

变压吸附二氧化硅(PSA SiO₂) 的实验研究

张建军 苏贵荣 孙国敏

(内蒙古伊克昭化工研究设计院)

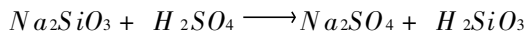
摘要 本文通过实验的方式,研究了在不同的凝聚条件、离子交换浓度、洗涤介质酸碱度和成品中水份对PSASiO₂比表面积和吸附量的影响,为制备高吸附性能的PSASiO₂提供了依据。

关键词 变压吸附 二氧化硅(PSASiO₂) 实验研究

1 前言

变压吸附技术可以从各种混合气体及工业废气中回收提纯氢、二氧化碳、一氧化碳、甲烷,脱出天然气中的烃类,用空气制富氧、纯氧等。为了提取高纯气体,就需要特殊的气体吸附剂。变压吸附二氧化硅(PSASiO₂)就是其中一种。目前随着变压吸附技术的深入研究与迅速推广,制备高吸附性能的PSASiO₂就更有必要了。本文以实验的方式对影响PSASiO₂吸附性能的因素进行了探讨。

PSASiO₂是具有无定形三维空间网状结构的二氧化碳干凝胶,它的吸附性能取决于内部表面积的大小和对各种气体选择吸附、储存、解析通道的畅通。理论上变压吸附二氧化硅(PSASiO₂)的生成反应式为:



一定浓度的两种原料在反应的瞬间凝聚成型,内部由大量1~2nm的一次小粒子组成,通过控制内外条件,有方向地引导这些粒子不断沉积、收缩、溶解、聚并,最终使一次粒子变大,空间扩展,有了特定的孔容、孔径,从而达到PSASiO₂所要求的很大的表面积和特殊的气体通道。

2 实验装置与测定办法

本实验采用化工部西南化工研究设计院独有的EA型吸附仪。该仪器在25±0.1、0.1MPa的条件下,通过动态吸附后,由灵敏的精密压力表反映出压力的变化数据,经换算后,得出吸附后汽

体减少的体积和吸附率。其它实验数据的测定执行行业内普遍采用的常规办法。

3 实验研究

3.1 实验所用原料 a. 硅酸钠(Na₂SiO₃)模数为3.2~3.4, SiO₂含量大于14%; b. 工业硫酸,含量为20±0.5%。

3.2 实验流程

硫酸 }
硅酸钠 } —成型—离子交换—水洗—干燥—成品

3.3 实验原理

PSASiO₂内部的表面积与所含阳离子的水合热有关。阳离子的水合热越大,孔径越小,内部表面积就越大。阳离子水合热的大小顺序为: H⁺ > Ca²⁺ > Na⁺ > K⁺。

制备PSASiO₂时,通过酸、碱的瞬间反应凝聚成型,但是刚成型的半成品中,表面羟基众多,在反应过程中,吸收了大量的Na⁺,因Na⁺水合热小,造成内表面积小,达不到PSASiO₂的吸附性能。所以,必须用含有H⁺的溶液进行洗涤,交换Na⁺,使半成品的内部骨架在洗涤过程中,不断得到调整,内表面积逐渐增大,最终达到气体选择吸附的需求。

3.4 实验操作

由于影响PSASiO₂表面积和吸附性能的因素很多,因此我们安排了在原料浓度和凝聚压力相同条件下,实验了凝聚PH值、离子交换方式、洗涤方式和成品中水份对吸附性能的影响。下面

分别将这些条件对表面积和吸附性能的影响情况逐一介绍:

3.4.1 成型 PH 值的影响

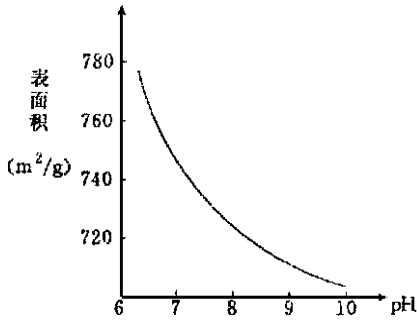


图 1 成型 pH 值与表面积的关系

图中表明了成型 PH 值与表面积的对对应关系。成型 PH 值越低,成品表面积越大。反之,则越小。所以成型 PH 越低越好,但结合成型的实际条件,成型 PH 值应控制在 6~7 之间为宜。

3.4.2 离子交换时间的影响

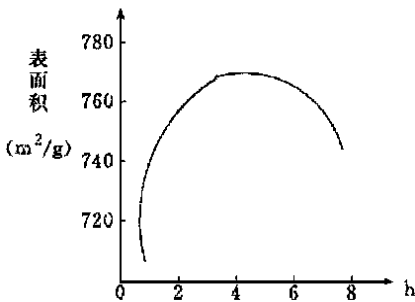


图 2 离子交换时间与表面积的关系

图中表明了离子交换时间与表面积的对对应关系。从图中可以看出交换时间为 4 小时,表面积有最大值。所以最佳交换时间为 4 小时。

3.4.3 离子交换浓度的影响

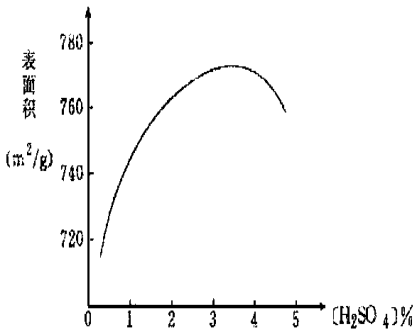


图 3 离子交换浓度与表面积的关系

从图中看出,离子交换浓度在 3~4% 之间,成品表面积达到最大。在进行这个实验过程中,我们发现当成型的半成品直接进入离子交换液中,

其表面积下降幅度不大,重复几次实验,都得到了相同的结果。因此,成型的半成品应直接进入离子交换液中。

3.4.4 洗涤水 PH 值的影响

表 1 洗涤水 pH 值与表面积对应关系

洗涤水 PH 值	1~2	3~4	7~8(自来水)
表面积 m ² /g	780	750	400

从表中可以看出,要得到表面积高的成品,洗涤水的 pH 应控制在 1~2 之间。所以必须用酸化水洗涤。

3.4.5 水份对吸附 CO₂ 的影响

表 2 含水量与吸附 CO₂ 的对应关系

编号	1	2	3	4
2% (水份)	21.29	14.55	20.90	20.43
0.5% (水份)	22.10	21.60	21.62	21.19

为测试成品对 CO₂ 的吸附量,随机取了四个成品样子进行测试,结果都不太理想,考虑到在测试过程中,可能带入水份,又在 150℃ 下烘干了 3h,重新测定,结果全部达标。说明 PSA SiO₂ 含水量的高低,对吸附 CO₂ 有直接影响。测试结果如表所示。所以,随着 PSA SiO₂ 中的水份的减少,吸附 CO₂ 的量在不断的增大。

4 实验结论

制备高性能的 PSA SiO₂ 时,要求在一系列操作中的每一项指标都必须严格控制。

首先,成型的 PH 值应控制在 6~7 之间,这样可以减少表面积下降的幅度。

其次,离子交换的时间控制为 4h,交换浓度应控制到 3~4%,这时控制得表面积达最高。

第三,洗涤时,采用 PH=1~2 的酸化水,使得提高的表面积在洗涤时,继续得到巩固,保持了高的表面积。

第四,成品 PSA SiO₂ 的水份,应控制到 5% 左右,此时,吸附 CO₂ 的量最大,从而也增加了 PSA SiO₂ 的选择吸附量,提高了吸附性能。

参考文献

- 1 戴志成等.《硅化合物的生产与应用》
- 2 《机盐工业》.1982-1992
- 3 《机硅化合物》.1990-1994
- 4 CA: V0 186-103.1977-1985.有关硅胶文摘