

湿法脱硫技术在沼气内燃机上的应用

祝传良，刘志强，李德良

(山东胜利油田胜利动力机械集团有限公司，山东东营257032)

摘要：沼气作为生物质能源中的一种，已广泛用于内燃机电站发电。但是沼气中 H_2S 对内燃机的腐蚀，严重制约了内燃机的可靠使用。本文通过湿法脱硫技术对某淀粉厂消化沼气进行处理，并对脱硫前后的内燃机部件消耗进行了比较，证明了该方法的有效性和可行性，脱硫后的沼气中硫化氢浓度低于 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，对沼气内燃机的应用具有良好的保护作用。

1 前言

沼气中的有害物质主要是硫化氢，根据消化反应的原料的不同，每立方沼气中硫化氢含量也不一样，高的达到 50g ，低的也有几百毫克。硫化氢在潮湿环境下对沼气内燃机的进气管道、中冷器、火花塞以及机油具有强烈的腐蚀性，燃烧后的硫对排气管、消音器等设备也具有一定的腐蚀。所以沼气在进入内燃机之前必须将硫化氢脱除到合理范围内，才能使内燃机可靠运行。综合国内 $12\text{V}190$ 沼气内燃机的应用情况，只有当沼气中的硫化氢浓度低于 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时，内燃机才能良好运行。

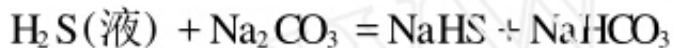
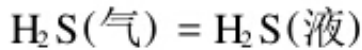
沼气脱硫采用的主要方法有干式氧化铁法、湿式氧化法以及生物氧化法。传统干式氧化铁法工艺简单，脱硫剂来源广泛，比较适用于低含硫沼气。生物氧化法虽然优于传统的物理化学脱硫法，但是其控制条件比较苛刻，应用较少。湿式氧化法处理气量范围较大，特别是对高含硫沼气效果好，逐渐得到行业的重视。本文讲述了湿法脱硫技术在沼气内燃机应用中对气体处理的试验研究过程，并对脱硫前后的内燃机部件进行了比较。

2 湿法脱硫技术简介

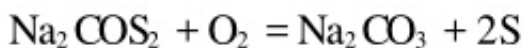
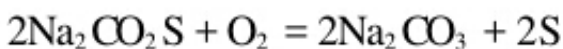
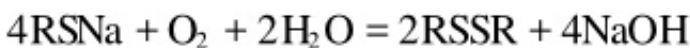
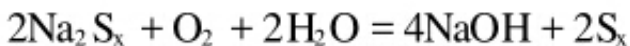
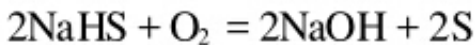
湿法脱硫技术是使气体中的硫化氢在含有催化剂的液相中氧化成单质硫的一种脱硫技术。该技术的流程比较简单，可以直接得到元素硫。主要用于处理二氧化碳浓度高的气体进行脱硫，比如沼气。该技术的关键在于设备某些参数选择是否符合实际需要。

2.1 脱硫基本原理

在有催化剂参与下的脱硫，可分为两个过程：吸收和再生。吸收过程主要发生在吸收硫化氢的脱硫塔内。主要反应如下



再生过程主要发生在再生槽内,主要反应如下:



2.2 湿法脱硫技术工艺流程

湿法脱硫技术工艺流程图如图1所示。

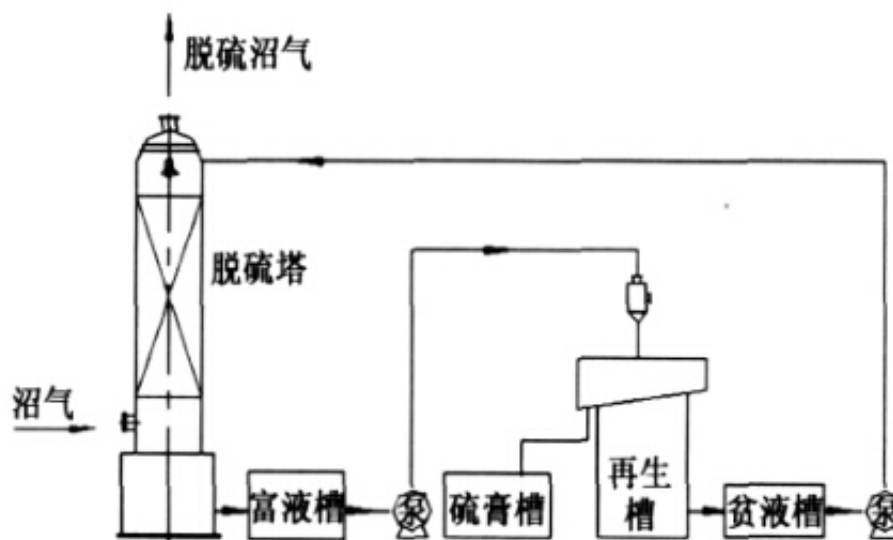


图1 湿法脱硫技术工艺流程图

脱硫液以碳酸钠作为碱源,总碱度为0.3~0.6N,NaHC
O₃:Na₂CO₃ 5且pH值为8.2~8.5;催化剂溶解后混入脱硫液。

工作时,含硫沼气从脱硫塔底部进入,与脱硫液逆向接触,硫化氢被碱液吸收,净化后的沼气从塔顶排出。吸收硫化氢后的脱硫液变成富液,流经富液槽,再被泵打入再生槽,与空气混合进行再生,其中硫以单质形态浮于槽顶,溢流到石膏槽。再生后的脱硫液变成贫液,恢复脱硫能力,经贫液槽,再被泵循环进入脱硫塔继续脱硫。

3 脱硫效果与影响因素

经过调试发现,影响脱硫效果的主要因素比较多。由于不同的环境条件,沼气的成分也发生变化,其中对脱硫效果有影响的主要是硫和气量的变化。下面主要讲述湿法脱硫操作与脱硫效果的关系。

3.1 碳酸钠的浓度

碳酸钠的浓度是脱硫操作的一项重要指标。浓度越高，脱硫效果越好。但是，如果浓度过高，生成硫代硫酸钠副反应会加大。经过对比试验，脱硫液中的碳酸钠含量宜保持在4.8~6.0g/L之间，其对应的溶液pH值为8.2~8.5。

3.2 溶液的催化剂浓度

根据催化剂在城市煤气、焦炉气、合成气、天然气等脱硫上经验，在本试验中，保持催化剂浓度为5~20ppm，同样实现了很高的脱硫效果，平均脱硫效率在98%左右。证明合理的催化剂浓度在沼气脱硫上具有很好的经济性。

3.3 助催化剂

由于脱硫设备应用现场的沼气中硫化氢浓度高达25g/Nm³，虽然催化剂脱硫效果在98%左右，但是，脱硫后沼气含硫仍然接近1g/Nm³，不符合后续的沼气发电机组运行要求。我们在脱硫液中补充了对苯二酚作为助催化剂。助催化剂添加量按照催化剂的两倍使用，经运行比较，脱硫效果有所提高，处理后的沼气中硫化氢浓度达到200mg/Nm³。

3.4 再生时间

本套脱硫装置最初设计时再生时间按8分钟考虑，试验后发现脱硫效率不到90%。经检测，溶液中含有较多的HS⁻离子，同时悬浮硫也很高。通过借鉴其它湿式氧化脱硫技术的经验，将再生时间扩大到15分钟后，取得了良好的效果。

通过调试期间操作参数的不断优化，湿法脱硫效率达到稳定运行状态。在本试验中，脱硫前沼气平均含硫化氢在25g/Nm³左右，脱硫效率平均为97.2%。表1摘录了试验记录中的部分数据。

表1 沼气脱硫试验记录

时间	脱硫液 pH 值	入口浓度 /(g/Nm ³)	出口浓度 /(mg/Nm ³)	脱硫效率 / %
2008.03.11	8.33	44	120	99.73
2008.03.12	8.26	45	130	99.71
2008.03.13	8.30	48	90	99.81
2008.03.14	8.28	46	110	99.76
2008.03.15	8.31	54	70	99.87
2008.03.16	8.31	46	100	99.78
2008.03.17	8.28	50	120	99.76

4 脱硫前后沼气内燃机配件消耗对比

本研究在同一台国产12V190沼气内燃机上进行了试验。通过一个月的运行时间，对内燃机运行配件等进行检验、对比，发现采取湿法脱硫技术取得良好效果，特别是对内燃机的保护方面。

表2列举了采用脱硫技术前后的12V190发动机单月配件消耗对比情况。

表 2 脱硫前后配件消耗对比

项目	火花塞根	机油 kg	中冷器 腐蚀 m ²	铜制件 个	进气管 个	气缸套
脱硫前	14	300	12	3	2	1
脱硫后	0	50	0	0	0	0

5结论

- (1)合理控制湿法脱硫操作参数，可以保持99%以上的脱硫效率。
- (2)采用湿法脱硫技术，在沼气内燃机应用中，可以减少内燃机部件消耗，降低运行成本。

参考文献：

- [1]韦文虎，等.沼气脱硫.能源研究与利用.1991，(2).
- [2]朱世勇.环境与工业气体净化技术.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/102492.html>