

# Preparation and Application of Microporous Silica

Zhouhe Zhang, Guiyin Jin, Xiaohui Zhu

Beijing Aerospace Saide Science & Technology Development Company Ltd., Zhuozhou Hebei  
Email: 1490069154@qq.com

Received: Dec. 27<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jan. 9<sup>th</sup>, 2018; published: Jan. 16<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

The preparation methods of microporous silica were introduced, and the physical and chemical indexes of microporous silica were analyzed and compared with large pore silica gel. And the application of microporous silica in the fields of UV curing coating, ink-jet printing and plastic film was also introduced.

## Keywords

Microporous Silica, Preparation, Application

---

# 微孔型二氧化硅制备及应用研究

张周赫, 靳桂姻, 朱晓辉

北京航天赛德科技发展有限公司, 河北 涿州  
Email: 1490069154@qq.com

收稿日期: 2017年12月27日; 录用日期: 2018年1月9日; 发布日期: 2018年1月16日

---

## 摘 要

本文介绍了微孔二氧化硅的制备方法, 分析了微孔二氧化硅的各个物化指标并与大孔硅胶进行了对比实验, 以及微孔二氧化硅在UV固化涂料、喷墨打印和塑料薄膜等领域的应用。

## 关键词

微孔二氧化硅, 制备方法, 应用领域

---

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着中国二氧化硅产业的迅猛发展,全球二氧化硅产能呈现快速增长的态势,截至2014年底全球二氧化硅产能在420万吨左右,中国产能接近250万吨,占全球总产能的59.5%。二氧化硅生产能力的提升,使其应用领域也变得更加广泛。然而常规的大孔二氧化硅已不能更好的应用于一些特殊领域,如UV固化涂料消光剂、喷墨打印吸墨剂和塑料薄膜开口剂等方面。本文提出了微孔型二氧化硅的生产工艺及生产制造,并介绍该微孔型二氧化硅在这些领域中的应用。

## 2. 微孔型二氧化硅制备

二氧化硅的制备方法主要有沉淀法和气相法。其中气相法对原材料和生产工艺的成本较高,所以产品价格通常为沉淀法的两到三倍;而沉淀法二氧化硅的原材料和工艺成本较低,在市场上被普遍接受。

本文所用合成方法为沉淀法工艺。通过无机碱金属硅酸盐和无机酸溶液为原材料。区别于常规大孔容硅胶产品,尽管其生产工艺相同,但是通过改变控制环节,其成品在孔结构等方面有很大变化。应用在不同领域时微孔型二氧化硅的效果也会不同于大孔硅胶。

## 3. 实验

### 3.1. 实验原料和仪器设备

实验原料:硅酸钠溶液(工业级,模数3.4), $\text{SiO}_2$ 浓度10%;稀硫酸(工业级),浓度30%;氢氧化钠。

实验仪器:三口烧瓶;JJ-1型增力电动搅拌器,常州翔天实验仪器厂;101-1AB型电热鼓风干燥箱,北京利康达圣科技有限公司。

### 3.2. 试验方法

在三口烧瓶中加入定量水玻璃溶液,在一定温度及搅拌速度下滴加稀硫酸溶液;至三口烧瓶内溶液 $\text{pH}=6$ ,停止加酸并升温至 $70^\circ\text{C}$ ,恒温反应20 min;继续滴加稀硫酸溶液至 $\text{pH}=3$ ,用氢氧化钠和氨水调节 $\text{pH}$ 至9,继续升温到 $95^\circ\text{C}$ 左右,静止老化0.5 h。再用硫酸将 $\text{pH}$ 调节至3。将反应后的凝胶洗涤、干燥,得到白色固体颗粒,经研磨,过60目筛网,得到微孔二氧化硅粗品。微孔二氧化硅与大孔硅胶对比,如表1所示。

## 4. 应用领域

目前大孔容二氧化硅的应用主要有橡胶、涂料、塑料等领域。但是在某些特殊的领域,使用大孔容二氧化硅可能会效果不佳或带来一些其他的问题,比如UV固化涂料中作消光剂,喷墨打印领域作吸墨剂以及塑料领域中作开口剂。因为使用在这些领域时,对二氧化硅的物化指标有一定特殊要求,如孔容和吸油值的大小等。

### 4.1. 涂料领域

二氧化硅作为添加剂添加至UV固化涂料中可以减弱紫外光固化涂料吸收UV辐照的强度,从而降低了光固化涂料的固化速度,可明显提高紫外光固化涂料的硬度和附着力[1][2]。

**Table 1.** Comparison of microporous silica and macroporous silica**表 1.** 微孔二氧化硅与大孔硅胶对比

类型	灼烧减量/%	BET/(cm <sup>2</sup> /g)	孔容/(mL/g)	吸油值/(g/g)	松堆比/(mL/10g)
微孔	5	280	0.8	1.3	27
大孔硅胶	5	400	1.8	2.2	45

与传统溶剂型涂料相比, UV 固化涂料中二氧化硅添加比例为 10% 以上, 因此对二氧化硅的吸油量要求比较高, 通常在 200~100 g 以下, 以降低对涂料粘度的影响[3]。而且经过表面改性处理后, 添加至 UV 固化涂料中, 还可以起到改善涂层手感, 增强消光剂的消光效率和防沉效果。

从表 2 中可以看出相比大孔硅胶而言, 微孔二氧化硅具有更高的添加比例, 且增稠效果不明显。

应用在 UV 光固化涂料体系中时, 虽然消光效果已接近进口产品, 但是在透明度、手感等方面还有待提高。随着光固化涂料使用量的增加, 该类型消光剂的需求也将日益增加。

## 4.2. 喷墨打印领域

随着数字化、彩色化及扫描器等图像输入技术发展, 喷墨打印技术逐渐向彩色图像印刷、办公及家庭普及。彩色喷墨打印机及喷墨打印相纸等耗材逐年增长, 人们意识到喷墨打印接受介质对喷墨打印质量起着关键作用。

二氧化硅作为吸墨剂添加在喷墨打印相纸的吸墨涂层中, 由于二氧化硅粒子之间存在着一定间隙, 内部也存在着一定孔隙。而这些空隙正是吸墨剂的吸墨原理[4]。物化指标对比, 如表 3 所示。

将不同类型的二氧化硅吸墨剂产品按照相同配比, 制备涂层, 图层干燥后测试其色密度, 并观察其色块交界处的墨点渗透情况和细线的清晰度。

将不同类型的二氧化硅吸墨剂在相同添加量、相同涂膜厚度时的打印效果进行对比。根据表 4 中的结色密度测试结果显示微孔二氧化硅打印效果更佳。

若吸墨效果达不到最佳时, 可通过适当增加二氧化硅吸墨剂的添加比例进行调整。而在相同的情况下, 由于物化指标的不同, 微孔二氧化硅可以有更高的添加量, 这也是微孔二氧化硅在喷墨打印领域里的另一个优势[5]。

## 4.3. 塑料领域

塑料和塑料制品极大方便了人类的生产和生活。随着经济的发展, 各行各业对塑料的需求还将在相当长的时间里继续快速增长。塑料薄膜在实际生产过程中会根据不同用途, 加入不同功能的添加剂。添加剂的加入不仅可以改善塑料薄膜的品质、特性和加工性能, 还可以提高生产效率。

二氧化硅作为开口剂, 具有无毒无污染的特性。通过加入二氧化硅, 降低薄膜的摩擦系数, 使薄膜易于层间滑动, 解决了塑料薄膜在制造、加工、使用过程中存在的粘连问题[6]。

作为薄膜开口剂, 二氧化硅吸油值是表征开口剂微观结构的重要指标。一个合适的吸油值可以提高塑料薄膜的各项性能, 若吸油值过低将影响开口剂和高分子材料的结合, 过高会使体系粘度增大, 造成混合和流动的困难[7]。

以进口产品为对比比例, 从表 5 中可以看出相比常规大孔硅胶, 微孔二氧化硅的各项性能指标更为接近进口产品。

## 5. 结果与讨论

总体来讲, 在上述这些领域中, 微孔型二氧化硅拥有明显优势。在未来经济发展中, 微孔型二氧化硅

**Table 2.** Comparison of microporous silica with imported products**表 2.** 微孔二氧化硅与进口产品对比

消光剂种类	灼烧减量/ %	d <sub>平均</sub> / μm	孔容/ (mL/g)	吸油值/ (g/g)	粘度	光泽值/ °	外观
进口消光剂	23	6	1.0	1.2	适中	70	消泡快
微孔 1	23	6	0.8	1.3	适中	73	消泡慢
微孔 2	5	6	0.8	1.3	适中	78	消泡慢
大孔硅胶	5	6	1.8	2.2	粘稠	60	消泡慢

**Table 3.** Comparison of physical and chemical indexes**表 3.** 物化指标对比

类型	灼烧减量/%	孔容/(mL/g)	吸油值/(g/g)	d <sub>平均</sub> /μm
进口吸墨剂	5	2.0	2.5	10.8
大孔硅胶	5	1.8	2.3	9.8
微孔 3	5	0.8	1.3	10.0

**Table 4.** Color density test results at the same thickness of dry film**表 4.** 相同干膜厚度时色密度测试结果

类型	青色(C)	品红色(M)	黄色(Y)	黑色(V)	色块交界处	细实线
P508 (GRACE)	1.10	1.20	1.16	1.25	无毛刺	墨点清晰
大孔硅胶	1.09	1.18	1.14	1.23	无毛刺	墨点清晰
微孔 3	1.10	1.33	1.30	1.35	无毛刺	墨点清晰

**Table 5.** Physical and chemical indexes of different products**表 5.** 不同产品各项物化指标

开口剂种类	灼烧减量/%	d <sub>平均</sub> /μm	孔容/(mL/g)	视密度/(g/ml)	吸油值/(g/g)
进口	5	6.5	1.0	0.25	1.6
微孔 4	5	6	0.8	0.27	1.3
大孔硅胶	5	6	1.8	0.15	2.2

的需求也大大提高, 在产品的发展和应用领域, 仍需生产企业和产品使用企业加大研究力度。

## 参考文献 (References)

- [1] 王德海, 汪根. 紫外光固化材料[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 施文芳, 黄宏. 辐射固化涂层技术的最近进展[J]. 化学通报, 1997(4): 1-6.
- [3] 张忆, 张周赫, 李春山. UV 涂料用二氧化硅消光剂的研究[J]. 上海涂料, 2014, 52(2): 4-7.
- [4] 丁钦英, 陈光民. 微孔型二氧化硅硅胶在彩色喷墨打印纸中的应用技术[J]. 影像技术, 2002(2): 44-46.
- [5] 李春山, 张忆, 张周赫. 吸墨剂超细二氧化硅对彩喷打印效果的影响[J]. 造纸化学品, 2015, 27(2): 35-37.
- [6] 陈优霞, 郑典模, 罗江, 黎建. 沉淀法二氧化硅塑料薄膜开口剂的研制[J]. 塑料工业, 2011, 39(1): 104-106.
- [7] 高宏保. 聚酯膜用 SiO<sub>2</sub> 开口剂的特征及评价[J]. 合成技术及应用, 2007, 22(1): 20-23.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8844, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjctet@hanspub.org](mailto:hjctet@hanspub.org)