

· 研究简报 ·

## 水玻璃生产技术及在建筑方面的应用

林学贵

(港工系)

**摘要** 本文简介水玻璃的生产技术,并着重阐述其在建筑方面的应用和发展趋势。

**关键词** 水玻璃,模数,硅系列

**中图分类号** TQ177.4

建筑·生产

### The production technology of water glass and its application on the architecture

Lin Xuegui

(Dept. of Fishery port Engineering, Dalian Fisheries College, Dalian 116024)

**Abstract** This paper briefly introduces the production technology of water glass and mainly describes its application and developing tendency on the architecture.

**Key words** water glass, module, si (silicon) series

水玻璃俗称泡花碱,是一种能溶于水的硅酸盐,由不同比例的碱金属氧化物和二氧化硅组成。最常用的是硅酸钠水玻璃( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ),还有硅酸钾水玻璃( $\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ )等。它是硅系列化合物的母体,可衍生许多硅系列产品。它的应用十分广泛。近年来世界年产量大约为300万t<sup>[1]</sup>,在化学工业中跃居第四位,仅次于硫酸、合成氨和纯碱,而且产量仍有上升趋势,其大国产品的消费情况见表1。

美国年产量110万t,日本80万t,我国达50万t<sup>[1]</sup>。目前我国在许多应用技术方面尚待开发和推广。日本在建筑方面的需求量占总产量的三分之一,而我国在这方面的用

· 收稿日期:1992-08-31

3989

量甚微, 差距较大。因此大力开发和推广使用水玻璃, 对我国建筑业的振兴与发展具有深远的现实意义。

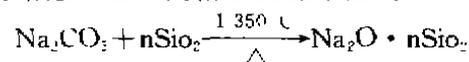
表1 美、英、日等国水玻璃用途的消耗比例(%)

用途	美国	英国	日本
化学工业原料	37	49	17
土建方面	9	9	33
洗涤剂、肥皂	30	24	16
翻砂、铸件、焊条	2	2	10
粘结剂	4	-	1
造纸、纸浆	-	-	11
水处理、纺织漂白	5	1	-
其它	15	11	12

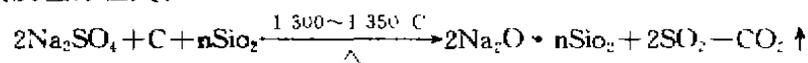
## 1 水玻璃的生产技术

硅酸钠的生产方法分干法和湿法两种。目前用于干法生产的有纯碱和石英砂以及硫酸钠和石英砂两种工艺路线。湿法生产的有石英砂和苛性钠水溶液为原料的加压法和以硅尘与苛性钠水溶液为原料的常压法工艺路线。

以石英砂和纯碱为原料的干法生产是将石英砂粉碎至60~80目细度, 与纯碱粉混合, 由搅拢输料器和提升机把混合料加入高位料仓, 再定量加入反射窑中, 混合料在1350℃条件下进行熔融反应, 其化学反应方程式:



以芒硝( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )和石英砂为原料的干法生产, 其特点是由芒硝取代纯碱为原料的生产方法, 其反应方程式:

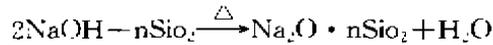


由芒硝和煤粉按比例混合再与硅粉混合均匀, 配成适当比例的混合料。其关键是还原剂煤粉的掺加量, 理论计算占芒硝的4.22%, 考虑氧化损耗, 实际加入量占芒硝的6%<sup>[2]</sup>。

湿法中的加压法, 是由苛性钠溶液与硅石粉在加压锅中进行溶解反应制取硅酸钠溶液, 苛性钠溶液浓度是根据产品浓度要求而定。硅石粉要求100~200目, 愈细愈好。反应是在加热蒸气条件下经搅拌反应而成, 压力保持在0.7~0.8 MPa, 始终保持硅石粉过量为7%~8%, 反应液放出后, 经沉清过滤, 即得硅酸钠产品。

常压操作的湿法是用苛性钠溶液与硅尘(即制硅系合金时, 集尘设备捕集到的粉尘), 在常压下进行溶解反应制取硅酸钠溶液, 这是在加热搅拌情况下进行的。温度在90~100℃, 便能很好的进行反应。如在窑中加水570 kg, 加硅尘360 kg, 加火碱140 kg的配料, 可在30~40 min完成反应, 经冷却到40℃以下, 得到硅酸盐产品<sup>[3]</sup>。

湿法生产硅酸钠水玻璃是根据石英砂能在高温烧碱中溶解生成硅酸钠的原理进行的，其反应方程式：



## 2 水玻璃在建筑上的应用

发达的工业国的许多工业部门和技术领域都程度不同的使用水玻璃。在诸工业部门中，使用最早、最广泛的还是建筑业。

### 2.1 用于混凝土养生

将水玻璃溶液喷涂在混凝土表面，可阻止水分蒸发，保持水泥凝结硬化过程中所需水分不减少的作用，从而可省去养生过程中按时浇水这一环节。混凝土在这种条件下，不仅保证水化所需要的水分，而且由于水玻璃中碱金属硅酸盐与水泥制品中的钙、铝氧化物及其水合物组分发生化学反应，从而增强混凝土的强度。

### 2.2 用于修补混凝土材料

在用于混凝土表面损坏修复时可预先将损坏部位用水润湿，涂一层模数为 3.3~3.5 的浆状水玻璃，再在上面撒上水泥粉。由于碱金属硅酸盐与水泥组分的化学反应进行得很快，在短时间内稠厚膏状涂料即可硬结，硬化后的泥料能坚固的粘附在混凝土表面，起到修补作用。

### 2.3 用于修补砖墙裂缝

由液体水玻璃和粒化高炉矿渣、粉砂以及氟硅酸钠按下表比例（重量比）配合，压入砖墙裂缝，可起到修补砖墙裂缝的作用。

表 2 水玻璃与矿渣粉等的配比<sup>[1]</sup>

液体水玻璃			矿渣粉	砂	氟硅酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ )
模数	比重	重量			
2.3	1.52	1.5	1	2	8
3.36	1.36	1.15	1	2	15

其中，活性高炉矿渣粉，不仅有填充和减少砂浆收缩作用，且还能与水玻璃反应，成为增强砂浆强度的因素<sup>[3]</sup>。

### 2.4 用于促进混凝土硬化过程

拌合混凝土时，掺入水玻璃溶液，能起加速凝结硬化作用。在冬季施工中，由于加速凝结硬化，可有效地防止混凝土的冻害损伤。我国 60 年代使用的速凝剂、防冻剂均以水玻璃为主要原料，取得了一定成效。

在混凝土中加入 2% 的水玻璃后，其初凝时间可加快 2 倍，终凝时间加快 3 倍。当掺

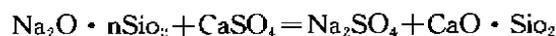
量超过10%后,对初凝时间影响不大,而终凝时间可加快5倍<sup>[3]</sup>。

## 2.5 用以涂刷建筑材料表面

用水将液体水玻璃稀释至比重为1.35的溶液,对多孔性材料多次涂刷或浸渍,可提高材料密实度和强度,并提高其抗风化的能力<sup>[4]</sup>。如对粘土砖、水泥混凝土硅酸盐制品及石灰石等均有良好效果,其化学反应方程式为:



水玻璃与制品中的氢氧化钙反应,生成的硅酸钙起增强作用。但对以硫酸钙为主要成分的石膏制品,不能用此法涂刷,因硅酸钠与硫酸钙反应生成的硫酸钠在制品孔隙中结晶膨胀,导致制品破坏<sup>[4]</sup>,其反应方程式如下:



## 2.6 用于软土地基加固

用以水玻璃为主体的混合浆液进行化学加固软土地基的方法称为硅化加固法。我国建国初期,在天安门城楼前、人民大会堂等处的软土地基,就采用了这种化学加固法,使用至今效果一直很好<sup>[4]</sup>。

此法是将模数为2.5~3的液体水玻璃和氯化钙溶液用金属管注入软土地基中,发生化学反应,生成一种能吸水膨胀的冻状胶体:



胶体沉淀后将土粒包裹起来,并将孔隙填实,此过程周而复始,使胶体系统变得密实,并逐渐变为固态胶体结构,使软土强度显著提高<sup>[4]</sup>。

采用此法处理后的软土地基,其强度、防水性以及地基承载力均能大幅度地提高,其优点是工期短,作用快,并可处理已建工程的隐蔽部分<sup>[5]</sup>。其缺点是一般市售水玻璃均为碱性水玻璃(pH值为12),用它加固地基时,经一段时间后,碱就游离出来,常给水源和环境以污染。为此,有些国家目前研制出一种pH值为9的弱碱性水玻璃,基本上可以满足加固地基的使用要求。

## 2.7 制造人工块石

用水玻璃和砂、少量石灰石粉或石灰等填充料混均后,模压成型再浸入加固剂中固化,然后将硬化的块石取出自然干燥后即可使用。常用加固剂有氯化钙( $\text{CaCl}_2$ ),硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ 、氟硅酸钠( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ )等。以比重为1.4的氯化钙溶液使用最多。所用水玻璃比重大多为1.6~1.7。

此外,用水玻璃还可制造很多建筑制品,诸如多孔性的硅酸盐保温材料,耐酸性水泥以及用于不同场合的灰泥等。

## 3 讨论

我国生产硅酸钠已有60多年的历史,已往均采用纯碱作为主要原料。纯碱是主要化工原料之一,随着化工工业的迅猛发展,纯碱日益供不应求,这给硅酸钠生产带来原料

短缺的困难，因此，寻找一种替代纯碱的原料生产水玻璃，具有重要的现实意义，而芒硝就是其中的一种<sup>[5]</sup>。

由芒硝煤与硅砂配成适当比例，加入反射炉中，高温熔融反应后，经水淬冷却、溶解，沉淀、浓缩后制得硅酸钠。

芒硝代替纯碱的主要优点：

- 1) 工艺流程简单，对原料无特殊要求，产品质量较好，可达国家二级品水平<sup>[4]</sup>；
- 2) 此法可缓解纯碱紧缺问题，为批量生产硅酸钠提供了丰富的原材料；
- 3) 有效的利用化工原料，变害为利，变废为宝，扩大再生产；
- 4) 芒硝价格便宜，效果较好，可降低生产成本。

此法的主要缺点：

- 1) 需提高熔制温度，增加能耗。纯碱熔点为 851℃，而芒硝为 884℃；
- 2) 在熔融反应过程中产生二氧化硫，对窑体有腐蚀作用；
- 3) 反应过程中，当芒硝反应不完全时，有芒硝水存在，与水接触时，产生飞溅。

对此，在生产中可采用如下措施：

- 1) 改进炉型，将反射炉改为马蹄焰炉，可有效地降低热能消耗；
- 2) 炉内不同部位采用不同耐火材料，并以磷酸盐泥浆砌筑炉体，以延长炉体寿命；
- 3) 为防止飞溅，可在芒硝水液面处撒一层煤粉，使其充分还原。

尽管此法某些工艺尚待改进，但由于从根本上扭转了因纯碱紧缺而无料下锅的被动局面，且芒硝来源较广，产品质量好，成本低，只要对某些工艺稍加改进，各地均可因地制宜地选用该法制造硅酸钠。

## 4 结束语

水玻璃的应用领域随着科技的发展而不断扩大。近年来有些国家用水玻璃与石灰石、白云石等惰性固体材料制造的预制块，用于道路工程中，这一尝试已在法国，意大利收到一定成效，并引起了道桥工程方面的广泛关注。用这种材料在公路现场铺筑时，可将仔细搅拌均匀的混合料，每铺 10 cm 为一层，用压路机压实，24 h 即可投放使用。这种路面优点是磨损小，受大气影响较小，温度稳定性好，而且抗冻性、耐水性好，维修费用低。此外，水玻璃还可广泛用于防腐和耐酸工程。可见水玻璃的用途越来越广，用量越来越多，不久的将来，若水玻璃能象水泥一样大批生产，建筑业将跨入一个崭新阶段，那时水玻璃将发挥重要作用而放出奇光异彩。

## 参 考 文 献

- 1 齐文东，硅酸钠生产工艺，硅酸盐学报，1986 (9)，29~31
- 2 徐家保，建筑材料学，广州：华南工学院出版社，1987
- 3 孙城祥，水玻璃应用技术，硅酸盐学报，1986 (11)，38~40
- 4 高琼英，建筑材料，武汉：武汉工业大学出版社，1988
- 5 同济大学等，建筑材料，北京：中国建筑工业出版社，1989