

机制窗玻璃的生产

—技工培训教材初稿—

建筑工程出版社

机制窗玻璃的生产

—技工培训教材初稿—

國營大連玻璃廠
國營沈陽玻璃廠
公私合營秦皇島耀華玻璃廠
公私合營上海耀華玻璃廠

合編

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本书系技工教材。其内容包括机制窗玻璃生产的整个工艺过程。对原料的种类、特性及其加工、玻璃熔化、制板、切装、成品儲存、运输，以及热工系统均作了比較詳細的叙述；对生产设备、检测仪表的性能、构造、使用和維護检修方法等，也作了一般的介紹。

此书除可作为技工学校玻璃专业学生教科书之用外，也可供玻璃工厂技术操作工人和一般管理干部閱讀。

机 制 窗 玻 璃 的 生 产

— 技工培訓教材 —

四个玻璃厂 合編

編輯：陶遵謙 設計：國正堅

1958年9月第1版 1958年9月第1次印刷 10,060册

850 × 1168 · $\frac{1}{32}$ · 170千字 · 印张 $6\frac{13}{16}$ · 定价(10)1.10元

建筑工程出版社印刷厂印刷 · 新华書店发行 · 書号 1245

建筑工程出版社出版 (北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版业營業許可証出字第052号)

前 言

在玻璃工业飞跃发展的今天，我們深感技术力量不足，为了迅速培养这方面的专业人材，特編写了这本教材。

这本教材是把几个玻璃厂的技术人員临时組織起来共同編写的。內容包括了整个玻璃生产工艺过程中的一些基本知識。同时，按照理論与实践相結合的原則，着重把生产实践中的体验，各玻璃工厂行之有效的先进經驗和已經采取的新技术，新創造，也吸收进去。

由于缺乏編写經驗，時間仓促，內容和文字方面都可能有不周全和欠妥之处。但为了爭取時間，决定先以初稿付印。希望大家在教学实践中，多多提出意見，以便再版时补充和修正。

建筑工程部玻璃陶磁工業管理局

1958.8.1

目 录

第一篇 緒 論.....	6
第二篇 原 料.....	10
第一章 原料的种类和选择	10
第二章 原料的加工与調合	16
第三章 玻璃成分与配料計算	28
第三篇 玻璃熔窑的結構和耐火材料	39
第一章 玻璃熔窑的种类	39
第二章 池式玻璃熔窑的作业室	39
第三章 池式玻璃熔窑的小爐和蓄热室	43
第四章 烟道和烟囱	47
第五章 玻璃熔窑的分隔設備	48
第六章 冷却部通路和引上窑	50
第七章 交换器	51
第八章 玻璃熔窑常用耐火材料的簡單介紹	55
第四篇 玻璃熔融.....	57
第一章 玻璃的熔化过程	57
第二章 影响玻璃形成速度的因素	60
第三章 温度制度和温度控制	63
第四章 窑內玻璃液的流动	68
第五章 玻璃池窑的操作制度	71
第六章 各种仪表的使用和維護	86
第五篇 煤气发生炉	90
第一章 燃 料	90
第二章 煤气爐的設備构造及其气化过程	91
第三章 煤气爐用煤要求及煤气成分	98
第四章 煤气爐操作	102
第五章 煤气洗滌系統及煤气烟道清扫	109

第六章	蒸汽鍋爐和廢熱鍋爐	114
第六篇	引上(制板)	122
第一章	引上概論	122
第二章	弗克式引上機的構造	124
第三章	引上的操作	126
第四章	主要設備及工具	134
第五章	玻璃的弊病	142
第六章	影響玻璃產量、質量的因素	146
第七章	玻璃原板的退火和冷卻	150
第八章	槽子磚	153
第九章	采板	157
第七篇	切裝	159
第一章	切裁的工具和設備	159
第二章	切裁、檢驗和包裝	161
第八篇	儲存和運輸	163
第一章	玻璃的儲存和保管	163
第二章	玻璃的運輸	164
第九篇	玻璃熔窑的冷修和熱修	165
第一章	概 述	165
第二章	玻璃熔窑的冷修	166
第三章	玻璃熔窑的維護和熱修	198

第一篇 緒 論

建国以来，由于中国共产党的正确领导，我国工业正在突飞猛进。玻璃工业的产量及品种都获得空前的提高与增加。由于玻璃具有耐久性、高度机械强度及可塑性等宝贵的特点，所以，它不仅是装饰现代建筑物门、窗的制品，而且经过加工后，还可代替钢材及电气绝缘材料等使用。玻璃的品种及其制品非常之多：如窗用普通玻璃、玻璃管、玻璃钢等等；玻璃棉可当作隔热隔音材料，玻璃纤维可作成电气绝缘材料，也可以做为混凝土、橡胶和塑料的骨材；各种工业用玻璃如钢化、夹层、磨光、高强度玻璃等在国防和工业上具有重要的意义；在创造新的建筑艺术的今天，已经广泛地应用空心砖、有色装饰板和建筑构件等各种形式的玻璃制品。

玻璃在国民经济中的应用非常广泛，若干年来在玻璃制造上创造了许多新的方法，它们的工艺技术过程几乎是完全不同的。在下面，我们将重点介绍一下窗玻璃的生产。

一、平板玻璃的发展

人类制造玻璃已经有五千多年的历史，但那时候制成的玻璃都是不透明的，因此只能用它来制成器皿。两千年以前才有了比较透明的玻璃，人们立刻想到把它装到窗上来代替一直使用的云母、牛角、油纸等。这时的玻璃是压成一块块的饼子，用铅做成框装在窗上，因为它很不平，所以只能透过光亮，并不能看到外面的东西。

六百年以前有人发明用旋转玻璃泡的方法做成薄一点的平板玻璃，这种方法是用管沾上玻璃液吹成泡，把泡下面弄破，趁玻璃还软的时候，很快地把管旋转，玻璃泡就成一张薄片，但和管端

接触的地方就突出一块，也不经过加工，就这样一块块拼起来装在窗戶上。

一百年前有人想出来用木头气筒把玻璃吹成一个圆筒，然后剪开来把它烤软摊平，这样就可以做出比较大的薄片。

又过了几十年，发明了用机器吹筒的方法，吹出的筒有两尺直径，长有三丈多，然后截开再把它烤软摊平，这就是鲁伯氏法。

以后比利时人弗克发明了用引上机连续向上控制窗玻璃的方法，这就是到现在仍然是各国普遍采用的垂直引上窗玻璃的方法。以后在这基础上又出现了无槽垂直引上和水平拉制窗玻璃的方法，但是都还不十分普遍。

三十余年前，在我国大连及秦皇岛由外人投资兴建玻璃工厂，大连工厂用鲁伯氏拔筒法生产，约十年后改用弗克有槽引上法。秦皇岛工厂是在弗克氏法发明后不久由比利时人设计的，一开始就用垂直引上方法生产。1937年沈阳玻璃厂建立。1947年上海耀华玻璃工厂开始筹建。到1949年我国还只有大连及秦皇岛玻璃厂开工，以后因工业发展的需要，沈阳及上海耀华玻璃工厂相继复工，同时在秦皇岛厂扩建一座熔窑。解放前秦皇岛九台引上机的玻璃熔窑年产约等于二十余万标准箱（十平方公尺等于一标准箱），解放后在党和政府的领导下，生产能力大大提高，窗玻璃每机产量较解放前提高了五、六倍，1952年全国产量达300万标准箱，至1958年年产将超过500万标准箱以上。第二个五年计划期间内，玻璃工业将在我国遍地开花，到1962年底的窗玻璃年产量将达3500万标准箱。三年内我国窗玻璃的产量，就将超过任何一个资本主义国家。

二、窗玻璃的生产方法

对目前几种生产窗玻璃的方法，再作如下详细介绍：

1. 弗克引上机有槽引制法 图1表示窗玻璃从槽口中引出的情形。槽子砖1是一块长方形耐火粘土砖，沿长的方向在中间挖一条细长的槽口。浮在玻璃熔液2上的槽子砖被两端机械压

缸压入玻璃液中。玻璃液借助从引上机放下的架子沾成薄膜通过辊子转动向上引拉，经过槽口时受到两边大水包的急速冷却，玻璃液所成的薄片就冷却变硬，成为透明的玻璃板了。目前我国的玻璃工厂都是采用这种方法生产窗玻璃。生产的玻璃原板有效宽度为 1.8~2.2 公尺。为了使原板正常生产，且保持比较好的质量，槽口的温度必须严格控制 在 920~970°C。2 公厘玻璃的引上速度约为 90~120 公尺/小时。每次引上后 7~10 天需打炉重新引上，以保证原板质量正常。用这个方法可能生产出厚度由 1.2~24 公厘的玻璃，我国目前生产的玻璃厚度为 2、3、5、6 公厘。

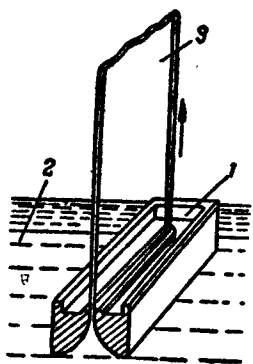


图 1 用槽子砖法成型示意图

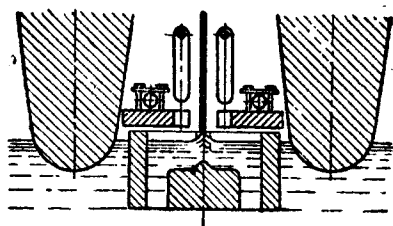


图 2 无槽子砖法成型示意图

2. 弗克引上机无槽引上法 玻璃液面上不放槽子砖，仍用引上机引制玻璃。为了控制液面的粘度均一，通常在其上放置各种不同形状耐火粘土材料以调节液面温度(如图 2)。此法较有槽法玻璃液的成型温度高 10~15°C，速度低 10~15%，但作业时间可连续维持 20 日以上。生产的玻璃比有槽法毛筋要少，可以用含碱量少的玻璃液成型，但当成型薄板玻璃时，原板厚度不均匀性有些提高，而且引上机的生产率也有些降低。

3. 水平拉制法 先从玻璃液面向上引拉，原板 2 的边缘借转动的转辊 1 而成型，然后原板 2 经安装在玻璃液面上某些高度地方的辊子 3 转弯而成水平拉制(如图 3)。在原板转弯处以煤气火焰烘烤，从成型机出来的平板进入长达 50~60 公尺的运输带式退

火炉中。用这种方法生产时，板极的温度维持在 1050°C 左右，在转弯处的温度约为 $750\sim 770^{\circ}\text{C}$ 。生产的原板较引上法的速度大，可以用含碱量少的玻璃液，失透机会少，但因原板在辊上转弯，玻璃表面将被压成很多印纹。

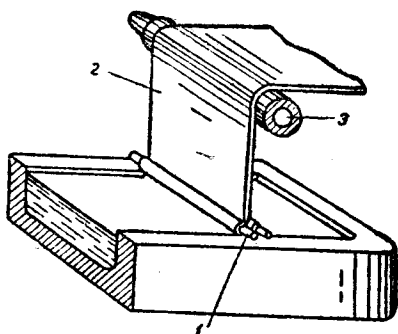
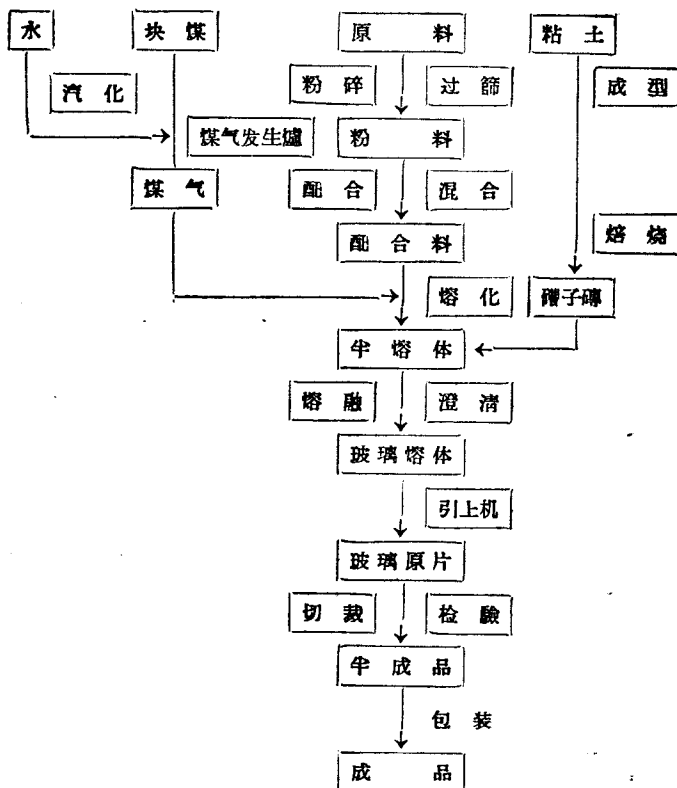


图3 平拉法成型示意图

三、有槽垂直引上法的生产流程



用垂直引上法生产的玻璃，一台机日产量可达四千五百平方公尺以上的合格原板(不去边)。每座熔窑根据熔化量可安装一台至十几台引上机。目前我国最大的熔窑有十台引上机，年产一百四五十万标准箱玻璃。

第二篇 原 料

第一章 原料的种类和选择

原料的选择应根据所要求的玻璃成分和技术、经济条件来决定。

玻璃成分是随着成型方法的不同和对制品性质上要求的不同而改变的。

技术经济条件则是考虑对于熔化速度，熔化温度，热量消耗成本因素及其质量的影响。

用(砂岩或矽砂)熔制玻璃，因其熔点很高，不易熔化，因而要加入纯碱、芒硝做助熔剂。但却严重地降低了玻璃强度和耐蚀性(溶于水)，因而又从石灰石中引入氧化钙以增加玻璃的强度和耐蚀性。氧化钙的引入，却使玻璃易于析晶。为了改善结晶性能、强度和耐蚀性，又从苦灰石中引入了氧化镁，从长石中引入氧化铝。

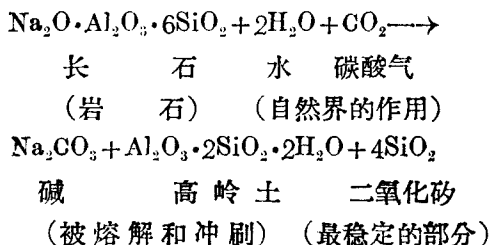
上述几种原料：砂岩、矽砂、纯碱、芒硝、苦灰石、石灰石和长石等，就成了玻璃的主要原料。

上述原料所引入的五种成分：氧化矽、氧化钠、氧化钙、氧化镁和氧化铝等，就成了窗玻璃的基本组成。

一、砂岩和矽砂

砂岩和矽砂是制造玻璃的最主要原料。

1. 矽砂：它是由石英顆粒所組成的細粒。是由于石英岩或某些其它岩石在自然界中长期受雨水，温度变化和风化的作用而分解，其中易受破坏的部分，被风化和冲刷，剩下最稳定的部分就是氧化矽。如长石經過风化作用，其分解情况如下：



矽砂的粒度 矽砂顆粒的大小对熔化有很大关系，砂粒細时，表面积大，容易熔化；但矽砂顆粒太細时，則常使所含不純物质(如氧化鉄、氧化鋁等)增加。下表即表示矽砂的顆粒大小与所含不純物质(氧化鉄)多少的关系：

顆粒的直径 (单位：公厘)	0.5~0.3	0.3~0.22	0.22~0.16	0.16~0.12	0.12以下
氧化鉄含量%	0.19	0.22	0.31	0.80	1.25

在窗玻璃生产上，允許矽砂的氧化鉄含量为0.2%以下，最合适的矽砂顆粒为含有0.25~0.5公厘直径之砂粒在95%以上，一般适用的为含有这种直径的砂粒在70%以上。

矽砂的品質 有棱角的矽砂比圓形的矽砂要好，因为其表面积大，与助熔剂接触面积大，能够加速熔化。

矽砂中除 SiO_2 外常含有：如氧化鋁、氧化鈣、氧化鎂、氧化鈉、氧化鉄等。除氧化鉄被認為是有害的杂质外，其它均做为玻璃的組成成分。

一般說来，对矽砂的要求是：化学成分波动小含氧化鉄少及顆粒均匀。成分波动小是为了便于配料，使配合料熔化后有可能

形成均一的玻璃液。也正因为这个緣故，所以矽砂进厂后，要进行分堆存放。顆粒均匀可以改善熔化的效果，提高玻璃的质量。氧化鉄可以使玻璃着成蓝綠色或黄褐色，降低了玻璃的透光度。

2. 砂岩：砂岩为沉积岩的一种，包括砂粒及胶結物质。外观顏色一般为黄白色或紅白色。其成分与矽砂一样，主要是二氧化矽，另外还含有一些其它氧化物。如本溪砂岩大概成分是： SiO_2 ——99.0%； Al_2O_3 ——0.3%； Fe_2O_3 ——0.1%； CaO ——0.1%； MgO ——0.1%。

对于砂岩品质的要求是：成分稳定和氧化鉄含量較少。为了降低砂岩中氧化鉄的含量，就須要将它們进行富选，富选方法一般用重力选矿法或电磁分离法。

二、純 碱

純碱又称曹达 (Na_2CO_3)——是助熔剂。使玻璃易于熔化。

一般是用工业产品的純碱。它是微細的白色粉末，易溶于水，是一种含杂质較少的产品。在純碱中常见的主要的杂质如氯化鈉(NaCl)，它的含量一般不超过0.5~0.8%。碳酸鈉(Na_2CO_3)約在98%左右。

除了化学工厂所生产的純碱外，还可以从天然碱湖中提取苏打。

对純碱的要求是：含氯化鈉不能过多(不高于1%)，因在高温时，氯化鈉极易揮发而成气态形成玻璃液面上的浮沫，因而容易在玻璃中产生气泡。

純碱受热时分解成氧化鈉和二氧化碳。氧化鈉进入玻璃成分中，二氧化碳逸出。

純碱按其含水量可分为两种：一种是晶形苏打($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)含有結晶水。另一种是无水苏打或称煅烧苏打(NaCO_3)。

当温度超过 12°C 时，晶形苏打风化，即渐渐失去結晶水，轉变为无水苏打。而无水苏打又极易从空气中吸收水分。工厂中常用无水苏打，为避免吸收水分，所以应把它存放在較干燥的地方。

三、硫酸鈉和煤粉

硫酸鈉的分子式是 Na_2SO_4 。含水的晶形硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 俗称芒硝。

芒硝来源有三：

1. 海硝：来自海水中（海水含有氯化鈉、氯化鎂、硫酸鈉和硫酸鎂等）。盐田有所謂“夏日出盐，冬日出硝”的說法。这是由于夏天水分从其表面强烈的蒸发，溶液中硫酸鈉的浓度增大，而当冬天温度降低的时候大量的硫酸鈉成芒硝結晶体析离出来。

2. 岩硝：呈干的坚硬石块状的硫酸鈉——无水芒硝。

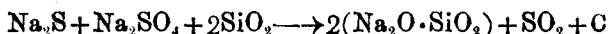
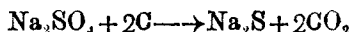
3. 人造硫酸鈉——化学工业产品。

从外表上看，硫酸鈉矿是无色略呈透明的和带有鹹味的物质。而工业产品則呈白色，有时略带黄色。

芒硝的熔点是 884°C 。沸点是 1430°C 。在极高的温度下它的分解才急速进行，分解后生成氧化鈉和二氧化硫气体。前者轉入玻璃成分中，后者逸出。

我国一般是使用天然产的芒硝。直接使用有水芒硝是不适宜的，因为芒硝中含水分很高，因此将它用鍋去熬或堆放在日光下使其失水后再使用。

在熔制时若有还原剂的作用，如煤粉与其反应时，則大大地促进了硫酸鈉的分解作用，和促进它与砂中的二氧化矽进行反应，使下列过程加速：



但还原芒硝用的煤粉用量也不宜过多，应使窑內稍有芒硝水，因漂浮的芒硝水能熔化残余的砂粒，而防止白色浮渣的产生。一般煤粉的用量为芒硝的 4% 左右。

煤粉可以用煤或焦炭粉碎，也可以直接用煤气烟道中的烟子。

使用芒硝能够降低原料的成本，但也有其下列缺陷：

(1) 用芒硝熔制玻璃时耗热量大。一公斤純碱耗热为 460 仟卡，而一公斤硫酸鈉耗热为 640 仟卡。

(2) 已熔化而未起作用的硫酸鈉(芒硝水)浮至玻璃液面，过多时易使制品产生白色的芒硝泡。

(3) 对熔窑耐火材料侵蚀较大。

(4) 芒硝熔制須在还原气氛下。

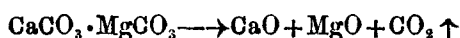
(5) 1 分子芒硝引入氧化鈉比曹达粉为少。

四、苦 灰 石

苦灰石又称白云石。它的分子式是 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 。是含有氧化鈣和氧化鎂的天然产物。

純苦灰石内含有 54.35% 之碳酸鈣及 45.65% 之碳酸鎂。苦灰石有时呈白色，一般則呈暗灰色。

苦灰石受热后的分解反应如下：



所产生的氧化鈣和氧化鎂轉入玻璃成分中去，而二氧化碳逸出。

秦皇島耀华玻璃厂所用王庄出产的苦灰石其大概成分为：
 SiO_2 0.68—0.96%； Al_2O_3 0.18—0.36%； Fe_2O_3 0.15%； CaO 31.80—39.85%； MgO 13.85—20.52%。

五、石 灰 石

石灰石外观多半是灰色或淡黄色，很少呈白色。

石灰石煅烧后分解为氧化鈣和二氧化碳。氧化鈣一般称它为生石灰。

在熔制玻璃时，氧化鈣轉入玻璃的成分中去，二氧化碳逸出。

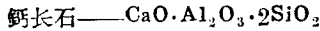
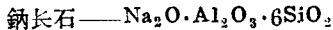
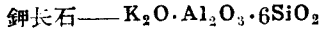
郭家店出产的石灰石其大概成分如下：

SiO_2 ——1.03%； Al_2O_3 ——0.12%； Fe_2O_3 ——0.06%；
 CaO ——54.96%； MgO ——0.21%。

六、长 石

长石是自然界中非常丰富的矿物。它可以分为三类：即钾长石，钠长石和钙长石。

它们的化学式是：



在自然界中上述三种长石呈单独存在者很少，大部分是以各种不同的比例和其他矿物呈混合体而存在的。

长石由于所含杂质的不同而呈各种颜色，一般呈灰白色、淡黄色或肉红色。

长石中一般的杂质为：石英、云母和氧化铁等。

大连玻璃厂所用普兰店出产的长石其大概成分如下：

SiO_2 ——73.7%； Al_2O_3 ——15.5%； Fe_2O_3 ——0.2%； CaO ——0.8%； MgO ——0.1%； $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ——10.0%。

长石除将氧化铝引入玻璃中外，还引入硷性氧化物，减少纯碱用量。使用它能够降低成本。

七、萤 石

萤石 (CaF_2) 是玻璃熔制的助熔剂。是略呈透明带有蓝绿色的岩石。

浙江金华出产的萤石其大概成分如下： SiO_2 ——1.69%； $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ——0.12%； CaF_2 ——96.77%。

在原料中掺入少量的萤石，约为1~1.25%（按生料计），会引起砒酸盐形成，玻璃形成的过程大大地加速。此外，在高温时可大大的降低玻璃液的粘度，使澄清过程容易进行。且与部分铁质作用，使铁质形成 FeF_3 而挥发掉，因此提高了玻璃的透明度和透热性。但，使用萤石也会带来某些缺点：如用量过多会使玻璃易于结晶；可能降低玻璃结构的强度，因而降低了它的化学稳定

性，以及增加玻璃液对耐火材料的侵蚀。但从工厂实际生产来看，是利多弊少的。

八、碎玻璃

碎玻璃一般是由生产过程中的废品而来。用量约为10~20%。其用量多少往往由废品的多少和生产情况而定。

碎玻璃的作用是帮助熔化和减少配合料在熔化过程中的分层现象。

碎玻璃的成分应和制品的成分一样，用量要稳定，块度要均匀，不要太大。除应去掉上面的疙瘩外并须注意它的清洁，不得混入杂质，特别是砖渣，因为砖渣和疙瘩在窑内不易熔化，有可能形成原板上的疙瘩。

第二章 原料的加工与调合

原料加工过程大致如下：

砂岩→煨烧→粗碎→细碎→(选矿)→筛选

矽砂→(选矿)→干燥→筛选

苦灰石→粗碎→细碎→筛选

石灰石→粗碎→细碎→筛选

纯碱→(过筛)中碎

芒硝→碾碎→筛选_{加煤粉}调合_{调合}→芒硝煤粉

萤石→粉碎→过筛

碎玻璃→(选洗)→破碎

→称量→调合机调合→配合料

第一节 砂岩的煨烧

由矿山开采的砂岩因为硬度较大，不易破碎，所以先要经过煨烧。