

# 火力发电厂脱硫废水深度处理工艺的应用

杨理

内蒙古蒙东能源有限公司鄂温克电厂

**[摘要]**国家节能环保理念的不断推广,推动了火电厂脱硫废水处理技术的发展。脱硫废水是火电厂废水处理的最后一道工序,单一的技术路线无法实现经济、社会效益的最大化。本文详细分析了火力发电厂脱硫废水深度处理技术。

**[关键词]**火力发电厂;脱硫废水;深度处理工艺

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1425

我国脱硫废水处理主要采用物化法。随着新发展理念提出,化学沉淀法已不能满足生态环保基本要求。另外,烟道蒸发处理技术在很多方面存在不稳定因素,但可尝试改进物化工艺等,以解决传统脱硫废水处理中的各种不达标问题,有利于实现脱硫废水的零排放。

## 一、脱硫废水来源

为保证火电厂的稳定运行,维持系统内容运行的平衡度,必须做好废水排放工作。从来源分析,这些脱硫废水主要来自浓缩器溢流液,通过深入分析研究,发现这些脱硫废水中重金属含量较高,若不能进行科学有效地处理,势必对生态环境产生影响,进而间接危害人类生命健康。

## 二、脱硫废水特点

首先,脱硫废水具有很强的腐蚀性。一般来说,这类废水含有大量的强酸、弱碱盐及工业废酸,虽然浓度不是很大,但它具有很强的腐蚀性。这些酸性物质不仅会对环境造成严重影响,还会对电厂的机械设备造成严重损伤;其次,脱硫废水含盐量较高,受废液中化学制剂影响,尤其是废液中含有大量强酸弱碱盐,对该工艺影响大。据电厂统计,电厂废水含盐量为每升三万毫克以上,与其他废水相比,含盐量较高;最后,脱硫废水硬度比较高,易结垢。工业脱硫废水中含有大量游离钙、镁离子,这些离子非常不稳定,对温度特别敏感。当温度升高时,这些钙和镁离子将结晶,即结垢。同时,这些高含量的钙、镁离子使脱硫废水具有很强硬度,会对电厂设备和脱硫设备造成严重损害。

## 三、脱硫废水产生及其零排放处理必要性

为保证脱硫装置浆液循环系统处于平衡工作状态,避免烟气中可溶性部分超过规定石膏质量,系统必须排放一定量废水,废水主要来自石膏脱水及清洗系统,这类废水中杂质组成复杂,包括悬浮物、重金属、硫酸盐及过饱和亚硫酸盐等。

石灰石-石膏是火电厂脱硫装置中应用最广泛的工艺,在保证脱硫系统顺利运行及石膏质量基础上排放的废水中混入了大量的有害物质,如重金属和各种无机盐离子,这些物质属于一类污染物,必须妥善处理。随着国家对水污染控制的日益重视,对废水排放提出了更高的要求。火电厂必须加强对脱硫废水处理技术的深入研发,以最终达到减排目的。

## 四、脱硫废水传统处理工艺

从实际情况分析,脱硫废水产生量并不大,但其成分

较复杂,一旦进入自然生态系统中,不仅会影响整个生态平衡,而且会对人类造成不可估量的危害。因此,必须做好脱硫废水的工艺处理工作,必须达到国家标准才能排放。在传统脱硫废水处理工艺中,包括以下几种:

1、化学沉淀法。目前,我国在脱硫废水处理方面积累了很多经验,最常用的方法是化学沉淀法,该工艺实际上包含很多内容,即中和沉淀和絮凝等,每个环节都起着重要作用。

中和沉淀在脱硫废水的pH调节中起着重要作用,通过科学添加中和剂,最终将废水pH值控制在8~9之间。在目前脱硫废水处理中,常用的碱性中和剂有氢氧化钠等。从基本原理上讲,中和沉淀是通过加入各种中和剂和硫化物,经一系列化学反应后会产生相应的氢氧化物和硫化物。絮凝澄清后,该阶段去除前一阶段产生的沉淀物。

2、流化床法。在目前脱硫废水处理中,流化床法是一种应用广泛的废水处理方法,实际废水处理效果较好。在实际应用中,该方法主要由脱硫废水调节池、流化床、循环池组成。流化床的基本填料是石英砂。从基本原理上讲,流化床法是当废水流经流化床时,废水中重金属元素与流化床填料中的二氧化锰等产生一定吸附作用,从而去除废水中的重金属等元素。从实际运行来看,流化床脱硫废水处理方法简单,设备在实际运行中相对稳定,废水中重金属的去除率高,废水处理中无需添加过多药剂,实际成本低。

3、排至水力除灰系统。在实际应用中,该方法无需对废水进行关处理,而是将一定量废水排入水力除灰系统中,此方法在实际应用中简单,流程工艺不复杂,前后成本投入始终处于可控状态,废水中酸碱物质能在除灰系统中与碱性溶液中和。但发现该方法在应用中也存在一些缺点,易导致氯离子汇集,对现有设备有较强的腐蚀作用。

## 五、脱硫废水深度处理工艺

1、膜分离技术。从基本原理来看,该技术的应用主要是借助选择性半透膜分离废水中的组成成分,从而实现对废水的控制,有助于逐步降低废水基本浓度。在实际处理中,会过滤掉各种类型的悬浮固体等大颗粒物质,而不会过滤废水中各种无机盐等。在实践中,该方法对脱硫废水的处理非常有效,实际操作并不复杂,但该方法的成本投入相对较大。

2、烟道蒸发技术。烟道蒸发技术最早在美国投入使用,其基本应用原理是以较快速度向烟道内喷射一定量废水,废

水喷射中会发生雾化,然后在烟道高温影响下在短时间内迅速蒸发汽化,各种悬浮颗粒等蒸发后形成各种小颗粒,最后进入除尘器,完成脱硫废水的处理。该方法在应用中具有明显优势,即实际操作设备简单,废水处理前后各项费用投入小,实际占用场地有限,废水处理中的各种污染物直接由除尘器处理,无需对污泥进行再次处理。从调查来看,该方法在美国、加拿大等欧美国家得到广泛应用,但在我国受诸多因素影响,实际应用率不高。这是因该技术在应用中存在很多不稳定因素,易导致安全事故,在后续处理中还有很多需改进之处。

3、蒸发结晶技术。目前,蒸发结晶技术广泛应用于脱硫废水的处理,能达到理想的零排放效果。从基本原理上讲,该技术是将一定量废水输送到蒸发器中,通过加热使废水沸腾,这样废水中的水分子不断蒸发,水蒸气经冷凝处理后形成水再重复利用,废水中的各种有毒有害物质将被截留到剩余液体中,在废水不断蒸发中,残液浓度会不断增加,最终各种有毒有害物质会以结晶形式呈现。

①多效蒸发系统。该系统最大限度地利用了能量,尤其是循环利用,通常,新鲜蒸汽用作第一次加热蒸汽,经一系列操作处理后,蒸汽实现冷凝,得到优质淡水,整个系统流程完成。理论上,效数及实际蒸汽利用率间存在正比例关系。但在实践中,若效数超过一定数量,则蒸发操作将难以进行,这是因多效蒸发的第一效加热蒸汽温度及冷凝器操作温度受到了限制,在特定环境中,若效数持续增加,将直接影响其他内容,最终严重影响蒸发操作的顺利进行。

②MVC系统。从基本原理上讲,该系统利用二次蒸汽将电能转化为热能,使二次蒸汽的焓显著增加,最后经相关操作后,二次蒸汽现有热能将被重复利用,以减少外部环境中新鲜蒸汽的实际利用量,并依靠蒸发器本身循环达到蒸发循环的基本目的。在压缩机增压升温后蒸汽,作为再生热源循环用于处理液的热传递及连续蒸发,并且其自身也得到迅速冷却,最终成为可回用冷凝水。从目前技术应用来看,在脱硫废水实际处理中,蒸发结晶效果最为明显,这种方式能将废水中的各种固体物质分离出来,达到零排放效果。

4、吸附处理技术。从基本原理上讲,该系统充分发挥固体吸附剂作用,有效地将其从废水中去除,并吸附废水中的各种有毒有害物质,从而将有毒有害物质从废水中分离出来。在实践中,吸附法在自然环境保护方面发挥了很好作用,特别是在废水中各种重金属的吸附分离方面。该方法中常用的吸附剂包括活性炭和分子筛等,不同吸附剂的实际吸附能力不同。在吸附剂选择中,必须综合考虑废水总量和废水元素组成等,以保证整体吸附效果。

5、物化法。在我国最常用的废水处理方法是物化法,先将脱硫废水加入反应槽,调节废水pH值至8~9,使废水中沉淀出多种重金属离子,然后进行后续工艺处理;之后向絮

凝池中加入絮凝剂,去除废水中悬浮物质,使生成的胶体沉淀,逐渐聚集扩大,加速沉淀过程。同时,注入助凝剂,提高絮凝剂活性,实现对细小胶体颗粒的强化吸附,进一步增强胶体沉淀和悬浮物沉降速率。絮凝处理后的废水进入浓缩澄清池,使废水在其中长时间停留,使大部分悬浮物及胶体沉淀物下沉为淤泥。然后经下方管道排出,上部纯化水排入净水箱中。

## 六、废水零排放产物去向分析

对于脱硫废水零排放产物去向问题,是零排放技术选择的关键。废水零排放每个处理环节都会产生或多或少的废渣废物,如在三联箱处理环节产生的污泥,其最终会进入污泥处理系统,污泥系统是一个很好的收纳高盐废物的场所。目前对于废水蒸发产生的结晶盐及高浓度含盐水存在四种处理途径:①转移入灰渣,液态排渣或粉煤灰当中;②产生的结晶盐可分为杂盐和纯盐,杂盐的利用价值较低,而纯盐可被部分行业利用,如在废水除硬过程中产生的 $Mg(OH)_2$ 可回收利用;③产生的高盐水可电解制氯,产生的次氯酸盐可用于循环水消毒;④对高浓度盐水进行水泥固化制备建筑材料,如制砖、低品级建材,或者直接抛弃。

## 七、废水零排放技术工艺发展方向

结合目前已知的脱硫废水零排放技术应用效果,不难发现其技术难点在于预处理药物消耗量大,运行成本高,浓减量技术浓缩倍数有待提高,需扩大范围值,且耗能高,烟气干燥法常发生烟道结垢,结晶盐利用困难,成本高,分盐成本和思路存在一定问题。因此,其具体技术发展方向应向以下几点靠拢:低消耗处理药,开发高效絮凝剂,提高浓缩倍数,研发新型膜法浓缩膜材料,提高烟气干燥法可靠性,优化烟气蒸发专用设备,多样化利用结晶盐,将固废制成固体玻璃砖等材料,研发新型分盐技术工艺。

## 结束语

我国对于可持续发展战略的推动力度不断加大,火力发电厂也需要积极响应,对脱硫废水处理技术应该不断创新,尽最大努力提高处理的效率和质量。在新技术的推广过程中,要对工艺的要点严格把握。脱硫废水处理工作的落实可以给我国火力发电厂节约很多运行成本,应获得更多的关注。

## 参考文献

- [1]孙军信.火力发电厂脱硫废水深度处理技术[J].中国高科技,2019(18).
- [2]徐龙.火力发电厂脱硫废水深度处理技术[J].科学导报,2016(02).
- [3]崔丽.火力发电厂脱硫废水深度处理工艺的应用[J].吉林电力,2018(05).
- [4]温文.火力发电厂脱硫废水深度处理技术研究[J].数字化用户,2019,25(41).