

土法制造平板玻璃的经验及操作要点

江苏省轻工业厅

平板玻璃中较薄的一种又名窗玻璃，厚度一般从2—6公厘，原来主要用作建筑材料。在工农业生产大跃进和人民公社化的新形势下，由于玻璃阳畦育苗的推广、农村房屋的改建以及农村工业的兴办，平板玻璃的需要量已大大增加，因此为了解决平板玻璃的迫切需要，就必须采取小、土、羣的办法。土法上马由土到洋；小型为主，大、中、小相结合，发动羣众大搞土制平板玻璃，使平板玻璃工厂能在有条件的县遍地开花。

这里根据无锡合众玻璃厂的经验简单的说明玻璃用的原料、生产工艺、工厂的主要技术经济指标，和劳力配备等有关生产技术问题。但由于试点时间较短，生产上经验不足，设备上尚存在不少缺点，生产工艺也需要继续研究改进，因此所提出的只是些初步意见，还希各有关方面指正。

平板玻璃的成份

一、原料：

这里所谈的平板玻璃是指土法生产的窗玻璃，产品主要使用对象是农业育苗暖房建筑和一般农村房屋建筑，在质量要求上可以比一般机制平板玻璃低一些。

1.石英砂、天然产的石英砂是玻璃中最主要成份，在没有石英砂的地方也可以采用砂岩，但普通都不采用石英石，因为它的质坚硬，破碎困难，影响成本。

土制平板玻璃用的石英砂质量要求不太严格，粒度最好是0.15—0.8公厘，砂中含铁不超过0.4%。

2.白云石：又叫苦灰石，主要供给玻璃中的钙和镁，在调剂玻璃中的钙和镁的含量时可加入石灰石，采用的白云石在质量上要求含铁量不超过0.4%。

3.纯碱：是助熔剂，使玻璃容易熔化，用于土制

平板玻璃，一般工业生产的纯碱均可使用。纯碱供应不足时可以一部分或全部以芒硝代用。

4.芒硝：能帮助澄清玻璃中气泡和引入氧化钠，在混合料中如用含水的芒硝顶好预先经过脱水处理。混合料中用芒硝时应在混合料中加入相当于芒硝5—6%的煤粉作还原剂。

5.长石：主要供给玻璃中的铝，长石中含有氧化钠和氧化钾，因此使用长石可以减少纯碱用量。

6.萤石：也是一种助熔剂，可以促进熔化，但其缺点为能降低玻璃的耐久性，一般用量顶好不超过纯碱化钙1%。

二、窗玻璃的成分：

窗玻璃的成分与其成型方法和使用要求有很大关系，例如用手筒法吹制窗玻璃，特别是要吹较大的园筒形时，要求玻璃料含钙量要高一点，垂直引上法则要求玻璃的析晶可能性顶小，符合成型时的粘度和很快的硬化速度等等。

根据参考书籍及文献介绍：

近代工业上广泛采用的手工成型（即吹制法）窗玻璃成分范围是：

二氧化矽	71.0—75.0
三氧化二鉄	0.5以下
氧化鈉	11.0—14.0
三氧化二鋁	2.0以下
氧化鈣	9.0—15

这类成分叫做高钙玻璃。

垂直有槽子引上法所应用的玻璃成分可分：钠钙玻璃、铝镁玻璃、“白云石”玻璃三种。

1. 钠钙玻璃成分：

玻 璃	二氧化矽	三氧化二鋁	三氧化二鉄	氧化鈣	氧化鎂	氧化鈉	氧化鉀
苏联“偉大的十月”工厂	72.09	0.58	0.12	8.87	0.20	17.69	—
苏联米舍龙工厂	72.09	0.85	0.20	8.95	0.21	16.98	—
苏联“水晶”工厂	71.02	1.68	—	9.08	0.25	17.50	—
外国工厂	70.40	2.59	0.11	9.80	0.09	15.76	—
外国工厂	72.50	0.90	0.10	10.58	0.11	15.21	—

鈉鈣玻璃的性能較差，特別是化學穩定性較差，不能完全滿足要求，所以現在很少採用。

2. 鋁鎂玻璃成分：鋁鎂玻璃的主要特點在於氧化鎂代替了部份氧化鈣，並加入了氧化鋁，與鈉鈣玻璃相比，有下列優點。

- ①比較容易熔化；
- ②在操作情況下析晶的可能性減小；
- ③化學穩定性較好；
- ④硬化速度較快。

全蘇玻璃研究院提出的玻璃成分如下：

二氧化矽	71.2%
氧化鈣	8.0%
氧化鈉	15.0%
三氧化二鋁	1.8%
氧化鎂	3.5%
硫酸	0.5%

秦皇島耀華玻璃廠的窗玻璃成分如下：

二氧化矽	71.3%
氧化鈣	7.5%
三氧化二鋁	2.3%
氧化鎂	3.5%
三氧化二鐵	0.2%
氧化鈉	15%

3. “白雲石”玻璃也就是高鎂玻璃，它的成分：提高玻璃中氧化鎂成分到4—4.5%，相應的降低一點氧化鈣的含量，它的優點是不易析晶，粘度大有利於引上作業，和化學穩定性較好。

目前無錫合眾玻璃廠在試驗中採用的玻璃成分：粉料是按秦皇島耀華玻璃廠的配方，熟料是用雜料和片料各半的統料。成型方法是用滾軋法。

從書本介紹，目前窗玻璃較適宜的成分範圍是：

二氧化矽	71.2—72.5%
氧化鈣	6.5—7.5%
氧化鈉	14—14.5%
三氧化二鋁	1.6—2%
氧化鎂	3.5—4.5%

三、配料與料方計算：

配料是要根據所設計的玻璃成分來進行的，同時需加入氧化劑、還原劑、澄清劑、脫色劑、加速劑等輔助原料，配料首先儘可能在原料上要簡單化，不要把配方弄得太複雜，原料的採用要注意價格成本，同時也要照顧到質量的要求。儘量採用加工手續較少或容易加工的原料，此外還要考慮到氣體比應在15—20

%之間，澄清、氧化還原和原料揮發等問題，不過在平板玻璃中遇到的這些問題是不太複雜的。

通常引用的澄清劑及其在粉料中百分含量如下：

硫酸鈉	0.3—0.5%
硫酸鋁	0.25%
硝酸鋁及氯化鋁	0.25%
氯化鈉	1%

在配料時還應加入碎玻璃，既能減少粉料消耗，又有利於熔製，根據理論加入碎玻璃25—30%為最合適，但目前國內工廠一般的採用碎玻璃40—50%。

配料的計算，大多數工廠用代數法：

舉例：

計算窗用平板玻璃成分的配方：

二氧化矽——7.2%；三氧化二鋁——1.5%；
氧化鈣——7.5%；鈣化鎂——4.0%；
氧化鈉——15.0%。

原料成分為：

原料	二氧化矽	三氧化二鋁	氧化鈣	氧化鎂	氧化鈉
砂岩	99	0.4	0.2	—	—
長石	70	18	—	—	12
白雲石	0.3	—	32	21	—
石灰石	0.3	0.1	54	1	—
純鹼	—	—	—	—	58
芒硝	—	—	—	—	44

1. 粉料的計算：

為了計算方便，可採用下列符號

- x —— 砂岩用量
- y —— 長石用量
- m —— 白雲石用量
- n —— 石灰石用量

先將砂岩與長石列成一組二元聯立方程式

$$\begin{cases} \text{二氧化矽在配方中的百分比是72} & \begin{cases} 72.00 = 0.99x + 0.70y \\ 1.5 = 0.0004x + 0.18y \end{cases} \\ \text{三氧化二鋁在配方中的百分比是1.5} \end{cases}$$

解之： $x = 67.902$ $y = 6.8244$

在砂岩及長石中引入的氧化物如下：

	二氧化矽	三氧化二鋁	氧化鈣	氧化鎂
砂岩	67.223	0.272	0.136	—
長石	4.777	1.228	—	0.818

將白雲石與石灰石列成一組方程式。在白雲石中引入的氧化鈣=0.32 m ，氧化鎂=0.21 m ，在石灰石內引入的氧化鈣=0.54 n ，氧化鎂0.01 n 。但因在長

石引入了氧化鈣=0.136,故必須在氧化鈣总数內減去長石中引入的氧化鈣量,最后得出下列二元联立方程式:

$$\begin{cases} \text{氧化鈣在配方中的百分比为7.5} & 7.5-0.136=0.32m+0.54n \\ \text{氧化鎂在配方中的百分比为40} & 4.0=0.21m+0.01n \end{cases}$$

解之: $m=18.9325$
 $n=2.4175$

由于白云石与石灰石引入的氧化物如下:

	二氧化矽	氧化鈣	氧化鎂	三氧化二鋁
白云石	0.057	6.058	3.976	—
石灰石	0.007	1.305	0.024	0.002

白云石与石灰石共引入二氧化矽=0.057+0.007=0.064

石灰石引入的三氧化二鋁=0.002

由于白云石与石灰石引入部分的二氧化矽及三氧化二鋁,因而使砂岩与長石用量減少.使砂岩減少量为 p 使長石減少量为 q 則可得下列联立方程式.

$$\begin{cases} 0.064=0.99p+0.70q \\ 0.002=0.004p+0.18q \end{cases}$$

解之: $p=0.0578$ $q=0.00983$
故实际砂岩用量为: $67.902-0.0578=67.8442$
实际長石用量为: $6.8224-0.00983=6.8146$
設以芒硝引入氧化鈉总量的20%,按配方中氧化鈉为15%,所以由芒硝引入的氧化鈉量为 $15\% \times 20\% = 3\%$ 則芒硝用量为 $3 \div 0.44 = 6.82$
在長石中引入的氧化鈉=0.818,芒硝引入氧化鈉=3則純碱用量为:
 $(15.0-3.0-0.818) \div 0.58 = 19.28$

考虑純碱的揮发与損失共3.2%,故实际純碱用量为:

$19.28 \div (1-0.032) = 19.92$
加入还原剂焦炭为芒硝用量的6%,故焦炭用量为:

$6.82 \times 6\% = 0.4092$
因此各种原料用量如下:

石英砂或砂岩	67.8442
長石	6.4146
白云石	18.9326
石灰石	2.4175
純碱	19.92
芒硝	6.82
焦炭	0.4092

四、操作中应注意的几点,土制平板玻璃用2吨左右的小型池爐,在配料、加料操作中,我們体会有以下一些要点:

- 1.配料:
- ①以500斤为一料,配一料,拌一料。
 - ②配料要正确,不許把原料搞錯,每种原料存器上应显著地写明原料名称,以資識別。
 - ③粉料必須混和均匀,先称好各种原料,用一层一层鋪的方法,投入料箱,然后从左到右翻一翻,用一寸8眼篩子篩一遍,再翻一翻篩一遍。
 - ④粉料拌和后,掺入 $\frac{1}{2}$ 的碎玻璃,要一层碎玻璃,鋪上一层粉料,各加若干层,做到粉料和碎玻璃均匀。

- ⑤为了防止矽尘飞揚,应隔日噴水。对純碱不得噴水,其它粉末的水份不宜超过10%。
- ⑥粉料拌好后,需要保持清洁,可以陆續运往車間,便于加料,料箱要随时遮好。

- 2.加料:
- ①定时定量加料,每小时加一次,根据用量,并結合爐溫、熔融情况确定加入量。
 - ②在加料时,操作要快,減少冷风侵入影响爐溫。
 - ③在加料前,必須等料池內粉料熔化,方可加料,否則会造成細水泡。

玻璃的熔制

按設計的玻璃成分計算出料方进行配料,拌和均匀的混合料就可加入熔窖进行熔制。

- 一、熔窖:
- 熔窖是生产玻璃的主要設備,爐窖的大小、多少就决定了生产能力的大小。

玻璃熔爐根据所用燃料的种类很多,一般可分为坩堝爐和池爐两大类:

坩堝爐产量較小,是間歇生产,耗燃料較多,普通用来熔制高品質的器皿玻璃、光学玻璃、高級玻璃、特种玻璃以及顏色玻璃等。

池爐能够連續生产,也有間歇生产的,产量比坩堝爐大,玻璃在料池內进行熔制,生产能力根据料池容料量而決定。无錫合众玻璃厂砌造用以熔制平板玻璃的熔爐是一座容量为1.8吨的小型半煤气池爐,爐子的結構是較簡單的(參看附图),整个爐子概括的可分为小爐和窖池二部分,下面有二尾风道,当空气由风道进去,經過爐內預热进入噴火处,小爐內加煤燃燒生成火焰通过噴火口进入窖池在窖池內由窖池前左右两端火道吸入烟道出去,原料在窖池內受到火焰幅射

熱即能熔融成玻璃液。

二、玻璃的熔融

玻璃的熔融即經過高溫使配合料熔化成為适于制品成型的均一玻璃液。

熔融過程可分為玻璃的形成、澄清、冷卻三個連續階段。

1.玻璃的形成：玻璃的形成與熔爐的溫度有着很大的關係，爐溫愈高玻璃的形成速度愈快。另外配合料的均勻度和粉料的顆粒度對玻璃的形成速度也有影響，料子均勻顆粒細熔化快。

一般工業玻璃的形成過程是：

溫度至攝氏100度以上配合料中水份先逸出，溫度再上升，配合料內形成碳酸鹽，溫度升高復鹽熔化，攝氏600—813度矽酸鈉形成，攝氏890—900度氧化鈣熔體與二氧化碳開始作用，溫度略高於攝氏1200度時粉料全部熔化，變成了玻璃，但此時玻璃內含有多量的氣泡，因此玻璃呈不透明的白色。

2.玻璃的澄清：

熔化後的配合料熔化成玻璃，溫度繼續上升到攝氏1400度以上玻璃液內多量的氣泡逸出，氣泡的逸出不單使玻璃液逐漸達到透明，而且由於氣泡的翻動使玻璃組成均勻混合。

3.冷卻：

澄清是玻璃熔制中溫度頂高的一個階段，此時玻璃粘度太低還不適宜於成型，因此必須通過冷卻使玻璃的粘度符合成型要求，一般是溫度降低到攝氏200—300度。

三、燒爐操作：

1.推行“勤添薄加”快速操作加煤法，每隔7—8分鐘，加煤一次，每次加煤10斤左右。

2.每隔4小時掏爐底一次，先用鐵鈎將黑煤屑輕輕鈎掉，然後用鐵棒從牆邊撬、撬松即停盡量使紅煤屑少落出，爐底必須排平，不得有空洞透風。

3.爐塘中如凝結大煤渣，必須先行擊碎，分批掏下排齊。加料和掏清時間要間隔開，不要加了料馬上就掏渣或掏渣加煤的馬上加料，以免因掏渣加煤時爐內溫度降低影響料的熔融。

4.爐塘的水槽內，經常要保持一定的存水，使水蒸氣上升，起助燃作用。

5.煤種搭配必須均勻，過大需敲成拳形塊，不要敲得過小或成細末。

6.爐心中一定要保留一定數量煤層，掏爐時不要把爐心中煤層都勾下，免得影響爐溫。

7.煤中如滲有石塊必須揀除。煤中如過於乾燥，可摻入少許水份，一般在5%左右。

玻璃的成型方法

平板玻璃的成型是一個比較重要而且也是值得研究的問題，我國目前幾家大型現代化平板玻璃廠是採用垂直引上的成型方法。用垂直引上法制平板玻璃廠，產、質量均高，但是一套引上設備不但投資很大，同時還必須有很高的廠房，所需鋼材很多，根據目前的情況，這種生產方法不能馬上上馬，也難以普遍推廣。因此土法製造平板玻璃也就必須另想土辦法。

根據江蘇省幾家玻璃廠的試制，土制平板玻璃可採用以下三種成型方法。

一、吹筒成型

這個方法是把玻璃料挑出吹成一個圓錐體，中間割開，再在小烘爐內放在鐵板上軟化推平，就成薄玻璃片。

這種方法成型雖玻璃表面較光滑，厚薄質量也較好，但是產量低，吹制工人勞動強度大，尤其是缺乏吹制技工的地方就不能採用此法，因此只宜於製造少量的有色玻璃時採用。

二、滾壓成型：

滾壓成型設備也很簡單。用一個中間可通水冷卻的空心鐵滾筒和一块鐵板，鐵板下面裝置用磚或其他材料砌成的和鐵平面面積相等的長形體，它和鐵板之間留一公分左右空隙，使能通水讓鐵板冷卻。

成型時玻璃料從熔爐內用鐵杆挑出或用鐵勺取出，馬上放在鐵板上用滾筒滾壓，此法製成平板玻璃容易因操作關係而形成厚薄不均玻璃過厚和起波浪現象，但方法簡單，容易學會。

鐵板和滾筒大小可根據所需玻璃大小來決定，一般的滾筒長度頂好在60公分以上，直徑頂好在30公分以上，鐵板長度頂好不短於1公尺，寬不小於60公分，厚1公分左右。

滾壓出來的玻璃馬上放在耐火板、鐵板或石棉板上送往退火爐退火。

三、滾軋（軋延）成型：

在無錫合眾玻璃廠試驗此法也能軋出厚度在2—3公厘的平板玻璃。它是用一對空心滾筒中間通水冷卻，滾筒頂好是長度相等而直徑是一大一小的，直徑比約為5:1，尺寸大小可根據生產需要決定，滾筒長度應不小於80公分，大的一個滾筒直徑不小於30公分，利用一般軋面機原理，將滾筒安裝在鐵架上另裝一對

齒輪和一個轉輪與搖手，用手搖動轉輪，這一对滾筒便相對旋轉玻璃料自池爐排出流入滾筒間隙便被軋出，為了使軋出的平板玻璃能均勻的傳送出來，在滾軋機下面裝置二對皮帶盤，上面擱以石棉板、或鉄板等，當上面滾筒旋轉平板玻璃出來送到板口皮帶以等速將板送出，再由人工將板上玻璃送往退火。

滾軋操作：

1.玻璃是否熔化良好，可以拉絲察看有無米粒顆粒，再看玻璃液內氣泡多少，是否純清。

2.將挑出玻璃液，流在兩鉄滾筒中間，馬上要滾軋，溫度最好在攝氏1000度左右，以免冷了硬化成型。

3.滾軋時力求重力轉動均勻，不致影響滾軋時玻璃產生疙瘩。

4.滾軋開始，應在滾筒機上預先加熱、擦臘油，以免冷爆。

5.經過滾軋的玻璃，還未完全冷卻，可能再產生變形，必須拖到平台上用木棒平一平，等稍冷卻後，送入退火爐處理。

玻璃的退火

一、玻璃的退火是一種熱處理，即是讓剛成型好的玻璃，在一定的溫度下緩慢冷卻來消除其應力，以免發生留動破裂的現象。假使已經冷卻的玻璃存在有剩餘應力，那末為了去除或減小存在的應力，必須將玻璃加熱到一定溫度。大多數玻璃的退火溫度在攝氏450—560度之間，一般在玻璃的軟化點以下20度。

退火可在退火爐中進行，也有的是利用煙道余热，退火爐分成間歇操作和連續操作兩類。

室形退火爐是屬於間歇操作的，它主要包含一間退火室并設火箱燃燒燃料加熱退火室，在正常情況下退火室應被均勻加熱到需要的退火溫度，玻璃就送入退火室。隧道式退火爐是屬於連續操作的，是一座狹長的隧道，隧道內溫度沿着長度逐漸降低，需要退火的玻璃裝在小車上或運輸板上由隧道的一端進到另一端即完成退火，退火帶即在爐子中部。

土制平板玻璃的退火，採用連續退火較合宜，但如產量不太大時可採用間歇式。

二、退火操作：

1.退火工作開始以前，應提前4小時將烘爐生火，使爐內黑炭燒盡方可使用。

2.退火適宜溫度在攝氏500—560度左右。

3.插進烘爐的平板玻璃，要盡量輕放、裝齊，防止坍塌。

4.烘爐存放滿後，即可把門封好，停止加煤。

5.在烘爐內一般放存6小時，逐步冷卻後即可取出。

6.成型後如玻璃色帶白時，必須很快送入烘爐內，以免發生爆碎。

切裁和包裝

根據商業部門提出常用窗玻璃的規格以40×30平方公分和40×35平方公分為普通，成型出來的玻璃，特別是滾壓和滾軋等法制成的毛坯往往是成長圓形，所以一定要經過切裁成一定的規格才能出廠。

玻璃切裁技術是較簡單的，工具也不多，①玻璃刀，即金鋼石刀，②裁案，③板尺，切裁玻璃的程序是：

1.土制平板玻璃切裁時，可在切桌上加墊以利操作。

2.切裁前在搬拿大面積玻璃往案上放時，以兩手拿着玻璃上下兩邊，將玻璃中腰部靠近案邊，然後平放，推進案內，不可拿玻璃左右兩邊平拖，或僅拿一邊，以免玻璃折碎，小塊的玻璃亦應注意拿法。

3.在切裁前，看一下玻璃外觀情況，如表面潮濕，有水有土等情形，應先擦干，並能在要切裁的刀道上擦以火油，再進行走刀最好，這樣可以發揮刀子的性能，並保護刀刃，延長使用。

4.被切裁的玻璃下端最好露在案子外邊一點，便於走刀。

5.量好尺寸後，以板尺壓住，讓出刀口，用左手大指與食指，中指分開按住板尺，以四指頂住板尺，外邊按在玻璃口，防止貼着板尺里边走刀時，板尺外走斜刀口。

6.按好板尺，找好刀刃，以刀刃側邊貼近板尺由上往下走刀，刀走到玻璃下端邊部終了時，放輕停住，不要用力過猛滑下來，以防銅錫焊接處受到損失，將金鋼石磕掉，或刀刃損壞。

7.刀走的不好，要移動一下位置再另走刀，不要再在原刀口上走重回，也不要將玻璃翻過來在那面上再裁。

玻璃的包裝用木板箱，箱內空隙填裝稻草。每標準箱為10平方公尺，約50公斤，土制平板玻璃如改小包裝，可以換算。