

86348

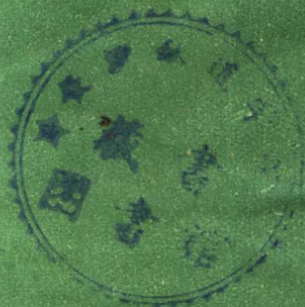
JRC

103362

土法冶炼经验丛书

土法制造耐火粘土砖

1982年



江苏人民出版社

72

0

前 言

現代的工业生产，有很大一部分生产操作需要在高温之下完成其主要过程。例如，冶金工业中鋼、鉄及有色金屬的冶炼；化学与硅酸盐工业中各种产品的制造；动力与机械工业中各种机件的鍛制与热处理等。根据不同的工业生产要求，进行这些作业的温度都在 $1,000\sim 1,750^{\circ}\text{C}$ 之間。为了保证上述生产过程的完成，必須用特殊的材料——耐火材料——来砌筑工业窑爐及燃烧室。因此，耐火材料的生产，在国民經济中必須保持适当的比例。根据几年来的統計資料表明，若以国民經济中鋼的总产量为基数，則耐火材料的生产比值大致应占 $15\sim 20\%$ （平均每炼一吨鋼約需 $0.15\sim 0.2$ 吨耐火材料）。

如根据不同的工业部門，对不同品种的耐火材料消耗量来看，其比例大致为：

品 种	黑色冶金工业部門(%)	其他工业部門(%)
粘土 砖	50—55	50—45
高 铝 砖	85	15
硅 砖	80—85	20—15
镁質制品	85	15
镁 砂	大于85	小于15

其中要算粘土砖用途最广泛，約占有耐火材料的60%左右。当前由于各种工业，特别是冶金工业的飞跃发展，致使各工业部門的基本建設与生产所需耐火材料的数量激增。为了滿足各方面的需要，以保証冶炼工业生产的迅速发展，除了依靠原有耐火材料企业增产外，必須以最快的速度扩建和新建耐火材料厂，而贯彻执行党所提出的：大中小型企业同时并举，以中小型为主，由小到大，由土到洋的方針，大力举办中小型耐火材料厂，是目前迅速增产耐火材料的正确途径。而且实践证明：用土法生产粘土砖，具有建設時間快，投資小，不需貴重材料(鋼材)等一系列优点，因此，提倡兴办小型厂，用土法生产粘土耐火砖，是一条多快好省的道路。

但是由于过去对于采用土办法制造耐火材料缺乏必需的知識和經驗，所以在試制过程中遇到了許多困难。例如：个别单位試制粘土砖时，由于不了解耐火原料的性質，在原料中加入了大量鉄屑，降低了耐火質量（粘土砖中如滲有鉄質，会降低耐火性能）。为了交流經驗，传播有关知識，我們編了这一本土法制造耐火粘土砖的生产方法的小册子，供給有关方面作为参考。

本书除简单地介紹了土法制造耐火粘土砖的一般生产方法外，并把南京建宁砖瓦厂利用旧瓦窑烧制耐火粘土砖的經驗，和鞍山黑色冶金設計院楊仲衡工程师所写的“用肉眼鉴定耐火原料的簡單方法及注意点”附后，供大家研究参考。

由于編者水平等各方面条件的限制，这里所介紹的作法和經驗，可能会有不妥当的地方，我們盼望有关单位同志們給予指正。

目 录

前 言	(1)
-----------	-----

土法制造耐火粘土砖的生产过程图解	(1)
------------------------	-----

耐火粘土砖的生产	(2)
----------------	-----

粘土原料及其性質

熟料的煨烧

原料的粉碎

配料的种类

配料的化学成份

配料的粒度成份

混合

成型

干燥

烧成

土窑及其操作方法

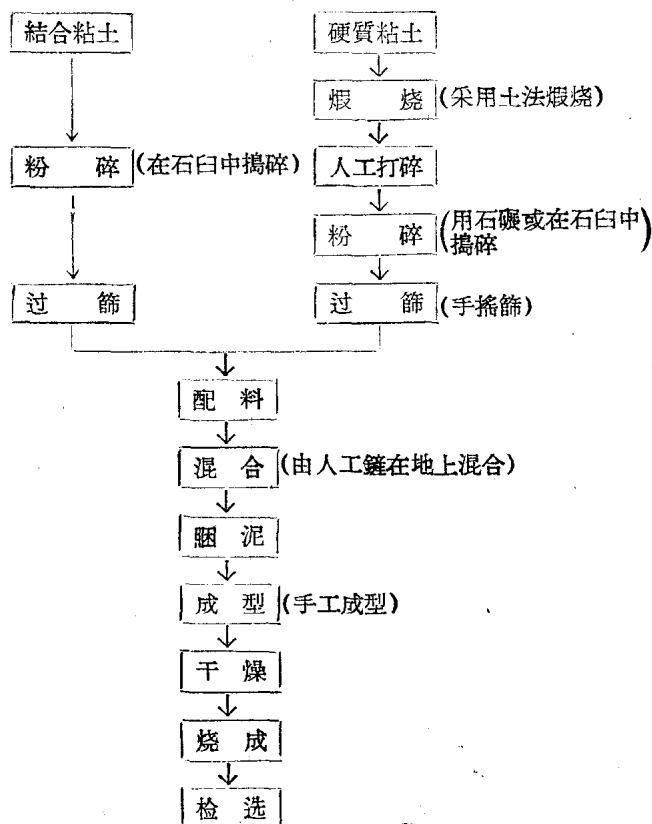
附 录:

(一)南京建宁砖瓦厂利用旧瓦窑制造耐火粘土

砖的经验.....(25)

(二)肉眼鉴定耐火原料的简单方法及注意点...(30)

土法制造耐火粘土砖的 生产过程图解



耐火粘土砖的生产

一 粘土原料及其性質

粘土砖是用耐火粘土制成的。耐火粘土不同于一般粘土，它要具有 $1,580^{\circ}\text{C}$ 以上的耐火度。粘土內所含的三氧化二鋁(Al_2O_3)，在煅烧后的含量应大于30%。

粘土的質量好坏，要根据从下列三方面的因素来加以評定：

(一) 化学組成。

大部分的耐火粘土屬於高岭土系。它的矿物組成是含水硅酸鋁。化学式是 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (含水硅酸鋁——高岭石)。式中各氧化物的重量百分比为： Al_2O_3 —39.5%； SiO_2 —46.6%； H_2O (即灼减)—13.9%这种耐火度較高。

凡是含有下列雜質的粘土，化学成份变动較大，耐火度就会下降。

(1) 石英(SiO_2)：石英一般均匀分布在粘土內，在 $1,300$ — $1,350^{\circ}\text{C}$ 以下时，不起作用；仅起降低粘土結合

性的作用。但在 $1,350-1,400^{\circ}\text{C}$ 以上时,便与 Al_2O_3 及其他杂质組成共融物,降低了粘土的耐火度。石英顆粒愈小,粘土內杂质愈多,則耐火度的降低程度也愈大。

(2) 鉄質化物:主要是鉄的氧化物,硫化物和碳酸化物。这些杂质存在粘土內,呈小瘤状、条紋状和面层状。一般含量按氧化鉄計算,波动在 $1.5-3\%$ 之間。鉄質化物要求在粘土中均匀分布,如果集中存在,在溫度达到 $1,200^{\circ}\text{C}$ 以上时,就会生成熔洞。粘土砖原料中的鉄含量如过高时,耐火度会更显著的降低。因此,只能在配料中允許少量加入。

(3) 鈣化物:經常以碳酸鈣(CaCO_3),硫酸鈣(CaSO_4)形态存在,成瘤状包含在粘土內,对耐火度的降低比鉄化物要强。因此要求鈣化物在粘土中的含量小于 1% 。但此种杂质在粘土中不常遇到。

(4) 有机物及炭:这些杂质使粘土呈現黑色及灰色。有机物能提高粘土的結合性,但会增大灼減。炭的存在也会增大灼減,并使砖的气孔率增大,所以只允許有一定的含量。

根据以上化学成份的分析,我們可以了解:三氧化二鋁(Al_2O_3)含量高,耐火度也就高。但耐火度不仅决定于 Al_2O_3 的含量,又还要取决于杂质的总含量,和杂质的組成成分。一般对粘土原料的評價,需要先在爐中煅烧,然

后根据煅烧后料的顏色、吸水性、雜質、熔融現象等来推断質量好或不好。

(二)結合性。

粘土一般可分为两种,即可塑粘土(結合粘土),和非可塑粘土(硬質粘土)。可塑粘土泡在水中会吸收水而有粘性,水过多則成悬浮液。这种粘土能与其他无粘性(惰性)的粒状物質結合。干燥后,能保持一定的形状,并具有一定的强度。这种性能,我們便称它为結合性。

結合性的好坏,以結合的惰性物質的百分数量来衡量。結合性好,对生产有利。結合性与可塑性相一致,所以一般以可塑性来衡量和命名粘土。可塑粘土在外觀顏色上极不一致,呈显出白、灰、深灰、棕黃、紅、黃等色。呈灰色的,表示含有炭及有机物;呈棕黃、紅黃色則为含有氧化鉄。用手触摩,能感到細膩,但又不过滑。如含有砂質,用口細嚙便能感觉得出来。

硬質粘土泡在水中不化,或成碎片状,結合性不良,外觀顏色多呈灰色或深灰色。如含炭过多,則呈灰黑色。它具有脑状或层状花紋,鉄銹則存在于自然节理面上。

(三)燒結性。

在适当的燒成溫度下,使粘土制品能得到必要的密度和强度的性能叫做燒結性。

一般在粘土中易熔物含量多，雜質分散細的，在 $1,000—1,150^{\circ}\text{C}$ 範圍內開始和燒結終了；而雜質少，其晶粒大的粘土，則燒結溫度高，而燒成終了的溫度範圍也更大。所以對不同雜質含量的粘土，其燒結溫度或粘土熟料煨燒的溫度也要不同。

二 熟料的煨燒

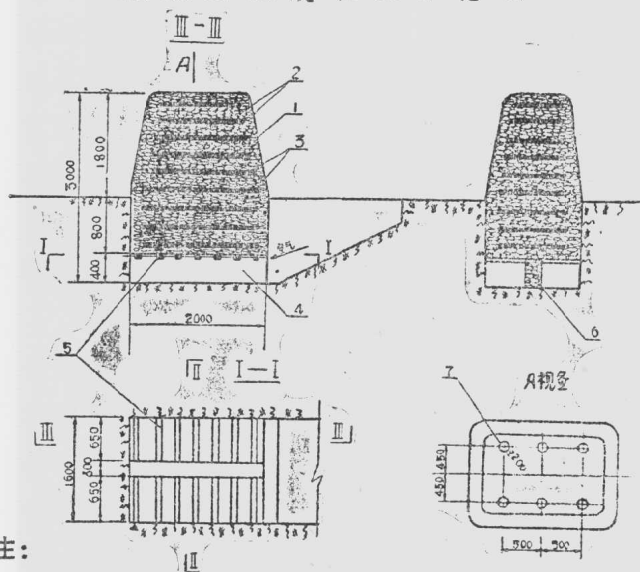
在粘土磚生產過程中，由於粘土含有結晶水、有機物便產生灼減，一般為14%左右，有時會更高，因此使由粘土制成的磚燒成總收縮在10—15%，这样就難以制出尺寸準確，質量良好的耐火磚來。為了解決這個問題，所以在生產上採取把粘土先加以煨燒，讓它先收縮好，再以收縮好的料（稱為熟料）用來製造耐火磚。這種用熟料制成的耐火磚，在燒成中的收縮在2—3%左右，这样就能制出符合規格質量良好的磚來。

對煨燒熟料的質量要求，不僅是要把水分等燒掉，而且要求收縮得好，因此熟料煨燒溫度需要在 $1,100—1,300^{\circ}\text{C}$ （或更高）。不同的原料也就有不同的煨燒溫度（例如：要把句容所產的粘土燒結好的溫度約在 $1,400—1,450^{\circ}\text{C}$ 左右）。熟料的燒結，是用吸水率來衡量的，吸水率是熟料空隙吸收的水重與熟料干重的百分比。質量好的熟料吸水率在5%左右。吸水率大，則制成磚坯

的烧成收缩也较大。对于质量要求较低的砖或形状不复杂的砖,在生产中可以采用吸水率大的熟料。因为熟料失去了结合性,所以生产中必须配入一定数量的可塑粘土,使起结合作用。为了充分利用资源,熟料多用硬质粘土来煅烧,可塑粘土用作结合剂。

在土法生产粘土砖的生产过程中,熟料的煅烧和土法烧石灰一样(详见“地坑法煅烧粘土示意图”)。煅烧

地坑法煅烧粘土示意图



注:

- | | |
|--------------------------|----------|
| 1——粘土抹面层 | 2——粘土原料块 |
| 3——燃料块 | 4——通风沟 |
| 5——铸铁爐条(方形 56×65)长: 850 | 6——爐条搁墙 |
| 7——通气孔 | |

— 6 —

时，粘土块与燃料应分层堆砌。粘土块每层厚度約200 mm (公厘) (最下层要薄些)，它的块度是50—150 mm，块度过小或过大，会造成通风不良或烧不透。焦炭或白煤层厚度为80mm 左右，焦炭或白煤的消耗可以假定为20% (按原料計)，块度要求为25—40mm。燃料层与原料层直接接触进行煅烧，煅烧所需的空气自通风沟进入，堆的外表是50mm 拌有稻草 (或其他草) 的粘土抹面层；为了排出燃烧生成的废气，在抹面层上开有几个通气孔。点火是从通风沟放进木柴，将料堆中的焦炭或白煤点燃，便开始进行煅烧。堆下的料要烧得差一些，上部料則烧得好些，所以烧成后应进行检选。将紅色含鉄杂质和生烧的料分別檢出，生烧的料留在下次再烧。上图所示的一个料堆一次能烧出10吨多料，料堆大小可根据需要灵活掌握确定。

三 原料的粉碎

制砖用的粘土原料，粒度一般应在3mm (7目篩网) 以下，而运来工厂的料一般在150mm或150mm 以上。所以需用人工将料錘成小于30mm 以下的小块，然后用人工放在石碾子上进行碾碎，再将碾过的料用3mm 篩网的篩子进行篩分，取其篩下合格的粉粒，篩上的料仍送回石碾碾碎。可塑粘土可以和熟料一起碾，也可分別用碾

或在石臼中搗碎。搗碎的料需用0.5mm(32目)的篩网进行篩分，篩上的料重回到石碾中或石臼中进行搗碎，篩下料可用来作配料。

碾碎用的石碾和农村中用来碾米的碾子相同，因要碾30mm大而硬的熟料和粘土，所以要求碾砣直径至少为800mm，而重量最好在一吨以上，碾子的拖动可用牛、馬或其它动力。

四 配料的种类

配料共有熟料、生硬質粘土和可塑粘土三种。其中熟料用得多就能保証質量（尺寸准确、废品少、耐火度較高），但是要多一道煅烧，所以成本高。生硬質粘土用得多了，則制品在焙烧过程中的收縮性大，不易保証制品的外形尺寸，尤其是生产各种異形砖时废品率較高，但成本低。可塑粘土在制砖中是起結合作用，因此在配料中一定要用它，但所使用的結合粘土都沒有經過煅烧，所以也会造成砧坯的收縮。結合粘土一般分散細， Al_2O_3 含量不高，杂质多，所以对制品耐火度影响很大。

由于上述原因，在生产各种異型砖和重要用途的砖时，要采用大部分熟料和加入一定量的可塑粘土作結合剂（約占15—20%）的配料方法，在生产其他一般砖的配料中，采用30—40%的硬質粘土，40%熟料及废砖，20%

的可塑粘土，有时也采用无熟料的配料方法来制造砖坯，所制的砖叫无熟料砖。

五 配料的化学成分

用上述各种原料配合后，应验算其化学成分，要求 Al_2O_3 含量在30%—46%，三氧化二铁(Fe_2O_3) 小于3%，氧化钙(CaO) 小于1%，易熔杂质总量小于6%。在满足化学成分及烧成温度的情况下，对配料种类应尽量简单，在不得已时增加配料中粘土的种类，如山东坊子土烧结温度低，铁含量高达7%，若单独使用它，所制成的砖耐火度低，而苏州粘土杂质少，烧结温度高，若在配料中全部使用苏州土做结合剂，则烧成温度高，要在 $1,500^\circ\text{C}$ 左右才能全部烧结，所以南京建宁砖瓦厂将这二种料混合使用。这样就增加了操作管理。

六 配料的粒度成分

相同的料往往因不同的粒度而使制出的砖的气孔率高低不同，耐激冷、激热性，荷重软化点也都有差别，我们要求所制成的砖气孔率低，耐激冷激热性好。荷重软化点高，所以对粒度要有严格的要求。

结合粘土在砖中是起结合作用。结合粘土粒度愈细，所起的结合性也愈高，因此在配料中要求结合粘土的

粒度小。一般要求結合粘土全部通过0.5mm的篩网，若使用的粘土結合性稍差，則要求通过0.2mm的篩网。

熟料与硬質粘土的作用不同于結合粘土，其0.5mm以上的大顆粒，在燒成中不易燒結，易造成小空隙，使气孔率較高，因此磚的抗渣性和耐压强度較低，但对耐激冷激热性則起好的作用；小于0.088mm的顆粒与大于0.5mm顆粒的作用相反，因之配料中要求大、小顆粒都有。最大熟料的顆粒，一般不超过4—5mm，較小的或形状复杂的磚熟料最大的顆粒不应超过2—3mm。

顆粒大小的百分含量要看配料不同来决定。熟料占70%以上时，能使磚坯生成最大密度的顆粒組成，便是配料中最好的粒度組成，因为只有这样才能燒成最致密的磚。配料的粒度組成要求如下：全部通过3mm的篩网，其中小于0.5mm为45—55%，小于0.088mm的25%—30%；熟料中熟料量小于70%时則要求通过3mm篩网，其中小于0.088mm的只要求有一定的数量。

七 混 合

混合的目的在于加入适当的成型水，使結合粘土均匀地和熟料結合，并包围在熟料顆粒的表面上，这样就有利于燒結的进行。

混合的水份較大时，成型較容易，用較小的力就能使

料具有一定的形状及密度，但干燥后收缩性较大。水份过小，则成型压力要大，成型困难，所以要求有一定的成型所需的水份。用手工成型时，水份一般在10%左右，如用机压成型，水份可降低到5—6%。

土法生产耐火砖，混合是由人工用镢在地面上(要求地面清洁无杂质)进行的，其步骤如下：首先将应加入的成型所需的水份全部放在桶中(木桶)，然后加入结合粘土，调成泥浆，泥浆中的结合粘土约占泥浆总重量的25%，泥浆的温度要求在40°—50°C左右，将调好的泥浆倒在预先放在地面上的熟料内，由工人用镢进行混合，使泥浆均匀的包围在每个熟料颗粒的表面上，然后将余下的可塑粘土加入进行再次混合，混合均匀后即可成型。

为了使泥料中的水份分布的更均匀，增加泥料的塑性，可将混合好的料先放在黑暗而又不通风的屋内，并在泥料上盖上湿润的布，貯放24小时以上，然后再去成型。在生产质量要求高的砖及复杂异形砖时，必需经过这样的生产过程。这样的操作叫晒泥。

结合粘土与熟料如系一同粉碎时，水份就可直接加入进行混合，所混合的泥料质量，比用泥浆法混合要差些。

八 成 型

用土法生产粘土砖时，一般采用的成型方法是用手工。所谓成型，就是将混合好的泥料作成有完整外形，一定尺寸，内部組織致密均匀的砖块。

手工成型时所使用的砖模，是用硬質木料(也有用鉄質的)，按图紙制造而成。在設計砖模图紙时，应考虑到砖的总收縮(干燥收縮及烧成收縮)而适当的加以放尺，放尺的多少与制砖所使用的原料性質、配料成份以及成型所加水份有关。不同的原料，不同的配料比例、不同的水份，就有不同的收縮，因而放尺的多少也就不同，为了得到正确的外形尺寸，必須在实际过程中加以校正；一般2:8配料(結合粘土20%、熟料80%)成型水份在10%左右的多熟料砖在考虑放尺时，非受压面大約是2%左右，受压面大約是3%左右。

(一)为了保証砖坯的質量，在手工成型操作时应注意以下几点：

1. 在装配砖模前，模衬的工作面上应撒一层熟料粉(小于1公厘)或石英砂，清除掉粘在模衬連接处的泥料，模衬安放在砖模的外套內，然后擰紧砖模，砖模装好后，模衬的上部，应在一平面上。

2. 在成型厚度小于100mm 的制品时，用一次装料