

加工技术及设备]

硅石的化学加工

何凯, 段滋华

(太原理工大学化工学院, 太原 030024)

摘要: 硅石的化学加工是硅矿开发的一条重要途径。文中介绍了硅石与硅系化学品的衍生关系, 重点介绍了硅石的高温碱熔法生产钠水玻璃、钾水玻璃、钾钠水玻璃的生产工艺, 为以此为母体的硅石的加工奠定了基础。

关键词: 硅石; 钠水玻璃; 钾水玻璃; 钾钠水玻璃; 化学加工

中图分类号: TQ177.4

文献标识码: B

文章编号: 1007-9386(2006)01-0047-03

Chemical Processing of Silica

He Kai, Duan Zihua

(Chemical Engineering and Technology College, Taiyuan University of Technology, Taiyuan, 030024)

Abstract: It is an important path of the silicon mineral development that the chemistry processing of silica. It introduced relation deriving from the silica and its chemical, stress the production technics of sodium water glass as potassium water glass and potassium-sodium water glass with high temperature alkali melt method of silica in the text. It established base for deep processing of silica with water glass as matrix.

Key words: silica; sodium water glass; potassium water glass; potassium-sodium water glass; chemical processing

硅石是无机盐工业的重要原料。用化学方法可将硅石加工成一系列硅化合物。硅化合物是硅石化学加工得到的母体产品硅酸钠的系列衍生。本文将详述硅石化学加工成硅化物的母体产品水玻璃的生产方法。

1 硅石与硅化学品的衍生关系

用化学方法首先将硅石加工成硅化物的母体产品硅酸钠(俗称水玻璃、泡花碱), 再由此衍生出一系列硅的化合物。图1为硅石化学加工产品衍生关系。

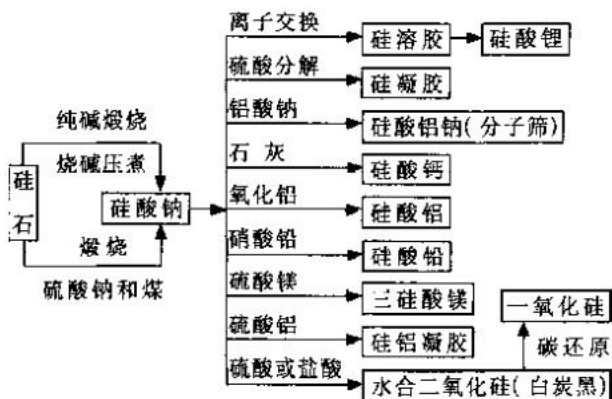


图1 硅石化学加工产品衍生关系

2 硅化物的母体产品——水玻璃的制备

硅石之所以难于直接制备各种硅的化合物, 在

于硅石中的硅氧键结合牢固, 导致破坏硅氧键所需的能量很大。而通过碱的高温熔融双重作用, 可将硅石化学加工为一种可溶性硅酸盐, 即硅化物的母体产品硅酸钠, 由不同比例的碱金属和二氧化硅组成, 继而打开了硅石加工成各种硅化合物的门户。

水玻璃中的碱金属通常为钠或钾, 常见的三种水玻璃为钠水玻璃、钾水玻璃和钾钠水玻璃。下面分述其生产方法。

2.1 钠水玻璃(硅酸钠、泡花碱)

钠水玻璃常简称为水玻璃, 在石油工业中可用于制造石油催化裂化用的硅铝催化剂; 在化学工业中被用来制造硅胶、硅酸盐类、分子筛、白炭黑等; 还可以用作肥皂的填料, 以增加其碱度、硬度和强度, 并防止析出游离脂肪酸; 同时, 水玻璃本身也是一种高效的洗涤剂和水软化剂; 在机器制造业中广泛用于铸造、精密铸造、砂轮制造和作金属防腐剂; 在建筑工业中用于制造快干水泥、耐酸水泥、瓦楞板、耐火材料等; 在矿山方面用于选矿、防水和堵漏; 木材在水玻璃中浸过以后就具有

收稿日期: 2004-06-06

修回日期: 2004-12-29

作者简介: 何凯, 女, 49岁, 副教授, 主要从事化工工艺学的教学和无机盐新产品的开发研究。

防火的特性；蛋类在水玻璃中浸过以后就能长期存放而不变质；高模数的水玻璃常用来作粘结剂；在纺织工业用于助染、漂白和浆纱。

钠水玻璃的生产方法主要有碱法和硫酸钠法，碱法又分为干法（纯碱法）和湿法（烧碱法）。

2.1.1 碱法

(1) 干法（纯碱法）。将含二氧化硅 99% 以上的石英矿粉碎到 50~80 目，与纯碱按一定比例配合，在 1100~1350℃ 的高温下焙烧 4~6h，生成熔融态物料，反应式为：



式中 x 和 n 的摩尔比称为硅酸钠的模数，工业用硅酸钠的模数一般为 1.0~3.8。选择不同的配料比可得到不同模数的产品。得到的熔融物料除含硅酸钠外，还含有未反应的硅石等水不溶物，用水溶解分离掉熔融体中不溶物，得到无色透明的粘稠液体即硅酸钠产品。纯碱法易于制造高模数的硅酸钠产品，生产条件要求不太苛刻，易于工业生产。纯碱法生产流程如图 2 所示。

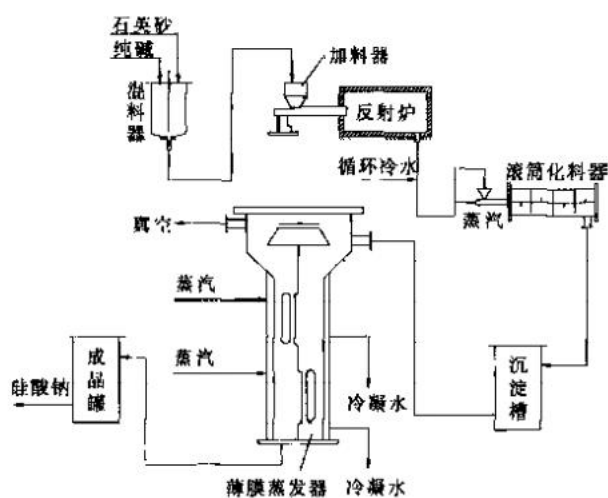


图2 纯碱法生产水玻璃流程

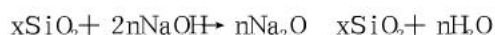
原料混合均匀后用往复式薄层加料器徐徐推进反射炉。逐渐升高温度，使纯碱和硅石发生一系列反应。反射炉温度应保持在 1400~1500℃ 左右。

熔料从反射炉的出料口连续不断地流出，经过水淬槽在循环冷水的作用下碎裂成 1~5mm 大小的碎粒。水淬后的固体料进入滚筒化料器，在 0.5kg/cm² 的蒸汽压力下逐步溶解。

从滚筒化料器出来的水玻璃稀溶液经过沉淀或过滤之后进入薄膜蒸发器，在 200mm 汞柱的真空度

和 3.5kg/cm² 的加热蒸汽下浓缩成一定浓度的产品。

(2) 湿法（烧碱法）。生产水玻璃的原料是烧碱和硅石。将粉碎至 120 目以上的硅石粉（SiO₂ 含量高于 99%），与烧碱按一定比例（由产品模数而定）配合，放入带搅拌的加压反应釜中，通蒸汽加热到 175℃ 以上，压力控制在 811kPa 以上，反应 4~6h，冷却后过滤，除去未反应的二氧化硅，即可得到液体硅酸钠产品，反应式为：



湿法能耗低，操作环境较好，但不易得高模数产品。湿法（烧碱法）生产流程如图 3 所示。

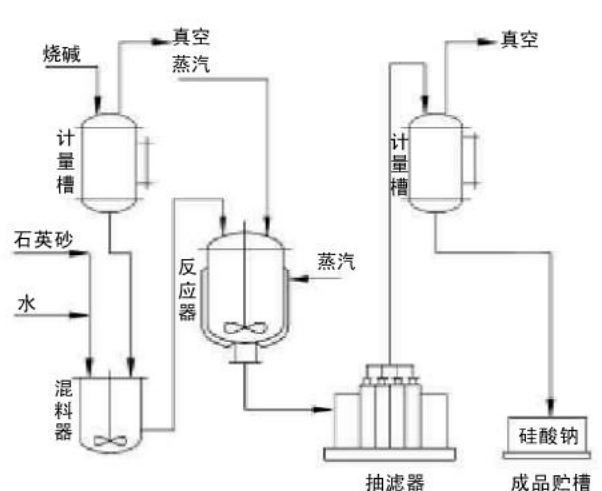
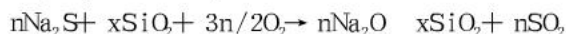
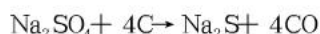


图3 湿法生产水玻璃流程

2.1.2 硫酸钠法

硫酸钠法的生产工艺流程和纯碱法一样（图 2）。将含二氧化硅达 98% 的硅石粉碎到 80 目，与硫酸钠（其配比按产品的模数定）和煤粉按一定比例配合，在反射炉内反应。首先硫酸钠还原成硫化钠，后者与硅石反应得硅酸钠，同时放出二氧化硫。反应式为：



反应中硫酸钠往往还原不完全，在高温下呈熔融态浮于硅酸钠熔体表面，称为硝水，硝水的腐蚀性极强，易腐蚀炉衬，同时遇水易爆炸。且该反应中产生二氧化硫，污染环境，故工业上很少采用。

2.2 钾水玻璃（硅酸钾）

硅酸钾（K₂SiO₃）系无色或微绿色块状或粒状固体，而 K₂O·nSiO₂ 是粘稠的液体，易溶于水和酸，并游离出胶状的硅酸。硅酸钾用于肥皂的填料、洗涤剂、电焊条、焊接用的电极、还原染料、防火剂及电视萤光粉粘结剂等。生产方法有：

(1)熔融法(即干法)。将硅砂和苛性钾按一定比例混合后加入熔融炉中,用重油或电热加热至1200~1400℃,当形成完全熔融的透明体时从炉中放出冷却固化,一般称为钾玻璃。反应如下:



再放入高压釜,通加压蒸汽(2kg/cm²)溶解。将溶液静置澄清,除去杂质。澄清液过滤,滤液经真空蒸发浓缩后即得成品。生产流程如图4

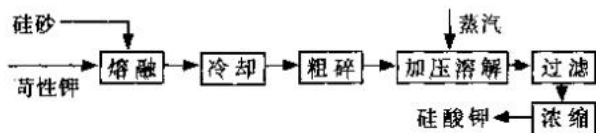


图4 熔融法生产硅酸钾流程

(2)直接法。将苛性钾溶液与硅砂或硅酸盐原料加入高压釜中,通加压蒸汽使其反应,然后过滤除去杂质,再经蒸发浓缩后即为成品。

2.3 钾钠水玻璃 硅酸钾钠、钾钠泡花碱)

硅酸钾钠(K₂O·Na₂O·nSiO₂)系浅蓝色或无色透明粘稠状液体。属于多硅酸盐类,其水溶液由于强烈的水解作用而呈碱性。具有较好的胶粘性,其粘性与模数、浓度和温度有关。可用作电焊条制造中涂料的粘结剂,具有良好的可塑性;烘焙速度快、吸湿性低,制成的焊条在焊接时电弧稳定、飞溅少。生产方法有:

(1)干法。系将碳酸钾、碳酸钠、硅石按一定比例混合后在高温下熔融反应,再用水溶解即得产品。此法工艺成熟、设备简单、原料来源较广,是

主要的生产方法。干法的生产流程如图5所示。

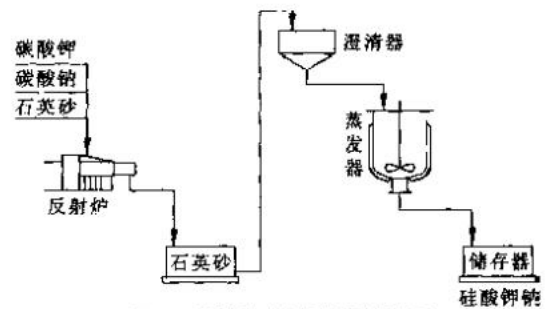
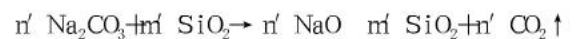


图5 干法生产硅酸钾钠流程

将碳酸钾、碳酸钠和硅石按一定比例混合后加入反射炉,温度在1400~1450℃,其熔融反应为:



熔料自出料口流出用冷水淬成碎块,趁热投入溶解槽,用夹套蒸汽加热使之溶解成25℃左右的溶液,在澄清槽中静置沉降24h,清液经蒸发,浓缩至合格浓度即为成品。

(2)湿法。系由氢氧化钾、氢氧化钠,硅石混合后在高温高压下反应而得。生产工艺简单,但反应不完全,残渣较多、成本也高,故此法不常采用。

3 结语

(1)高温(1400~1500℃)、碱熔的双重作用,是将硅石转化为可溶性硅酸盐的有效途径。

(2)钠水玻璃、钾水玻璃、钾钠水玻璃不仅是硅石化学加工的产品,也是进一步加工成硅系产品的母体。

编辑 邹蔚蔚]

书 讯

欢迎订阅粉体技术与开发大型工具书

《中国粉体工业通鉴》

由我国粉体行业业内100余位知名专家学者和50余家专业媒体,共同打造的大型粉体行业技术与市场开发实用工具书——《中国粉体工业通鉴》(2003版),日前已出版。书号:ISBN-7-80670-775-1/G 158,面向全国发行,现正在热销中。

《中国粉体工业通鉴》(2003版)包含具有学术性、实用性技术论文以及粉体工业产品市场和技术市场信息类文章60万字。内容丰富、资料翔实,专业实用,全面系统,涵盖与粉体工业相关的最新国家产业政策信息,专家评述粉体行业现状及前景的言论和论文,有关粉体行业科技、经济、市场动态,以及粉体新产品、新技术、新设备、新成果的大量资讯,尤其是大量的正在进行的大专院校科研院所成果推介、专利技术、招商引资、寻求技术合作及技术转让、拟在建项目等,项目数量多,信息量大,是涉足粉体行业从业者捕捉商机、创造财富的必备资讯宝典。

详细内容请浏览同名网站:中国粉体工业通鉴 <http://www.fttj.cn>

每本定价200元,凭本广告可享受6折优惠,请致电垂询。

订书电话:0575-6899158

传真:0575-6047158

电子邮箱:fttj001@sina.com

邮局汇款:312500 浙江新昌城关新叶小区2幢24室 中国粉体工业通鉴编委会吴宏富收