

水玻璃

上海泡化碱厂、上海星火化工厂《水玻璃》编写组

71.74

上海人民出版社

水 玻 璃

上海泡化碱厂
上海星火化工厂《水玻璃》编写组编

上海人民出版社

水 玻 璃

上海泡化碱厂
上海星火化工厂《水玻璃》编写组编

上海人民出版社出版
(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 90,000
1977年8月第1版 1977年8月第1次印刷

统一书号: 15171·296 定价: 0.26 元

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下,经过无产阶级文化大革命,我国社会主义革命和社会主义建设事业出现蓬勃发展的新局面。从事水玻璃生产的广大职工,坚持以阶级斗争为纲,坚持党的基本路线,抓革命、促生产,独立自主,自力更生,敢想敢干,奋发图强,大搞技术革新和技术革命,使水玻璃生产在产量、质量和品种方面都有较大的发展和提高。

水玻璃(又叫泡化碱)是一种应用很广泛的化工原料,在制皂工业中用作填充剂,版纸工业中作为胶粘剂,还用于木材、纺织、橡胶、耐火材料、制革、建筑、砂轮制造、铸造业等等。此外,还可加工制成一系列衍生物,如硅胶、硅铝胶及分子筛,用作干燥剂及催化剂载体,也可加工成特殊性能的硅酸季胺等产品,在国民经济中有一定的作用。

遵照毛主席关于“要认真总结经验”和“实践、认识、再实践、再认识”的教导,我们编写了这本书。

本书由上海泡化碱厂、上海星火化工厂组成的工人、技术人员、干部三结合编写组,根据目前水玻璃生产实际经验,并调查研究,收集有关资料,在张东南同志编写稿基础上,进行了必要的补充改写而成。因编写时间仓促,水平有限,书中可能存在缺点和错误,殷切希望同志们批评指正。本书第七章“水玻璃的应用”中,第三、五、六、七、八、十、十一、十二各节的内容,基本上采自中国工业出版社1965年出版的译本《水玻璃》(制造、性质及应用)中的材料,仅供参考。

《水玻璃》编写组

1976年9月

目 录

第一章 概论	1
第二章 水玻璃的品种和性质	3
第一节 水玻璃的品种	3
第二节 固体水玻璃的性质	4
第三节 液体水玻璃的性质	7
第三章 干制法	20
第一节 工艺流程	20
第二节 熔融	22
第三节 熔窑	31
第四节 溶解	46
第五节 水玻璃溶液的浓缩	52
第四章 湿制法	58
第一节 工艺流程	58
第二节 反应	60
第三节 过滤	63
第四节 浓缩	64
第五章 水玻璃的工业计算	66
第一节 水玻璃的配料计算	66
第二节 水玻璃成品的调节计算	72
第六章 水玻璃的分析	76
第一节 原料分析	76
第二节 成品分析	85
第七章 水玻璃的应用	93

第一节	水玻璃在制皂工业和合成洗涤剂中的应用	94
第二节	水玻璃在造纸工业中的应用	98
第三节	水玻璃在硅凝胶中的应用	100
第四节	水玻璃在硅胶中的应用	103
第五节	水玻璃在铸造工业中的应用	106
第六节	水玻璃在防腐剂中的应用	108
第七节	水玻璃在粘结剂和填充剂中的应用	111
第八节	水玻璃在耐火材料、陶瓷材料及制品中的应用	114
第九节	水玻璃在白炭黑中的应用	118
第十节	水玻璃在耐酸材料及制件中的应用	120
第十一节	水玻璃在纺织工业中的应用	122
第十二节	水玻璃的其他用途	124

第一章 概 论

水玻璃又名泡化碱,是一种可溶性硅酸盐,由一种内含不同比例的碱金属和二氧化硅的系统所组成,一般均含有水分。水玻璃的用途十分广泛,它被大量地用于制皂工业作为填充剂,增加肥皂的洗涤能力,降低成本。在版纸工业中,它被用作胶合剂,以制成纸版箱。水玻璃又可再加工成硅胶、硅铝胶、银沸石及分子筛,作为吸潮剂、催化剂载体、海水脱盐剂及吸附剂等。较新的产品硅酸锂可作高锌含量自熟固化的防腐蚀油漆展色剂。硅酸季胺用作高级耐火材料的胶合剂、玻璃纤维的处理剂、塑料的增强剂、油漆中的展色剂。由于应用广泛,水玻璃在国民经济中起一定的作用。

水玻璃的生产方法,可分为湿法和干法,或称一步法和两步法。湿法是将石英砂和苛性钠溶液在加压釜内用蒸汽加热,并加搅拌,使它在2~3大气压下进行直接反应而成水玻璃液体,故称一步法。干法则需经过熔融和溶解,如碳酸钠法,是将石英砂和碳酸钠拌匀后,在1400°C左右的炉温下进行熔融反应,反应物冷却后呈玻璃状,即为固体水玻璃;再将固体水玻璃放于加压滚筒或开口锅内,加温溶解成液体水玻璃,因此称两步法。生产高模数水玻璃,以碳酸钠法较易控制,低模数水玻璃以湿法较简便。

生产水玻璃的原料:干法为纯碱和石英砂。近几年来有的地区用芒硝法生产水玻璃,工艺亦已成熟;湿法为液碱和石英砂。不论哪种方法,原料都有充分的来源。

上海是国内生产水玻璃较早的地方,解放后,在中国共产党和毛主席的英明领导下,水玻璃工业和其他工业一样,有了很大发展。特别是经过无产阶级文化大革命,水玻璃生产有了突飞猛进的提高。上海水玻璃年产量,1975年比文化大革命前的1966年提高两倍,技术革新和技术改造也取得了较大的效果。干法生产水玻璃的燃料由煤改为油,熔炉由自动加煤机改为液体燃料喷射枪,在喷射枪头(油雾化器)方面也取得了不少的经验。还总结出适合水玻璃工业特点的机械拌料和自动拌料方法。在溶解方面,采用了加压滚筒;在浓缩方面采用了列管式蒸发器;在炉室结构方面改进了气冷式挡料墙等。所有这些都在一定程度上减轻了劳动强度,改善了劳动条件,促进了产量、质量的提高。

随着国民经济的迅速发展,除上海、北京、天津、青岛早已有水玻璃生产外,目前,水玻璃生产工厂已星罗棋布,遍及全国。在水玻璃制造技术方面,有的厂采用马蹄形水玻璃熔窑。在加料和出料方面,有些厂采用了机械和半机械操作。在浓缩方面,有的厂采用了薄膜蒸发器;有的厂采用单效和双效蒸发器。在工艺改造方面,有的厂利用工业副产品硫酸钠和天然芒硝代替纯碱生产水玻璃获得成功。

经过无产阶级文化大革命,在社会主义革命和社会主义建设的大好形势下,我国水玻璃工业,将随着整个工业的迅速发展,有更大的提高,以满足日益发展的国民经济的需要。

第二章 水玻璃的品种和性质

第一节 水玻璃的品种

水玻璃产品是用二氧化硅对碱的比例以及碱的品种不同加以区分的。目前我国水玻璃中二氧化硅与碱的比例,自碱性较大的 $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ 起到含硅量最高的 $\text{Na}_2\text{O}:3.6\text{SiO}_2$, 都有供应,个别厂甚至试制成 $\text{Na}_2\text{O}:3.9\text{SiO}_2$ 。经常生产的品种有以下几种:

① $\text{Na}_2\text{O}:3.3\text{SiO}_2$ 溶液 浓度为 40° 波美度,比重在 $1:3.81$ 左右,俗称为 40° 中性泡化碱。各厂产品的硅碱比例可从 $\text{Na}_2\text{O}:3.0\text{SiO}_2$ 到 $\text{Na}_2\text{O}:3.4\text{SiO}_2$ 止。

② $\text{Na}_2\text{O}:2.4\text{SiO}_2$ 溶液 浓度有 40° 波美度、 51° 波美度及 56° 波美度三种,俗称为碱性泡化碱,硅碱比例波动幅度从 $\text{Na}_2\text{O}:2.2\text{SiO}_2$ 到 $\text{Na}_2\text{O}:2.5\text{SiO}_2$ 止。

③ $\text{Na}_2\text{O}:2.8\text{SiO}_2$ 及 $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Na}_2\text{O}:2.8\text{SiO}_2$ 溶液 浓度为 45° 波美度,硅碱比例波动幅度为 $\text{Na}_2\text{O}_2:2.6\text{SiO}_2$ 到 $\text{Na}_2\text{O}:2.9\text{SiO}_2$ 。

④ $\text{Na}_2\text{O}:3.6\text{SiO}_2$ 溶液 浓度为 35° 波美度,硅碱比例波动幅度从 $\text{Na}_2\text{O}:3.5\text{SiO}_2$ 到 $\text{Na}_2\text{O}:3.7\text{SiO}_2$ 之间。

除了最常用的钠水玻璃外,还有钾水玻璃或钾钠水玻璃。目前正在发展中的硅酸锂及硅酸季胺水玻璃,由于它们的特殊用途和性能,已逐渐成为有工业生产价值的新型水玻璃,现简介如下:

① 硅酸锂：高分子比的硅酸锂溶液，可用硅胶或硅溶胶溶解于氢氧化锂溶液中制得。由于水合锂离子比水合钠或钾离子具有更高的稳定性来稳定二氧化硅胶束，所以有特殊的稳定性和低粘度。即使 $\text{Li}_2\text{O} : 8\text{SiO}_2$ 浓度为 20%，在室温下还相当稳定，因此在工业上有特殊的价值，正逐渐被采用于高温陶瓷和搪瓷配料中。

② 硅酸季胺：是一种最新的工业可溶性硅酸盐产品，是将硅胶溶于氢氧化季胺制成。分子比幅度可以从 $0.25\text{SiO}_2 : \text{NR}_4$ 到 $12.5\text{SiO}_2 : \text{NR}_4$ ，可制成完全脱水形成可溶性的产品。高分子比硅酸季胺溶液的主要特点也是具有高浓度、低粘度和良好的稳定性，能与某些和水相混的有机溶剂如醇、酮等相溶。

水玻璃除了溶液状态的产品外，尚有不同形状的固体产品，例如：

- ① 未经溶解的块状或粒状水玻璃。
- ② 溶液除去水分后呈粉状的水玻璃。
- ③ 结晶状态的水玻璃，如 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ 。

第二节 固体水玻璃的性质

固体水玻璃是指自熔窑中以熔融状态流出，经冷却后的产物，它的性质如下。

一、折 射 率

水玻璃的折射率是指光在空气中的速度与它在水玻璃中速度的比例，用符号 n 或 u 表示。

$$n = \frac{c_v}{c} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

式中： c ——在介质中的光速，

c_v ——在真空中的光速，

$\sin i$ ——光通过真空介质的入射角的正弦，

$\sin r$ ——折射角的正弦。

固体硅酸钠的折射率与比重见表 2-1。

表 2-1 固体硅酸钠的折射率与比重

编 号	SiO ₂ (%)	Na ₂ O(%)	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ (%)	折 射 率	比 重
1	83.00	16.58	0.42	1.4851	2.353
2	76.64	22.98	0.38	1.4952	2.413
3	71.20	28.44	0.36	1.5015	2.457
4	66.46	33.21	0.33	1.5056	2.495
5	62.32	37.37	0.31	1.5090	2.521
6	58.68	41.03	0.29	1.5118	2.535
7	55.42	44.30	0.28	1.5139	2.544
8	52.52	47.22	0.26	1.5155	2.555
9	49.91	49.84	0.25	1.5168	2.560

从上表可知，固体水玻璃的折射率与二氧化硅含量成反比。

二、溶 解 度

水玻璃的溶解度与它的二氧化硅含量成反比，溶解情况如表 2-2 所示。

表 2-2 硅酸钠的溶解度

水 玻 璃 的 块 子 比	加 10 倍水 于 12 小时 中保温 20°C	将 20 倍热 水通过玻 璃 块 子	与 20 倍 水 加 热 至 沸	与 20 倍水加热至 90°C		
				10 分 钟	20 分 钟	40 分 钟
1:2.056	1:1.91	1:1.95	1:2.08	—	—	—
1:3.341	1:0.42	1:0.99	1:1.87	1:2.78	1:2.81	1:3.12
1:3.868	1:0.84	1:0.82	1:0.60	1:0.61	1:2.29	1:2.84

当玻璃块子含水时溶解较易。例如将 33 克玻璃块子的细粉放在 100 毫升水中,加热 15 分钟则得下列未溶物(%):

编 号	1	2	3	4
样 品	$\text{Na}_2\text{O}:3.3\text{SiO}_2$ (无水)	$\text{Na}_2\text{O}:2\text{SiO}_2$ (无水)	$\text{Na}_2\text{O}:3.3\text{SiO}_2$ (17.5% H_2O)	$\text{Na}_2\text{O}:2\text{SiO}_2$ (17.5% H_2O)
于 100°C	23%	1%	0.2%	0%
于 20°C	93%	44%	36.0%	1.6%

将上列第 3 号样品取出不同重量,置于 100 毫升水中加热至沸,并测定其不溶物,则液固比越小对溶解越有利。

100 毫升水中固体水玻璃重量(克)	未 溶 解 物 (%)
3.0	16.4
6.3	3.6
12.6	0.3
25.2	0.2
50.0	0.1

如在冷水中则其结果为:

100 毫升水中固体水玻璃粉末重量(克)	搅拌 30 分钟后的未溶解物(%)	搅拌 60 分钟后的未溶解物(%)
6.3	31.0	17.0
12.6	20.0	12.0
25.2	12.0	5.0

由于它具有上列的溶解特性,因此很难有准确的有关溶解度的标准数据,以上数据仅供参考。

三、空气温度对固体水玻璃的影响

把 $\text{Na}_2\text{O}:2.97\text{SiO}_2$ 水玻璃粉末 (20~40 目左右) 放在不同的空气温度中, 结果发现在相对湿度 20% 以下时, 含微量水分的块子仍能吸湿, 含水量高的块子会很快地失去水分; 当空气湿度在 62~86% 时, 固体水玻璃都显吸湿增重, 吸湿量的多少与其成分有关, 碱性强的吸湿量多。如将这块子磨成粉末, 放在空气中日久, 就结成硬块, 因此水玻璃块子不应久贮。

第三节 液体水玻璃的性质

硅酸钠溶液的色泽, 呈青灰色、黄绿色或微红色, 质量最好的是无色透明的液体。工业硅酸钠溶液的透明度常受少量悬浮体的影响而显混浊。现把液体水玻璃的各种物理性质介绍如下。

一、比 重

硅酸钠溶液的浓度可用比重表、波美表或杜威表测定, 三者关系为:

$$\text{比重} = \frac{145}{145 - \text{波美}}$$

$$\text{波美} = 145 - \frac{145}{\text{比重}}$$

$$\text{杜威} = \frac{\text{比重} - 1}{0.005}$$

$$\text{比重} = \text{杜威} \times 0.005 + 1.000$$

从上列关系式中, 如测定了溶液的比重后, 就可换算成其他的度数。当硅酸钠溶液中碱与二氧化硅比例一定时, 可以先用比重表测定比重, 再从表 2-3 查得总固体含量。

表 2-3 各不同比例水玻璃溶液中固体与比重的关系

Na ₂ O(%)	SiO ₂ (%)	总 固 体 (%)	比 重
Na ₂ O:3.90SiO ₂			
6.79	25.75	32.54	1.3063
6.62	25.11	31.73	1.3028
3.95	14.98	18.93	1.1656
3.51	13.31	16.82	1.1435
2.99	11.34	14.33	1.1206
2.48	9.41	11.89	1.0985
1.99	7.55	9.54	1.0781
1.50	5.69	7.19	1.0584
0.99	3.75	4.74	1.0394
0.49	1.86	2.35	1.0190
Na ₂ O:3.36SiO ₂			
9.12	29.76	38.88	1.4078
9.00	29.37	38.37	1.3902
8.50	27.74	36.24	1.3692
8.04	26.24	34.28	1.3476
7.47	24.38	31.85	1.3170
6.88	22.46	29.34	1.2832
6.49	21.18	27.67	1.2653
5.97	19.49	25.46	1.2404
5.08	16.58	21.66	1.1934
4.03	13.15	17.18	1.1137
3.03	9.89	12.92	1.1499
2.06	6.72	8.78	1.0733
0.55	1.80	2.35	1.0183

(续表)

Na ₂ O(%)	SiO ₂ (%)	总固体(%)	比 重
Na ₂ O:2.44SiO ₂			
11.98	28.39	40.37	1.4529
11.40	27.00	38.40	1.4230
10.82	25.64	36.46	1.3969
10.20	24.17	34.37	1.3783
9.25	21.92	31.17	1.3266
8.29	19.64	27.93	1.2866
Na ₂ O:2.40SiO ₂			
4.99	11.66	16.65	1.1600
3.02	7.06	10.08	1.0935
1.03	2.41	3.44	1.0313
0.52	1.21	1.73	1.0147
Na ₂ O:2.06SiO ₂			
18.42	36.84	55.26	1.6821
17.20	34.40	51.60	1.6219
12.89	25.78	38.67	1.4428
12.43	24.86	37.29	1.4188
12.01	24.02	36.03	1.4023
11.55	23.10	34.65	1.3849
11.12	22.24	33.36	1.3653
10.53	21.06	31.59	1.3426
9.38	18.76	28.14	1.3038
8.43	16.86	25.29	1.2664
6.06	12.12	18.18	1.1789
4.50	9.0	13.50	1.1328
2.99	5.98	8.97	1.0829
Na ₂ O:1.69SiO ₂			
13.93	22.94	36.87	1.4414
13.00	21.40	34.40	1.4037
12.04	19.82	31.86	1.3705
10.14	16.70	26.84	1.2970
6.02	9.91	15.93	1.1673
4.04	6.65	10.69	1.1069
1.90	3.13	5.03	1.0584
0.64	1.05	1.69	1.0161

上表所列数据适用于含微量杂质的硅酸钠溶液。

如将上列数据以比重为纵坐标,而以 $\text{Na}_2\text{O}\%$ 为横坐标,则得各关系如图 2-1 所示。

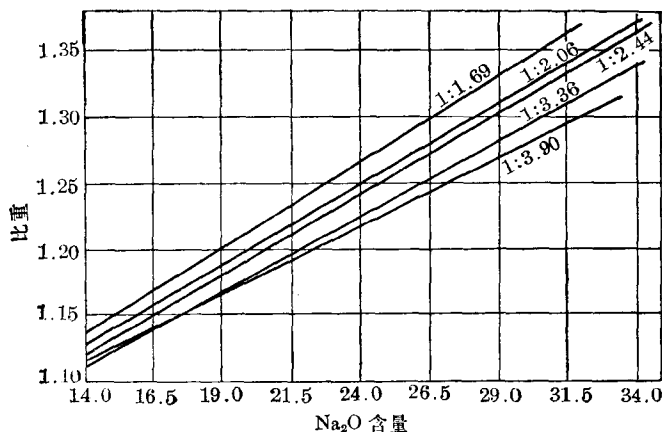


图 2-1 各种硅酸钠的 Na_2O 含量与比重的关系

在水玻璃的生产或应用上,可先测定未知硅酸钠的比重,再滴定氧化含量,就可从图 2-1 查出这种硅酸钠溶液的比例,并推算出 SiO_2 的含量。

在测定溶液的比重时应注意溶液的温度,温度越高,比重越小。从表 2-4 所列数据可看出温度对比重的影响。

表 2-4 温度对比重的影响

$\text{Na}_2\text{O}:2.24\text{SiO}_2$ 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	稀 释 至 1.160 比 重	$\text{Na}_2\text{O}:2.47\text{SiO}_2$ 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	1.559 比 重
0	1.167	0	1.560
20	1.160	10	1.556
90	1.127	20	1.549
100	1.119	50	1.522