

# 新型玻璃和特种玻璃

建筑工程部技术情报局 編

建 筑 工 程 出 版 社

# 新型玻璃和特种玻璃

建筑工程部技术情报局 编

建筑工程出版社出版

## 內 容 提 要

本書是根据世界各国玻璃工业的一些零散技术资料編写成的。書内介紹的新型玻璃和特种玻璃有：石英玻璃、高矽氧玻璃、鋼化玻璃和特殊鋼化玻璃、变色玻璃、吸热玻璃、电热玻璃、波形玻璃、泡沫玻璃、双层玻璃、折光玻璃、玻璃磚、微晶玻璃、絕緣子玻璃、导电玻璃和防 $\alpha$ 射綫及 $\gamma$ 射綫玻璃等。內容比較新穎丰富。

本書供从事玻璃工业的工作者参考，也供一般讀者閱讀。

## 新 型 玻 璃 和 特 种 玻 璃

建筑工程部技术情报局 編

---

1959年12月第1版      1960年3月第2次印刷      3,141—5,150册

787×1092·1/32 · 71千字 · 印張3 $\frac{1}{2}$  · 定价(10)0.47元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号：1769

---

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业營業許可証出字第052号)

## 序 言

近几年来，苏联、捷克、德意志民主共和国等社会主义国家的玻璃工业发展十分迅速，产量不断增加，质量不断提高，新品种也不断涌现；美国、英国、西德等资本主义国家也有所进展。在建筑上，不仅有了许多新型的玻璃，如吸热玻璃、变色玻璃、双层玻璃等代替了普通玻璃，以供吸热或隔音之用，而且还用大量的玻璃作为建筑构件。如苏联列宁格勒地下铁道车站，就首次用了40根玻璃柱子和许多玻璃天花板；德意志民主共和国许多建筑物用玻璃作瓦、屋面板、梁和柱子；西德、英国、美国等也有用玻璃作门的；美国康宁玻璃公司还建造了一幢28层的玻璃摩天楼。在原子能工业上出现了吸收 $\alpha$ 射线、 $\gamma$ 射线和中子的玻璃，以及导电玻璃和半导体玻璃；在电气工业上出现了用作绝缘子、电容器和绝缘介质的玻璃。

解放十年来，我国的玻璃工业在党的正确领导和苏联的无私援助下，无论在生产实践和科学研究方面都取得了辉煌的成就，尤其是1958年大跃进以来，发展更为迅速。例如1957年以前，我国只能制造平板玻璃、磨砂玻璃、胶花玻璃、钢化玻璃等几种产品，而1958年试制成功或正在投入生产的新产品就有夹层玻璃、磨光玻璃、弯曲玻璃、薄膜玻璃、双层玻璃、空心玻璃砖、玻璃饰面砖等20来种，此外，还试制成功很多种特种工业技术用的玻璃。当然，从宏伟的社会主义建设事业和广大劳动群众日益增长的需要来看，还远远不能

滿足，需要我們今后加倍的努力。

這本書是我局根據世界各國玻璃工業的零散技術資料編寫的。書內介紹了三十多種新型玻璃和特種玻璃。這些新品種玻璃，在我國有的已投入生產，有的正在試制中，有的還未着手研究試制。我局編寫這本書的目的，是向讀者介紹玻璃工業一些新的技術知識。

由於我們編譯水平較低，搜集的資料也欠完整，因此，缺點和謬誤之處可能不少，敬希讀者批評、指正，以便再版時修正補充。

建築工程部技術情報局

1959年10月

# 目 录

## 序 言

- 一、石英玻璃 .....( 1 )
- 二、高矽氧玻璃 .....( 7 )
- 三、鋼化玻璃和特殊鋼化玻璃 .....(11)
- 四、变色玻璃 .....( 16 )
- 五、吸热玻璃 .....( 20 )
- 六、电热玻璃 .....( 23 )
- 七、波形玻璃 .....( 24 )
- 八、泡沫玻璃 .....( 28 )
- 九、双层玻璃 .....( 32 )
- 十、折光玻璃 .....( 36 )
- 十一、門玻璃 .....( 38 )
- 十二、玻璃飾面磚 .....( 40 )
- 十三、空心玻璃磚 .....( 43 )
- 十四、薄膜玻璃 .....( 48 )
- 十五、作涂层和襯里用的玻璃 .....( 52 )
- 十六、冶金工业用的玻璃潤滑剂 .....( 56 )
- 十七、化学試驗用的无棚玻璃 .....( 60 )
- 十八、“西瑪克斯”玻璃 .....( 64 )
- 十九、感光玻璃 .....( 66 )
- 二十、微晶玻璃 .....( 69 )
- 二十一、易熔玻璃 .....( 76 )

二十二、	焊接玻璃	.....	( 78 )
二十三、	絕緣子玻璃	.....	( 82 )
二十四、	导电玻璃	.....	( 85 )
二十五、	表面涂有导电层的玻璃	.....	( 89 )
二十六、	防 $\alpha$ 射綫及 $\gamma$ 射綫的玻璃	.....	( 92 )
二十七、	吸收和透过紫外綫及紅外綫的玻璃	.....	( 95 )
二十八、	單面透視玻璃	.....	(100)
二十九、	晶質玻璃	.....	(101)
三十、	泥煤渣玻璃	.....	(104)
三十一、	其他玻璃	.....	(105)

## 一、石英玻璃

石英玻璃是用电热熔化純石英制成的。石英玻璃分为透明石英玻璃和不透明石英玻璃两种。透明石英玻璃是用水晶熔制的，不透明石英玻璃是用純淨的石英砂熔制的。后者所以不透明，是因为玻璃內含有大量的大小为 $0.003\sim 0.3$ 毫米的小气泡的缘故。

石英玻璃有下列許多特点：

### 1. 机械性能

不透明石英玻璃当气孔率为 $5\sim 7.5\%$ 时，其密度相应地为 $2.02\sim 2.08$ 克/立方厘米。透明石英玻璃的密度是固定的，为 $2.21$ 克/立方厘米。

石英玻璃的抗压、抗弯和抗拉性能良好：在 $20^{\circ}\text{C}$ 时，透明石英玻璃抗压强度极限为 $6500$ 公斤/平方厘米，抗拉强度极限为 $600$ 公斤/平方厘米，抗弯强度极限为 $1000$ 公斤/平方厘米；它的抗冲击性能較差，小于 $1.1$ 公斤-厘米<sup>1/2</sup>/平方厘米。不透明石英玻璃的抗压、抗拉和抗弯强度极限为透明石英玻璃的 $1/2\sim 1/3$ 。石英玻璃管的抗压强度很大(見表1)。

当溫度升高时，石英玻璃的机械强度亦随着增加；当加热到 $1200^{\circ}\text{C}$ 时，其强度比在室溫时高 $50\sim 60\%$ 。

### 2. 热工性能

石英玻璃的热膨胀系数极小。在 $20^{\circ}\text{C}$ 时，它只有 $5\times 10^{-7}$ ，在 $1200^{\circ}\text{C}$ 时为 $11\times 10^{-7}$ ，即仅为普通玻璃热膨胀系数的 $1/10\sim 1/20$ 。因此，石英玻璃的热稳定性极好。大块的不



透明石英磚在加熱到 $1000^{\circ}\text{C}$ 時，突然用風吹，不會破裂。薄壁的透明石英製品在加熱到 $1000^{\circ}\text{C}$ 後，立刻投入冷水里，也不會破裂。

石英玻璃管的抗壓強度 表 1

玻璃種類	內徑(毫米)	壁厚(毫米)	破壞壓力 (公斤/平方厘米)
透明石英玻璃	5	1	150
透明石英玻璃	9	2	190
透明石英玻璃	10	1	70
不透明石英玻璃	12	2	17
不透明石英玻璃	115	13	10
不透明石英玻璃	200	13	7
不透明石英玻璃	370	14	3

石英玻璃能耐 $1100\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 的高溫，而在短時間內，能耐 $1400^{\circ}\text{C}$ 的高溫。

### 3. 化學性能

石英玻璃能抵禦多種濃酸（除氫氟酸和磷酸外）的腐蝕，甚至在溫度升高時也如此。透明石英玻璃的耐酸性能比不透明石英玻璃高 $1\sim 3$ 倍，因此，用不透明石英玻璃作成的某些重要的化工設備，內壁往往鋪一層薄薄的透明石英。

石英玻璃的耐鹼性較差，不宜在強鹼性介質中使用。

### 4. 電氣性能

石英玻璃的介質強度很高，導電性極小（甚至在高溫下），它的電氣絕緣性能比任何玻璃和陶瓷都好。在常溫下，不透明石英玻璃的單位導電係數只有 $10^{-16}$ ·歐姆 $^{-1}$ ·厘米 $^{-1}$ ，而透明石英玻璃只有 $10^{-18}$ ·歐姆 $^{-1}$ ·厘米 $^{-1}$ ，即僅為一般技術玻璃導電係數的 $1/10^3\sim 1/10^5$ 。

石英玻璃的介質損失極小。當電場頻率為  $10^6$  赫芝時，不透明石英玻璃的介質損失為 0.0003，透明石英玻璃則無介質損失。當頻率為  $2 \times 10^6$  赫芝時，不透明石英玻璃的介質損失為 0.0025，透明石英玻璃的介質損失為 0.0006。

### 5. 光學性能

石英玻璃能透過紫外綫，這在科學技術上是有很大價值的。厚度為 13 毫米的石英玻璃的紫外綫透過率見表 2。

厚度為 13 毫米的石英玻璃的紫外綫透過率 表 2

波 長 (MM $\mu$ )	透 過 率 (%)	波 長 (MM $\mu$ )	透 過 率 (%)	波 長 (MM $\mu$ )	透 過 率 (%)
217	6.0	238	41.3	268	90.0
220	10.1	240	41.3	272	91.0
224	21.2	242	41.9	276	91.2
226	28.0	244	43.5	280	91.6
228	34.0	248	50.9	290	92.0
230	38.0	252	62.0	300	91.8
232	40.9	256	73.0	350	92.0
234	41.9	260	82.0	400	92.4
236	41.9	264	87.5		

透明石英玻璃的生產方法主要有三種：真空加壓法、預熱水晶法和氣煉法。

#### 1. 真空加壓法

水晶在真空下熔融，可以大大地降低玻璃內的空氣含量。真空加壓法即是在熔融結束前，用加壓來代替真空，以壓縮並減少玻璃內的气泡。

目前廣泛採用的是真空常壓法，即是在熔融結束後，使熔體在大氣壓力下保持一定時間。採用真空常壓法可以大大簡化熔爐的結構，但用此法制得的玻璃的气泡較多。

如果石英玻璃在熔制后需要进行热处理，那末采用真空常压法比较合适。因为用真空加压法制成的玻璃在热处理时，其中的压缩气体会重新胀大，同用真空常压法制得的玻璃一样。

加压熔制通常在坩埚或棒式电阻炉中进行；常压熔制既可以在坩埚感应电炉中进行，也可以在电阻炉中进行。

### 2. 预热水晶法

水晶逐渐加热到 $800^{\circ}\text{C}$ 后，将仍保持透明性的晶体进行快速熔制。熔制时，应特别注意加热器、坩埚和隔热层的保护，因为一般的石墨坩埚在熔融的氧化砷作用下很快被侵蚀，通常隔热用的苦土也会被还原、烧结而失去其隔热性能。

熔制时，采用连续作业的电炉，在氮或氮氢混合物的气氛下进行。

### 3. 气炼法

这种方法是用气流吹送水晶颗粒，使之在火焰内加热，落到热表面上熔化，以逐渐形成透明的石英玻璃熔块。

不透明石英玻璃是在电阻炉里熔化的。石英玻璃的原料是石英砂，其纯度要求很高，二氧化砷含量要在99%以上。电阻炉内用石墨电极；石英砂放在石墨电极的四周。当加热到 $1600^{\circ}\text{C}$ 以上时，石英就熔化成熔块。将熔块从电极上取下，压型成砖或拉制成管。

石英玻璃广泛地用在各种工业上。

它可以制造各种化学试验器皿（见图1）、管子（见图2）、棒、容器、窥视玻璃、过滤器、异型构件、砖及板材等。可以制造化学工业的耐酸导管、浓缩塔、冷却器及纯度很高的化工产品。

它可以制造高温热电偶套管，直接测量钢水的温度；可

以压制比其它耐火材料使用寿命高好几倍的石英磚，砌筑熔  
化高硼玻璃的熔窑；可以做各种电爐的爐体、燃燒嘴和电热  
器等。

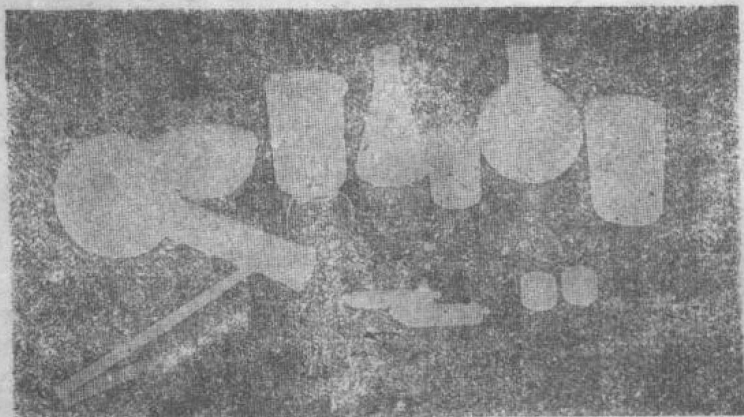


图 1 用石英玻璃制的各种化学器皿

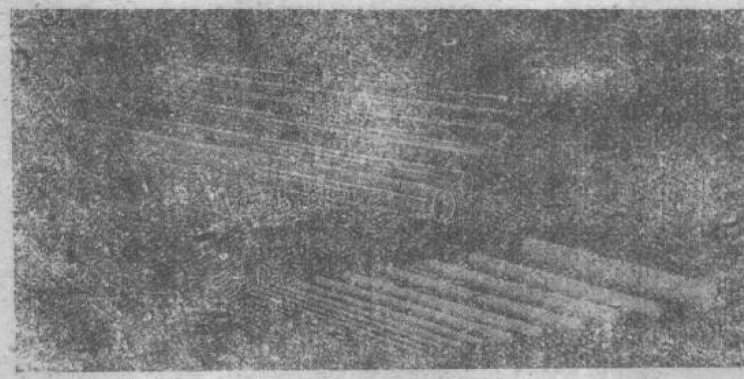


图 2 石英玻璃管

它可以制成耐高压、高温和能抵御侵蚀性气体的电绝缘  
子，用在高频绝缘的电气工业上。

它还可以作某些有色金属和贵金属（如：铜、铅、铝、

錫、銀、鎢，以及含鎳、鉻、鉬、鎢、鈳、鈳、鈳的耐酸和耐熱合金鋼)的代用品。

### 参 考 資 料<sup>①</sup>

- ① “Кварцевое стекло”, Промстройиздат, 1956年\*。
- ② “玻璃工业的几种新产品”, 1958年, 建筑工程出版社\*。
- ③ 石英玻璃的生产问题, “Silikattechnik”, 1956, 6, №2, 67~69。
- ④ 用水晶制造透明石英玻璃的方法, 德意志民主共和国专利 №7502。
- ⑤ 石英玻璃的生产问题, “Стекло и керамика”, 1954, №9, 15~19。
- ⑥ 石英玻璃的制造, 英国专利 №783244。
- ⑦ 石英玻璃生产的改进, 法国专利 №1123234, 1956年。
- ⑧ 石英玻璃的制法, 日本专利 №26—5634, 1951年。
- ⑨ 最纯粹石英玻璃的制法及应用, 西德专利 №1039715, 1959年。
- ⑩ 无气泡石英玻璃的制法, 西德专利 №854073。
- ⑪ 光学石英玻璃的制法, 德意志民主共和国专利 №9092。
- ⑫ 石英玻璃生产方法, 西德专利 №1011594。
- ⑬ 石英玻璃砖的生产, “Стекло и керамика”, 1955, №5, 12~14。
- ⑭ 石英玻璃管道及设备, “Химическая промышленность”, 1954, №1, 15~19。
- ⑮ 石英玻璃管的弯曲, 西德专利 №851401。
- ⑯ 石英玻璃的焊接, “Сварочное производство”, 1958, №6, 30~33。
- ⑰ 吸收在 2000Å 以下产生臭氧的射线的石英玻璃, “Glastech. Ber.”, 1956, №12。
- ⑱ 吸收紫外光谱用的石英玻璃, 法国专利 №1129040, 1957年。

① 凡有\*号的, 是本文的参考资料, 未带\*号的, 是其它有关参考资料, 这里一并列出, 以供读者参考; 下同。

## 二、高矽氧玻璃

高矽氧玻璃是一种含  $\text{SiO}_2$  高达95%以上的玻璃。它的許多性能与石英玻璃非常相似。它的制造工艺虽然比普通玻璃复杂，但比石英玻璃簡單；成本也比石英玻璃低廉。因此它是石英玻璃极好的代用品。

高矽氧玻璃是利用硼質玻璃的某种特性制造的。硼質玻璃在一定的溫度下，經過热处理后，可分为成分完全不同的两个相。一个相主要含矽氧，称为高矽氧相，由于它不溶于酸，又称为不溶相；另一个相主要含氧化硼，能溶于酸，称为可溶相。在硼質玻璃制品热处理（使玻璃分相）和酸处理（浸出硼質玻璃中的可溶相）后，把所得的多孔性高矽氧玻璃，在較高溫度下燒結，就成了透明的高矽氧玻璃制品。

制造高矽氧玻璃用的硼質玻璃的化学成分为： $\text{SiO}_2$ —62.94%； $\text{B}_2\text{O}_3$ —27.26%； $\text{Al}_2\text{O}_3$ —1.47%； $\text{Na}_2\text{O}$ —8.33%。

由于这种玻璃对坩堝的侵蝕較烈，所以熔制时要采用耐蝕性能較好的坩堝。坩堝的化学成分如下：

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	灼燒失重
60.09%	36.90%	0.54%	0.62%	0.06%	0.522%	1.73%	0.06%

为了降低玻璃对坩堝的侵蝕作用，一般熔制溫度在1370~1390°C左右，最高熔制溫度不超过1400°C。从加料开始到完全澄清为止，全部熔制時間約为10小时。熔制毕，将玻璃液冷却到1220~1100°C之間，再用人工成型，制成各种制品。

热处理的程序如下：1) 将制品放入自动控制温度的电爐中，关好爐門；2) 将室温逐渐升高到热处理温度（ $575\sim 585^{\circ}\text{C}$ ）；3) 在热处理温度下停留24小时；4) 冷却。为了避免冷却过程中玻璃内部发生应变，在 $500^{\circ}\text{C}$ 以上时，应放慢冷却速度，即约每小时 $25^{\circ}\text{C}$ ；在 $500^{\circ}\text{C}$ 以下时，可加快冷却速度，讓其在爐中自然冷却。

热处理后，玻璃呈乳白色。一般說来，这就是已经分相的象征。已经分相的玻璃在进行酸处理前，先在稀氢氟酸溶液（100毫升水加5毫升约40%的氢氟酸，再加0.17毫升濃硫酸）中浸潤数分鐘，以溶去在操作和热处理时玻璃表面上形成的成分已经改变的玻璃薄层。

酸处理用的酸溶液是3N盐酸；在酸溶液中加入氯化铵，使之饱和。通常在每1升酸溶液中加入500克氯化铵，一面加热一面攪拌，使其很好地溶解。酸溶液的温度维持在 $90\sim 95^{\circ}\text{C}$ 左右。

酸处理时间随玻璃成分、制品厚度等因素而定。厚度为 $1.5\sim 2.0$ 毫米制品的处理时间为70小时左右。

酸处理后，慢慢地降低酸溶液的温度和浓度。将制品取出，放入流水中洗滌。洗滌时间为 $10\sim 12$ 小时。经过洗滌干净的制品，在低温烘箱中慢慢烘干。此时制品呈乳白色，并多孔。

烘干后，在电爐中将多孔玻璃渐渐加热，进行燒結。开始时，每小时升温约 $100^{\circ}\text{C}$ ；当温度达到 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ 以后，升温速度可以增快。燒結温度为 $900\sim 1100^{\circ}\text{C}$ ，燒結时间仅数分鐘。燒結后，将制品取出，并投入冷水中急冷。这时，玻璃已变成透明的高矽氧玻璃，它的热稳定性良好，即使在 $900^{\circ}\text{C}$ 的温度时驟然投入冷水中也不会裂开。

由多孔高矽氧玻璃經燒結而變成的無孔隙透明玻璃，其體積縮小約30%左右。

高矽氧玻璃的化學性能及物理性能如下：

### 1. 化學分析

玻璃化學分析成分表

表 3

氧化物	玻璃類別	硼質玻璃	高矽氧玻璃
		%	%
SiO <sub>2</sub>		63.20	95.10
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		26.42	3.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3.50	0.95
Na <sub>2</sub> O		6.57	0.32
合計		99.69	99.72

表 3 中所列的硼質玻璃的化學成分與原來作為配方的成分有些不符合。原因是：1) 這種玻璃在熔製時侵蝕坩堝較烈，因而有相當量的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 進入玻璃熔體，使玻璃中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的含量從 1.47% 提高到 3.50%；2) 玻璃中的一部分 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 與 Na<sub>2</sub>O 在熔製過程中因揮發而損失。

硼質玻璃經過熱處理、酸處理和燒結後，制得的高矽氧玻璃的成分與原來的硼質玻璃的成分完全不同。這是因為玻璃分相後，可溶相被酸液浸出而剩下高矽氧相的緣故。

### 2. 比重和膨脹系數

高矽氧玻璃的比重為 2.186，膨脹系數  $\alpha = 9 \sim 10 \times 10^{-7}$  (度)<sup>-1</sup> (16~350°C 之間)。

### 3. 溫度穩定性

將高矽氧玻璃加熱到 1050°C，然後在 0°C 冰水混合液中急冷，它不發生任何變化；加熱到 1100°C，然後在 0°C



冰水混合液中急冷，它不破裂，仅表面发毛而已；加热到 $1150^{\circ}\text{C}$ ，然后作同样试验，它也不破裂，仅有起泡现象。

#### 4. 化学稳定性

高矽氧玻璃的化学稳定性十分良好。它不论在酸性溶液或硷性溶液中，都比派勒克斯玻璃更为稳定。

#### 5. 光学性能

高矽氧玻璃的折射率 $N_D=1.458$ ，同石英玻璃相似。它对可见光波的透明度十分良好，并且能透过大量的长波紫外线和相当数量的短波紫外线。光波愈长，则透过率愈大。但当波长超过 $3000\text{A}$ 时，它们的透过率却非常接近，约为 $92\%$ 。

#### 6. 烘炼温度和软化温度

高矽氧玻璃的烘炼温度和软化温度都很高。软化温度目前无法测定，烘炼温度约在 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 左右。

#### 7. 析晶倾向

高矽氧玻璃在 $800^{\circ}\text{C}$ 以下时，虽然维持时间很长，还是析晶的。在 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 之间时，若维持时间较长，就要析晶，但析晶速度极慢。超过 $900^{\circ}\text{C}$ 时，析晶速度加快；当到达 $1100^{\circ}\text{C}$ 时，即使维持时间极短，也要析晶。

析晶作用先在玻璃表面开始，然后在玻璃内部发生。玻璃析晶后，温度稳定性就不如以前，尤其在冷却到 $300^{\circ}\text{C}$ 以下时，玻璃极易发生破裂。

#### 8. 灯工性质

高矽氧玻璃制品的特点是可以预先将未经处理的硼质玻璃制作成型。硼质玻璃的灯工性质非常好，因此，可以吹制成各种形状的制品。由于制品厚度不均，构造复杂，在处理过程中极易破裂，所以必须经过高矽氧制品的灯工操作。灯工操作时，小制品可用氧-煤气火焰进行；大制品则须用氢-氧