

水煤气湿式氧化法脱硫设计过程中需注意的问题

张陈超（安徽华东化工医药工程有限责任公司，安徽 合肥 230000）

摘要：本文从工艺、设备及熔硫三方面对半水煤气湿法脱硫的设计进行论述。

关键词：水煤气；湿式氧化法脱硫设计；设备；工艺；熔硫

随着我国石油、天然气资源的匮乏及国家相关政策的变化，近年来我国的煤化工迅猛发展。硫作为一种组分，不管其含量的高低，在煤的利用方面对各种催化剂都有毒害作用。湿式氧化法脱硫做为煤气净化的传统工序，与低温甲醇洗相比其投资、设备材质的要求方面较低，而且能适应各种浓度的无机硫的脱除。在今后相当长的一段时期内，湿式氧化法还会存在。结合湿法脱硫的设计项目，现就湿法脱硫的设计方面谈谈个人看法。

1 设备

水煤气湿式湿式氧化法脱硫的实现操作，需要依靠良好、科学的设备运行来完成，并且设备运行的情况对最终脱硫的效果也有决定性的影响作用，为了保障脱硫反应效果能够达到理想的状态，就需要对设备的设计进行重点关注和优化，以此保证反应泡沫顺利生成，促进系统运行能够持续保持稳定状态。

1.1 脱硫塔

脱硫塔设备在整体反应系统当中的作用比较重要，在脱硫反应当中能够吸收酸性的气体，还能够将气液接触的吸收气相当中的硫化氢，比较迅速的吸收掉。吸收效率非常高，并且吸收之后再再生反应非常缓慢。同时该设备能够为脱硫反应的稳定运行提供一定的保障作用，在设备应用时需要气液接触面积、反应时间的充分性进行强化，还有溶液再生的速度提升也非常关键。

目前，脱硫塔设备的类型具有多样化特点，比较常用的类型为散装模式的填料塔，其设备运行原理比较简单易懂，操作具备良好的灵活性，运行的稳定水平较高，并且设备开发在比表面积、空隙率等方面也有了很大的突破。

一般脱硫塔填料为了更有利于脱硫液的分布，以三段装填为好，每段 5~6m，填料总高 15~18m，段间设气液再分布器。填料以散装聚丙烯 $\phi 76\text{mm}$ 鲍尔环为主，以防堵塔。

提高填料塔吸收效率，关键是要要求气液分布均匀，充分接触。入塔气、脱硫液的分布、段间气液再分配装置、除沫器和防涡板等部件设计合理。

推荐实际气速： $u=0.5\sim 0.9\text{m/s}$

脱硫塔的喷淋密度大于 $35\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，液气比大于 $15\text{L}/\text{m}^3$ 。喷淋密度过小，脱硫塔内容易形成干区，造成脱硫效率低，直接危害是脱硫塔硫堵，实际生产中严禁脱硫循环液随系统负荷的改变而调节，通常应控制在最大量。另一方面，脱硫塔填料底部目前许多企业采用

驼峰支撑板，其通孔率虽大于 100%，但由于在谷底部分不开孔，容易造成硫沉积，特别是在使用高硫煤时，煤气入塔进口上方 1m 处，易造成硫堵。为了减少脱硫塔发生硫堵或盐堵，散装填料底部支撑设计时基本都不采用驼峰支撑板，改用普通钢格栅板。

1.2 氧化再生槽

氧化再生槽设备的应用合理性保障也是促进脱硫系统反应质量提升的关键。该设备的运行原理为应用喷射器自动吸收空气，推动脱硫溶液氧化再生反应生成，对溶液的气提释放 CO_2 及硫泡沫的浮选。

自吸喷射器是氧化再生槽的心脏，对于设备的应用，开展加工与安装操作时，需要保持良好的耐心，并增强细心程度，保证操作精细化与准确度水平严格达到规范水准，若是没有达到精确水平，会导致设备运行的质量与速度严重降低，引发倒液、无法生成硫泡沫、悬浮硫含量过多等问题。

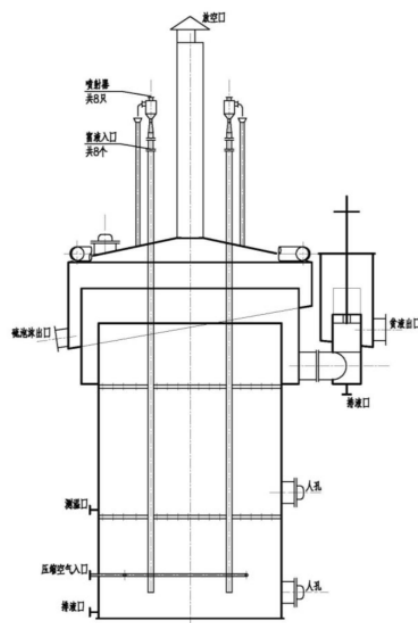


图1 氧化再生槽简图

为了更有利于硫泡沫的浮选，氧化再生槽设备结构主要由上层分布板和下层分布板组成，分布板主要是对脱硫液体当中包含的气泡结构进行分散处理，将大气泡转换成若干小气泡，并在气泡上升期间让其分散状态更加均衡，让硫颗粒能够顺利与气泡表面黏合，扩大气液的接触面，让整体动态过程保持稳定，保证硫泡沫浮选顺利实现。其中上层结构需与脱硫面保持 1~1.5m 距离，孔径参数为 $\phi 15\sim 20\text{mm}$ 、间距控制在 20mm，形状通常

设置为三角形进行排列,喷射器装置的尾管与再生槽底之间要间隔 60~80cm。

装置的有效高度值需要根据整体结构其他参数情况进行合理调整,有效高度指的是反应期间溶液的深度值,具体有效高度值的设定,要重点参考喷射器入口处脱硫液体的压力水平情况,富液泵扬程与槽直径也需综合考量,若是这两种参数较大的情况下,有效高度需要对应提高。为降低富液泵的动力消耗,宜选用扬程较小的。当喷射器入口液体的压力值大于 0.35MPa 并小于 0.5MPa 时,有效深度需要大于 5m 并小于 5.5m,此时设备吹风强度不能小于 $100\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。另外,设备反应运行期间,溶液在内部停留的时间一般控制在 15min 能够保证溶液反应的充分性。

1.3 富液槽

富液槽设备一般与脱硫塔装置相连接,负责短时间储存脱硫液,在整体脱硫反应设备系统中不属于主体结构,但也是不可或缺的设备结构,并且在暂时储存脱硫液体时,液体的脱硫反应还在持续运行,在持续反应期间脱硫液当中的硫化氢会转换成 HS^- ,之后能够将单质硫析出,脱硫液在富液槽中暂时储存的时长最少是 6min,才能保证 HS^- 离子析出的充分性。停留时间短, HS^- 来不及转化为单质硫,进入氧化再生槽则被氧化为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 Na_2SO_4 ,增加了脱硫液中副盐的含量。有的脱硫装置为节省投资将富液槽去掉是非常错误的。

富液槽的另一个设计要点为脱硫液在富液槽内不能形成短路,即下进下出,应保证脱硫液真正在富液槽内停留,否则富液槽形同虚设。

对湿法脱硫系统的设备,为减少脱硫液对设备的腐蚀,设计中应考虑选用 20# 钢,尽可能不用 Q235 普通碳钢。

2 工艺

首先,湿法脱硫从其运行压力来分有常压脱硫和加压脱硫。但是不管压力值水平如何,从整体角度看反应的工艺流程都比较简洁易懂,其中的反应原理却具有一定的复杂性,脱硫工艺的主反应与副反应之间存在相互交错的环节,氧化还原反应的实际效果也会受到多样化因素的影响,工艺流程的设计必须要保证合理性与完整性,才能保证各项反应环节的效果达到良好的状态,并能够保证脱硫系统的稳定性能够长时间的维持。

整体的脱硫反应系统必须要完成吸收、溶液再生与熔硫三个环节,并要保证完成的充分性,因而在工艺设计期间就需要对应达到以下三种条件水平。①煤气的净化需要做到位,尽可能的降低脱硫系统进出阶段的煤气粉尘与焦油含量,针对这一问题可以在进出口处应用静电除尘器进行优化;②在脱硫反应期间对于温度适宜性与恒定性的控制也需要做到位,可以在脱硫塔之前设置喷淋塔结构,用于控制反应期间的温度。同时脱硫之后煤气需要得到良好的净化,可以在脱硫塔之后再设置一个喷淋塔进行净化处理;③脱硫液的组成结构当中包含

副盐,这一成分的含量需要尽可能的降低,因而可以机械分离硫泡沫之后间歇熔硫,以此控制脱硫液的加热反应。

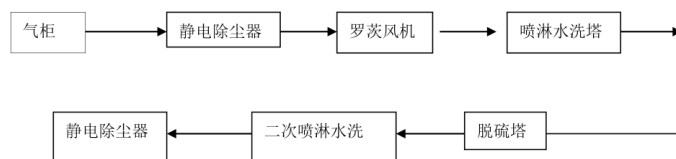


图2 半脱气相工艺流程图

脱硫反应期间,脱硫液是处于循环状态,从而实现与煤气之间接触的充分性。在这一过程中,水当中的离子物质会对脱硫反应产生一定的影响作用。因而在各项反应环节应用水时,需要应用软水,避免水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等离子反应沉淀。另外脱硫泵需要应用无冷却水的机械密封的类型。

3 硫泡沫处理

在以往熔硫处理期间,经常是以连续的方式进行,对于熔硫的废液处理也比较简单化,之后当熔硫液循环至脱硫系统时,会加剧副盐在脱硫液中的含量,也会导致氧化再生槽区域皂泡出现的概率增加,不仅不环保,对硫泡沫生成也有不良影响。如今环保意识的增强,硫泡沫处理时会先进行机械过滤,然后进行间歇熔硫。以此,硫泡沫处理之后硫膏水含量不会超过十分之四,熔硫负荷水平降低,对硫酸系统的不良影响大幅度减弱。除此之外,硫泡沫处理时,要在槽内设置搅拌装置,并且搅拌的速率不能低于 15r/min,也不能超过 20r/min。

湿法脱硫的运行管理是一项系统工程,要保证脱硫系统长周期稳定运行,硬件设施完善后,才能谈到系统管理。

参考文献:

- [1] 潘发明. 浅谈湿式氧化法脱硫装置的设计及管理 [J]. 化肥工业, 2012, 39(06): 64-66+72.
- [2] 王泽, 张先茂, 王国兴. 湿式氧化法脱硫工艺模拟装置的设计与应用 [J]. 工业催化, 2007(05): 37-39.
- [3] 周树峰, 郭雅红. 湿式氧化法脱硫的几个问题探讨 [J]. 中氮肥, 2010(02): 20-22.
- [4] 庞国石. 湿式氧化法脱硫常见问题的探讨 [J]. 杭州化工, 2008(03): 26-28.
- [5] 周大明, 李孟璐. 湿式氧化法脱硫的问题讨论 [C]// 全国化工合成氨设计技术中心站技术交流会. 全国化工合成氨设计技术中心站, 2012.
- [6] 季广祥. 氨作碱源湿式氧化法焦炉煤气脱硫机理刍议 [J]. 煤化工, 2011(6).
- [7] 黄苏河, 王海清. 影响湿式氧化法脱硫塔堵塞若干问题的讨论 [J]. 煤化工, 2019(3): 26-29.
- [8] 杜颖, 燕桂. 湿式氧化法脱硫液悬浮硫组分检测方法探讨 [J]. 氮肥与合成气, 2014(3): 5-7.
- [9] 梁锋, 徐丙根, 施小红, 等. 湿式氧化法脱硫的技术进展 [J]. 现代化工, 2003, 23(05): 21-24.