^3/\text{h}$ ；喷淋介质： H_2SO_4 （98%）。

该设备为立式圆筒形，由钢外壳、内衬砖体、填料支承装置、瓷填料、分酸装置、纤维除雾器等组成。钢外壳由钢板焊接而成，其中圆筒、平底、顶盖为 Q235 钢，壳体局部内衬 316L 不锈钢；内衬由耐酸瓷砖砌筑而成，在钢壳与砖体之间衬 3mm 厚的石棉板；填料支承的结构为：塔体截面内均匀架设瓷质条形梁，梁上铺一层瓷格栅；填料为瓷质散堆填料，填料高度 3.5m；分酸装置采用管式分酸器，材质为铁素体单项耐蚀合金；除雾器采用圆筒形高效纤维除雾元件；酸出口采用套管，材料为耐酸合金。

4.6 转化器

将烟气中 SO_2 转化成 SO_3 的作业， SO_2 烟气经过干燥并加热到 420°C 以上后，进入转化器，经过触媒的催化反应将烟气中的 SO_2 气体转化为 SO_3 气体。转化后的 SO_3 气体送入吸收塔。设备规格： $\Phi_1 3000 \times 12239$ ；处理气量： $12864.0 \text{Nm}^3/\text{h}$ 。

设备为立式圆筒形反应器，它由底板、筒体、中心立柱、转化床、支撑孔板、隔板、烟气进出口等组成。设备内部设有两层隔板，转化床三层，转化床层主体结构（自下而上）为：支撑孔板 + 耐火瓷球 + 触媒 + 耐火瓷球；筒体由钢板焊接而成，底部为裙座，顶部为球顶；设备底板、隔板、支撑孔板采用弧形板结构，以解决设备因受热、冷却而产生的径向伸缩问题，同时节省材料；中心立柱采用不锈钢钢管制作，主要起支撑作用；各转化层烟气进口设置了气体导向板，以改善气体分布，同时对气体进口和筒体起到加强的作用。设备高温段即第一、第二层转化层采用不锈钢制作，第三层采用碳钢制作以节省投资。

5 使用情况及总结

本项目在建设单位、监理单位和各施工方的协力配合下，中国瑞林工程技术股份有限公司的项目管理团队精心组织、科学管理，克服了施工过程中重重困难，迎风沙、战酷暑，高质量安全圆满地完成了施工安装工程，全部非标设备严格按照设计要求进行检验检测，自 2017 年 10 月份投产以来没有出现腐蚀泄露等质量事故，实现了项目的质量目标要求。