

石英砂脱水性能的研究

赵洪力

(燕山大学材料科学与工程学院, 河北 秦皇岛 066004)

摘要:通过大量试验结果,研究了各种粒度范围的石英砂的脱水性能,包括沉降特性、过滤性能、极限压缩浓度等,为进行此类产品的固液分离提供了重要的参考数据。

关键词:石英砂;固液分离;沉降特性;过滤性能

中图分类号:TD873.13,TD985 **文献标识码:**A

文章编号:1008-5548(2002)06-0027-05

Research on Dehydration
Property of Quartz Sands

ZHAO Hong-li

(School of Materials Science and Engineering, Yanshan
University, Qinhuangdao, 066004, China)

Abstract:Based on a host of experimental results, the dehydration property of the quartz sands within the various size ranges, such as subsidence characteristic, filtration property, limit compression density, is researched. All these results can provide the important parameters for solid-liquid separation of the others quartz sands.

Key words: quartz sand; solid-liquid separation; subsidence characteristic; filtration property

近年来,随着玻璃行业对石英砂产品数质量要求的提高以及石英砂选矿技术的进步,石英砂厂的数量也迅速增加。这些砂厂大部分都是采用湿法作业,这对于提高石英砂产品的质量是有益的,但同时也带来固液分离问题,使得投资和生产费用增加。固液分离问题是由以下方面的需要产生的:

(1)精砂产品质量的需要:大多数的玻璃用户均要求石英砂的水分控制在5%左右,因而产品必须经脱水处理;

(2)循环用水的需要:含固体悬浮物的生产污水经过固液分离后大部分均可循环利用,以实现节约

用水的目的;

(3)尾矿综合利用的需要:石英砂厂的尾矿即粘土和细砂经过固液分离后可作为水泥、陶瓷、耐火材料、泡花碱等产品的原料,从而提高综合经济效益,减轻环境压力;

(4)环保的需要:生产污水若不经处理而直接排放会污染水流河道,造成环境问题。

进行任何物料的固液分离必须首先了解其脱水性能或沉降特性,许多厂家由于缺少基础资料采用了不当的脱水方法,造成了一定的损失。为此,我们对各种不同粒度的石英砂产品的脱水性能进行了试验,并对试验结果加以总结。虽然各个厂家的产品均有所不同,但由于共性是主要的,因此本文所提供的数据对各个厂家进行固液分离时均有借鉴和帮助作用。

1 试验方法和步骤

1.1 沉降特性试验

试验设备:1000 mL量筒(直径1.96 mm);秒表;TMP-500电子天平;标准振筛机;标准筛;WGT浊度计;YHW烘干箱。

试验方法:将试样分为石英砂、石英粉、矿泥、综合尾矿。试验在1000 mL量筒中进行,配置不同浓度的矿浆,每次试验矿浆总量为1000 mL,总沉降区高度为330 mm。试验时,将矿浆试料倒入量筒并进行充分混合,然后将量筒静止不动,直到上层有3.2 mm的澄清层时开始计时,按一定的时间间隔记录固液界面的高度。无明显的固液界面时,吸取上层澄清液测固体含量,每次吸取100 mL,高度为33 mm,用浊度计测量。

1.2 过滤试验

试验设备:DL-5型试验室用真空过滤机,YHW烘干箱、TMP-500电子天平。

试验方法:取试料配置成一定浓度的矿浆,均匀倒入铺有滤纸的漏斗中,矿浆到完后,立刻开真空泵并记录时间,滤饼上面的水将要滤干时真空度达到最大值,对各种试验,分别测定过滤不同时间的水分含量。

收稿日期:2002-04-01

第一作者简介:赵洪力(1960-),男,教授。

2 试验结果

2.1 试样粒度组成

试样分别取自两家采用湿法棒磨工艺的石英砂岩矿。不同试样的粒度范围分别为:石英砂:0.71~0.125 mm;石英粉(石英细砂):0.125~0.037 mm;矿泥 0.037~0 mm;综合尾矿:0.125~0 mm。试样的粒度组成见表 1~2。

2.2 自然沉降试验结果

2.2.1 石英砂自然沉降

对 0.71~0.125 mm 的石英砂按 10%、20%、30%的质量浓度进行不同时间的自然沉降试验。由于石英砂沉降速度很快,故无明显的固液界面出现。试验采用上清液固体含量的方法进行测定。

表 1 试样粒度组成			
	粒级/mm	部分产率/%	累计产率/%
石英砂	+0.71	0.54	0.54
	0.71~0.4	18.63	19.17
	0.4~0.125	78.12	97.29
	-0.125	2.71	100.00
	合计	100.00	
石英粉(细砂)	+0.125	20.10	20.10
	0.125~0.100	19.45	39.55
	0.100~0.075	16.52	56.07
	0.075~0.05	30.15	86.22
	0.05~0.037	9.88	96.10
	-0.037	3.90	100.00
	合计	100.00	
综合尾矿	+0.71	0.51	0.51
	0.71~0.40	11.39	11.90
	0.40~0.125	33.95	45.85
	0.125~0.10	2.40	48.25
	0.10~0.075	2.88	51.13
	0.075~0.050	3.12	54.25
	0.050~0.037	7.95	62.20
	0.037~0.015	22.26	84.46
	0.015~0.010	6.87	91.33
	-0.010	8.67	100.00
	合计	100.00	

表 2 石英砂自然沉降试验结果			
沉降时间 /s	矿浆质量浓度/%		
	10	20	30
	澄清液中 固体含量	澄清液中 固体含量	澄清液中 固体含量
12	188	223	350
20	137	172	305
32	115	110	210
50	78	115	177
59	52	77	153
85	30	38	138
89	37	40	98

2.2.2 石英粉(石英细砂)自然沉降

对于 0.125~0.037 mm 的石英粉按 10%、20%、30%的质量浓度进行了不同时间的自然沉降试验,试验结果见表 4。

表 3 石英粉(石英细砂)自然沉降试验结果			
沉降时间 /s	矿浆质量浓度/%		
	10	20	30
	沉降高度/mm	沉降高度/mm	沉降高度/mm
30	270	280	290
60	210	230	250
90	142	180	205
120	87	130	164
150	40	80	125
180	30	66	110

2.2.3 矿泥自然沉降

将粒度小于 0.03 mm 的矿泥分别配成 2%、5%、10% 3 种不同浓度,并进行沉降试验,试验中可观察到明显的固液界面线,试验结果记录于表 4。

表 4 矿泥自然沉降试验结果(一)			
沉降时间 /min	矿浆质量浓度/%		
	2	5	10
	沉降高度/mm	沉降高度/mm	沉降高度/mm
10	272	288	285
20	213	234	238
30	153	185	196
40	97	135	148
50	41	83	105
60	9	35	56
70	6	25	48

对上清液中固体含量随时间的变化情况也进行了试验,结果记录于表 5。

表 5 矿泥自然沉降试验结果(二)		
沉降时间 /min	矿浆质量浓度/%	
	2	5
	澄清液中固体 含量/mg·L ⁻¹	澄清液中固体 含量/mg·L ⁻¹
40	392	430
50	170	200
60	92	110
70	62	81
80	54	74
120	51	46

2.2.4 综合尾矿自然沉降试验

将粒度小于 0.125 mm 的综合尾矿配置成 2%、5%、10% 3 种浓度,进行自然沉降试验,试验中可明显观察到固液界面。试验结果于表 6。

表 6 综合尾矿自然沉降试验结果(一)

沉降时间 /min	矿浆质量浓度/%		
	2	5	10
	沉降高度/mm	沉降高度/mm	沉降高度/mm
10	230	240	251
15	170	200	211
20	128	160	170
25	82	115	132
30	29	75	98
35	15	40	58
40	10	20	42

对上清液中固体含量随时间的变化情况也进行了试验,试验结果如表 7。

表 8 各试样极限压缩浓度测定结果

试样名称	石英砂			细砂			细泥			综合尾矿		
矿浆浓度/%	10	20	30	10	20	30	2	5	10	2	5	10
压缩浓度/%	70.2	70.8	71.0	61.2	63.1	64.0	46.1	49.8	56.0	54.0	56.1	58.9

2.4 过滤试验

将石英砂、细砂各取 0.5 kg,配置成 40% 及 50%浓度的矿浆,分别进行不同时间的过滤试验,试验结果示于表 9 和表 10。将 0.5 kg 细泥(粒度小于 0.03 mm)配置成 15%的泥浆,分别进行不同时间的过滤试验,结果示于表 11。经测定过滤后的泥饼厚度为 15 mm、直径 163 mm。

表 9 石英砂过滤试验结果

过滤时间 /min	滤饼水分/%		真空度 /mmHg
	矿浆浓度 40%	矿浆浓度 50%	
0.5	12.56	11.76	555~620
1	10.87	9.66	
2	8.80	7.12	
3	7.31	6.79	
4	6.98		
5	6.63	6.07	

表 10 石英粉(石英细砂)过滤试验结果

过滤时间 /min	滤饼水分/%		真空度 /mmHg
	矿浆浓度 40%	矿浆浓度 50%	
0.5	17.86	16.34	555~620
1	13.65	13.76	
2	11.54	11.28	
3	9.87	8.79	
4	9.66	9.88	
5	9.42	9.86	
6	9.39	11.20	

表 11 泥浆浓度 15%的过滤试验结果

过滤时间/min	滤饼水分/%	真空度/mmHg
13	38.9	655~750
30	29.7	
45	24.9	

2.3 压缩浓度测定

对石英砂、石英细砂(石英粉)、细泥、综合尾矿进行了 24 h 极限压缩浓度的测定,测定结果列于表 8 中。

表 7 综合尾矿自然沉降试验结果(二)

沉降时间 /min	矿浆质量浓度/%	
	2	5
	澄清液中固体含量/mg·L ⁻¹	澄清液中固体含量/mg·L ⁻¹
40	390	431
50	170	213
60	90	123
70	62	79
80	41	58
120	43	45

3 分析与讨论

3.1 颗粒群沉降速度

将沉降试验结果如图 1 所示,可见,对于石英细砂、细泥和综合尾矿均可见到明显的固液界面,且沉降曲线有明显的临界压缩点。

沉降过程可分为 3 个阶段:自然沉降段、过渡段和浓缩段。采用图解法可分别获得由沉降变为浓缩的临界点。

各种粒度的石英砂在水中的沉降属于颗粒群沉降(或称群体沉降),这种沉降一般会出现清晰的固液界面线,其原因为:(1)由于大颗粒迅速分离和组成浑水层的较细的颗粒因自然絮凝而附着增大,使得各种颗粒的水力粒度接近;(2)颗粒下沉时被排开的水体有上升顶托作用,对颗粒下沉有较大的阻力,而在界面处的孔隙速度突然趋向于零,故被上托的较小颗粒也不会跃出界面;(3)由于悬浮液的含砂浓度较高,属于干涉沉降范畴,颗粒之间的干扰使得相互有所制约,大颗粒受干扰较大,沉降速度减慢;小颗粒因受到拖拽,沉降速度相对加快,故全部粒子以大体相同的速度沉降。也正由于同样原因,导致界面沉速随含砂量的增大而减小。

按下式可分别获得各种颗粒群的沉降速度

$$U_p = \frac{H_0 - H_K}{T_K - T_0}$$

式中 U_p ——矿浆浓度为 p 时的颗粒群的沉降速度, m/h;

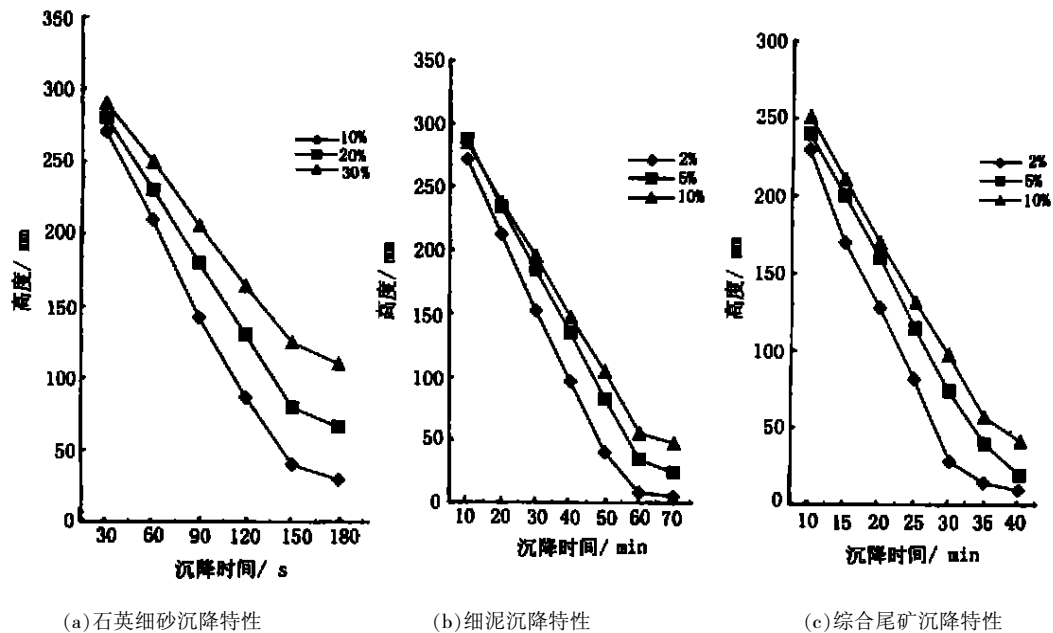


图 1 沉降试验结果

H_0 —— 量筒中悬浮液高度, m ;
 H_K —— 临界点的高度, m ;
 T_K —— 由沉降开始到临界点历时, h ;
 T_0 —— 开始沉降的时刻, h .

经计算, 各种不同粒度产品的集合沉降速度如表 12 所示。

质量浓度 /%	石英细砂			细泥			综合尾矿		
	10	20	30	2	5	10	2	5	10
$U_p / m \cdot h^{-1}$	6.9	5.6	4.3	0.33	0.29	0.26	0.62	0.49	0.42

石英砂因粒度较粗, 无固液界面出现, 说明此粒度范围内无自然絮凝现象。但上清液固体含量随时间降低, 如图 2(a) 所示。

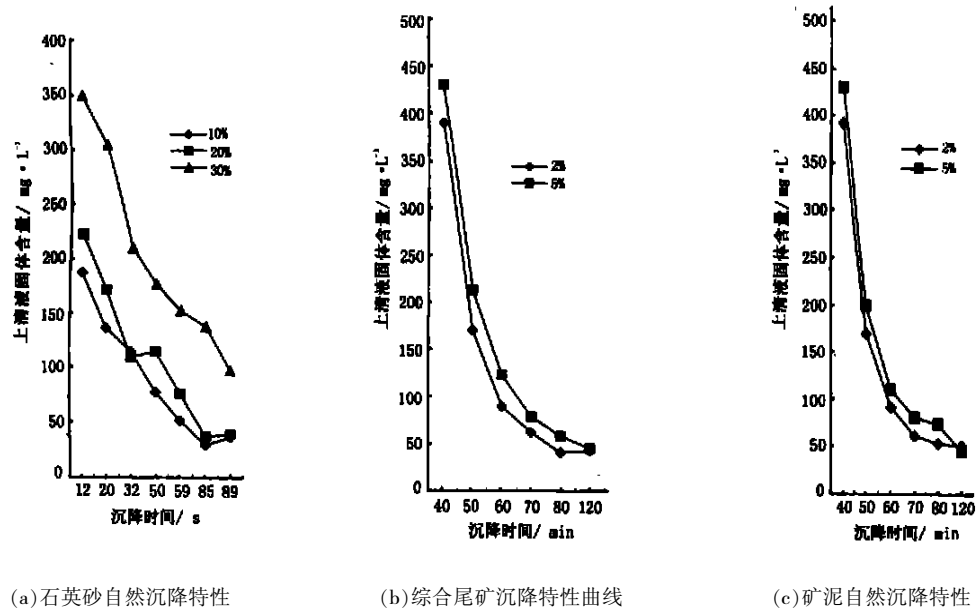


图 2 沉降特性曲线的测试

图 2(b)、(c)是采用上清液固体含量表示的细泥和综合尾矿的自然沉降特性,当以溢流水质决定浓缩机或沉淀池大小时可用以参考。

3.2 极限压缩浓度

由各种粒度范围石英砂经 24 h 后的浓度的测试数据(表 8)可知,随着粒度组成的不同最终产物的浓度变化很大。最高为 71%(石英砂),最低为 46.1%(细泥)。值得注意的是,对于粒度在 0.03 mm 以下的矿泥在自然条件下进一步压缩浓度十分困难。这些数据对于脱水设计是很重要的。

3.3 过滤性能

当料浆中的固体颗粒不能在适当时间内以沉降方法得到分离时,过滤将是普遍使用而有效的方法。单位时间在单位面积上滤出的滤液体积称为过滤速度。在恒压条件下有如下的过滤方程式

$$(q + q_e)^2 = K(t + t_e)$$

式中 q —— 过滤时间为 t 时单位过滤面积所通过的滤液量;

q_e —— 虚拟过滤时间 t_e 时,设想形成一层阻力与过滤介质相等的滤饼时单位过滤面积所通过的滤液量, m^3/m^2 ;

K 、 q_e 、 t_e —— 过滤常数,可通过试验确定,其中

$$t_e = q_e^2 / K$$

对上式进行微分,得:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{2}{Kq} + \frac{2}{Kq_e}$$

上式说明:若根据恒压过滤的实验数据,在坐标上将 $\frac{dq}{dt}$ 与 q 的关系绘出,就可得到一直线。直线斜率等于 $2/K$,直线在横坐标上的截距的绝对值等于 q_e 。

对表 9~11 的数据进行整理可得到如下的过滤方程

$$\text{石英砂: } (q + 21.1 \times 10^3)^2 = 1.07 \times 10^{-8} (t + 1.97 \times 10^3)$$

$$\text{细砂: } (q + 20.1 \times 10^3)^2 = 6.1 \times 10^{-9} (t + 6.62 \times 10^4)$$

$$\text{泥: } (q + 126.8 \times 10^{-3})^2 = 6.53 \times 10^{-9} (t + 1165.1)$$

试验结果表明:无论是石英砂还是细砂,矿浆浓度 40% 与 50% 时可滤性接近,即,矿浆浓度对可滤性影响不大;但粒度影响很大,粒度越粗可滤性越好;泥极难过滤。

4 结 语

(1) 粒度小于 0.125 mm 的石英砂在水中的沉降呈现典型的自然沉降特性,可通过沉降石英得到颗粒群沉降速度;

(2) 大于 0.125 mm 的石英砂产品在水中沉降速度很快,无固液界面出现,表明无自然絮凝现象;

(3) 各种粒度的石英砂的沉降与过滤特性表明,粒度是影响固液分离的主要影响因素,浓度影响次之。

信息之窗

我国将力争成为纳米生产大国和强国

国家经贸委近日发布的《近期工业行业发展导向》提出,今后我国将加强纳米材料应用开发,使我国成为世界纳米生产大国和强国。

《近期工业行业发展导向》提出,我国将大力推动超重力技术在纳米材料制备领域的应用,在继续完善纳米碳酸钙工业化生产的同时,加快超重力技术在纳米氢氧化铝、纳米氢氧化镁、纳米二氧化硅、纳米碳酸钡等产品的应用,扩大国内纳米材料的应用领域和应用水平。

碳纳米管的应用

自 1991 年碳纳米管被发现特别是单层碳纳米管

的发现和宏观量的合成成功以来,引起了人们的广泛兴趣,已成为富勒烯领域的一个主要的研究特点,是物理、化学和材料科学等学科中最前沿的研究领域之一。由于其独特的结构,碳纳米管的研究具有重大的理论意义和潜在的应用价值,如:其独特的结构是理想的一维模型材料;巨大的长径比使其有望用作坚韧的碳纤维,其强度为钢的 100 倍,重量则只有钢的 1/6;同时它还有望用分子导线,纳米半导体材料,催化剂载体,分子吸收剂和近场发射材料等。

科学家们认为碳纳米管有以下应用领域:储氢材料、场致发射、新型碳纤维材料及增强材料、用作超级电容器的电极材料、新型的电子探针、新一代的电子器件、用于锂离子充电电池的电极材料、隐身材料、催化剂组分、碳纳米管肌肉、高分子/碳纳米管复合材料、混纺材料、在碳纳米管内进行管道合成、用于可溶性碳纳米管试剂、放射性清洁及同位素分离等。