

移动床干法烟气脱硫技术在焦炉烟气处理中的应用

石新华（陕西黄陵煤化工有限责任公司，陕西 延安 727307）

摘要：本文结合陕西黄陵煤化工有限责任公司炼焦车间实际情况，对移动床干法烟气脱硫技术的工艺流程、脱硫效果和环保影响进行分析。

关键词：干法脱硫；焦炉烟气；工艺流程；脱硫效果

1 绪论

陕西黄陵煤化工有限责任公司现有两组 2×65 孔 TJL5550D 型 5.5m 捣固焦炉，目前系统焦炉烟气采用 SCR 脱硝工程、余热回收、热备系统、氨法脱硫工艺最终脱硫塔顶达标排放，因湿法脱硫存在检修频繁，运行周期短，达不到环保要求，目前已经无法满足生产需要。本文主要介绍了陕西黄陵煤化工有限责任公司新建干法脱硫项目通过二套移动床干法脱硫装置，采用目前的新型脱硫剂干法脱硫工艺，满足焦炉烟气硫含量 $< 30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、尘含量 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 排放标准的同时实现干烟排放。

2 工艺流程及系统组成

2.1 工艺流程

移动床干法脱硫技术的工艺流程是通过把脱硫剂用吨包输送到脱硫塔的塔顶，然后用电动葫芦将吨袋送至每个仓室顶部，使用人工打开吨袋，使脱硫剂自动通过仓顶的进料口填充在脱硫塔内。这样来自焦炉的烟气进入脱硫塔后，水平穿过脱硫剂，脱硫剂中的碱基与 SO_2 发生化学反应，脱掉 SO_2 。烟气经过净化后从脱硫塔的侧面出口排出，再经由引风机输送到脱硝系统。脱硫剂从底部排出，此时上部存留的新鲜脱硫剂补充至仓室内，确保脱硫剂始终充满仓室，从而保证烟气穿过脱硫剂。脱硫塔中的脱硫剂自上而下移动，从而保持脱硫塔上部的脱硫剂始终为最新的，经使用一段时间后从脱硫塔下部排出。反应后产物通过塔底脱硫剂排出阀排出，然后通过刮板机将使用过的脱硫剂运送至废料仓，再通过废料仓卸料阀把废脱硫剂卸至原脱硫剂的包装袋，最后通过运输车外运进行处置。

2.2 干法脱硫系统组成

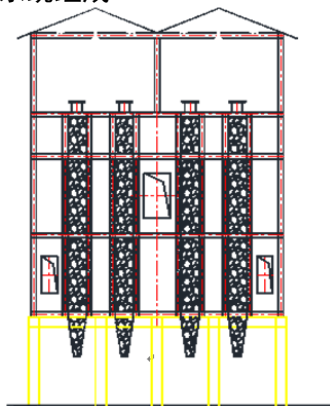


图1 脱硫塔简图

脱硫系统工艺由烟气系统、吸收塔系统等组成。脱

硫塔系统简图 1 所示。

2.2.1 烟气系统

脱硫烟气从脱硝反应器入口烟道处取气，脱硫系统设计进出口切断阀，同时在脱硝入口烟道设置旁通阀。当干法脱硫系统运行时，打开脱硫进出口烟道上的阀门，关闭脱硝旁通阀。使烟气进入干法脱硫系统，脱硫和烟气送至脱硝反应器。当干法脱硫系统检修时，打开脱硝旁通阀，关闭脱硫进出口挡板门，使烟气直接排入脱硝系统，不影响焦炉正常生产。干法脱硫烟气系统流程如图 2。

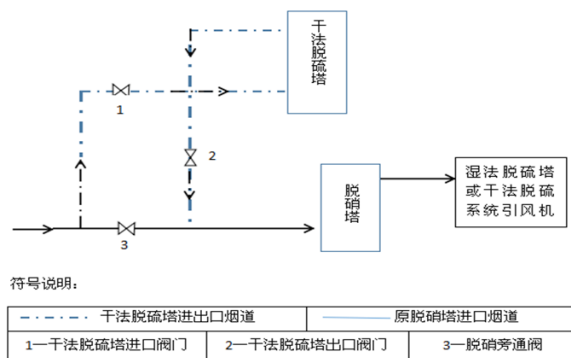


图2 干法脱硫烟气系统流程图

2.2.2 脱硫系统

脱硫系统由脱硫剂供给排出装置、脱硫塔等构成。脱硫剂供给装置主要设备是电动葫芦。利用电动葫芦将吨袋脱硫剂送至脱硫塔顶端，然后人工打开吨袋送入脱硫塔内，脱硫剂根据运行工况自上而下移动，新脱硫剂自顶端注入。脱硫剂排出装置为脱硫剂由塔底的卸料阀排放至刮板机，然后通过刮板机统一输送至废料仓。废料仓满后通过底部卸料阀将废脱硫剂装袋，然后打包定期外运。脱硫塔是对烟气中的 SO_2 进行脱除的主体装置，吸收塔是移动床层式，由上下两部分移动层构成，上层部分为主吸收塔，下层部分为前置吸收塔。脱硫剂从塔上部向下部通过重力移动期间，去除烟气中的粉尘和 SO_2 。考虑到粉尘的堵塞及附着、各移动层的烟气入口侧的脱硫剂采用百叶窗构造，脱硫塔局部详图如图 3。脱硫剂在 $120\sim 380^\circ\text{C}$ 温度范围内，可更好地吸收 SO_2 。在烟气中有 NO_x 、 O_2 、 H_2O 共存的情况下， SO_2 的吸收明显加快。最终， SO_2 将被脱硫剂化学吸附，随脱硫剂更换时排出塔外。

脱硫塔采用 6 分仓，可实现 5 用 1 备，实现装填脱硫剂离线操作及脱硫剂在线交换运行，同时，满足焦炉

装置 0~120% 调整变化, 保证烟道气达标排放。

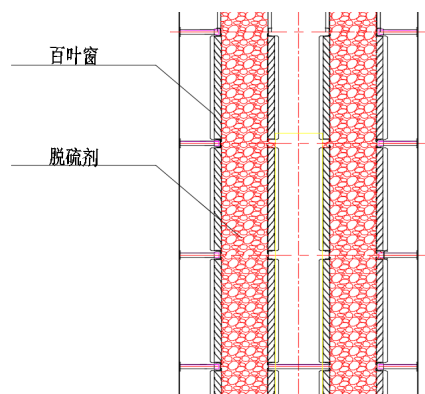


图 3 脱硫塔局部详图

2.2.3 除尘装置

由于脱硫剂在运输及输送的过程中会造成部分粉碎, 故有一部分粉尘出现, 如果此尘带入烟气, 会导致脱硫效率下降, 脱硫塔压损增大, 并对烟气颗粒物达标不利, 同时会产生粉尘无组织排放, 因此需对脱硫系统的部分装置进行除尘。粉尘主要集中在塔顶脱硫剂入口附近、塔底脱硫剂出口等部位。这些部位的粉尘统一经除尘器收集, 回收至烟气脱硝装置进口负压管道内, 并定期清理。

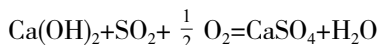
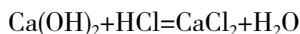
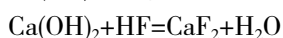
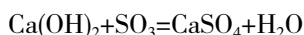
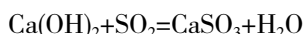
2.2.4 脱硫剂

脱硫剂主要成分为氢氧化钙、氧化钙、硅藻土、粘接剂等。由高温煅烧成直径约 6mm, 长度约 3~6cm 的颗粒体脱硫剂。本脱硫剂脱硫效率高, 利用率高, 使用温度范围广, 120~380℃ 温度范围均为活性范围内。脱硫剂具有高强度、高硫容的特性, 能够减少移动中破碎产生粉尘的可能性。同时高硫容能够用更少的脱硫剂吸收更多的 SO₂。

表 1 脱硫剂主要理化性能与技术指标

外观	白灰色条状物
主要成份	Ca 化合物 (75%)、特殊助剂等
规格 (mm)	Φ6× (3~20)
堆密度 (g/mL)	0.70~0.80
强度 (N/cm)	≥ 160
脱除率	≥ 95
硫容 %	≥ 25
堆密度	0.7~0.8kg/L
粉末率	< 2%
结块率	< 2%

反应原理:



脱硫废物的组分及含量:

CaSO₄ (50%), CaSO₃ (5%), Ca(OH)₂ (22%), 活性黏土 (23%)

3 脱硫处理前后各项参数对比

表 2 烟气参数

序号	参数	单组焦炉	备注
1	燃烧气体	焦炉煤气	
2	烟气量	32 万 Nm ³ /h	
3	总烟道烟气温度	260~360℃	
5	余热锅炉后烟气温度	约 190℃	
6	余热锅炉副产低压蒸汽	14t	
7	烟囱高度	145m	

表 3 烟气入口参数

序号	名称	单位	参数	备注
1	烟气含 SO ₂	mg/m ³ (标况)	150	折算后数据
2	烟气含 O ₂ 量		8%	
3	烟气含 H ₂ O 量		12%	
4	烟气含颗粒物	mg/m ³ (标况)	30	折算后数据

表 4 脱硫后烟气数据

序号	名称	单位	参数	备注
1	烟气含 SO ₂	mg/m ³ (标况)	30	折算后数据, 进口 SO ₂ ≤ 150mg/Nm ³ 工况下
2	烟气含颗粒物	mg/m ³	10	折算后数据, 进口颗粒物 ≤ 30mg/Nm ³ 工况下

4 环保影响

通过移动床干法脱硫技术将焦炉出口 SO₂ 浓度为 150mg/Nm³, 降至 30mg/Nm³ 以内, 脱硫效率 80% 以上, 同时利用原有焦炉烟气排放大烟囱自动监测装置, 连续自动监测烟气中的二氧化硫、烟尘、氮氧化物的排放量和排放浓度及其他烟气参数。从而可根据污染物的排放情况及时采取防治措施, 减轻对周围环境空气的污染。并能随时向环保监督部门提供污染物排放的可靠数据, 便于环保部门的监督和管理。本项目建成后大大降低了二氧化硫、NO_x、粉尘排放浓度, 达到排放限值。

5 结论

自本项目实施以来, 黄陵煤化工公司烟气量处理能力达到 320000.00Nm³/h, 经过脱硫系统后的焦炉烟道大气污染物排放限值出口二氧化硫浓度 ≤ 30mg/m³、颗粒物浓度 ≤ 10mg/m³。最大程度上降低了对大气环境质量的影响, 同时该装置技术经济指标先进, 设备技术经济性能优良, 装置投入运行后能长期稳定运行, 运行成本费用低 (经济、合理), 是一项焦炉烟气 SO₂ 达标排放优化升级的节能环保工程。

参考文献:

- [1] 周英贵. 回转窑窑尾烟气 SDS 干法脱硫除尘的优化分析 [J]. 耐火与石灰, 2021, 46(03): 5-9.
- [2] 李伟明, 张祖彬. 焦炉推焦烟气脱硫工艺探讨 [J]. 辽宁化工, 2021, 50(05): 703-705+708.
- [3] 郭小虎, 苟远波, 韩松, 杜文智, 吴迪, 李凯华. 半干法烟气脱硫技术在非电行业的应用 [J]. 中国环保产业, 2021(04): 41-44.

作者简介:

石新华 (1978-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 陕西富平人, 学历: 本科, 现有职称: 中级工程师, 研究方向: 化工。