

土法制造 耐火砖、青砖和水泥

兴办地方工业资料汇编

第六辑

陕西省科学技术协会筹备委员会

目 录

一、建設之寶——水泥·····	(1)
二、土立窯生产高標号水泥·····	(8)
三、用方型自动吸風窯煨燒水泥熟料·····	(41)
四、利用普通耐火窯土法試制高標号水泥初步經驗·····	(47)
五、石灰燒粘土水泥生产工艺上的几个問題·····	(53)
六、无熟料水泥·····	(65)
七、土制石灰矿渣水泥試驗·····	(77)
八、土法燒制耐火磚·····	(80)
九、双模脚踏自动脫模机·····	(90)
十、粘土耐火磚工艺概要·····	(94)
十一、肉眼鑑定耐火原料的簡單方法及其注意事項·····	(98)
十二、解决高爐爐襯耐火材料不足的途徑·····	(103)
十三、小高爐推行炭素搗固的經驗·····	(111)
十四、土法燒制耐火磚·····	(117)
十五、燒制耐火粘土磚的土窯及其操作方法·····	(119)
十六、无窯燒磚法·····	(126)

一、建設之寶——水泥

西北鋼筋砼制品厂

周思源

“水泥”又名“洋灰”、“士敏土”，也有的叫做“膠灰”，从前上海、江苏一带則稱“水門汀”，但是总的只是一种东西。“水泥”則是它的学名。它的含义是在水里能結硬得象泥土一样的意思，所以我們应統一的使用“水泥”这个名字，比較适当。

“水泥”是現代建筑中不可缺少的一种膠結優質建筑材料，它和砂、石、水按照不同配合比配合后，倒在不同形狀模型內，就能制成不同强度、不同形狀的“人造石”（通常稱混凝土），这种人造石在水中，不但不会酥松，而且还会变得更加坚硬。

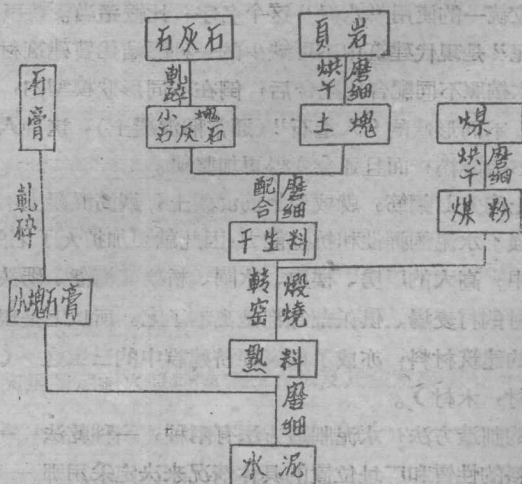
混凝土內安上鋼筋，就成为鋼筋混凝土，鋼筋混凝土不但坚固，而且还增强了水泥的彈性和抗拉能力，因此就更加扩大了它的用途。在現代建筑中，高大的厂房、楼房、水閘、桥梁、海港、碼頭及机器的基础，农村的打麦場、俱乐部等都是离不了它，所以它是現代建設中极其重要的建筑材料，亦成了国家經濟建設中的三宝之一（三宝——水泥，鋼材，木材）。

水泥的制造方法，水泥制造方法有兩種，一种乾法，一种湿法，按照原材料的性質和厂址位置的具体情况来决定采用那一种方法生产，如果原材料屬於硬性（石灰石，粘土質、石灰硬岩等）則采用乾法，如白堊土、泥灰土、粘土等則采用湿法。乾法燃料較省，湿法配合簡便，但各有利弊。

（一）干法：

先將原材料由产地运到厂內进行軋碎，如果原材料潮湿，应先烘干，除去水分，再行軋碎，然后送入碾磨机中粗磨（粗磨机一般为

橫臥式鋼板制成)，磨細后入儲料庫和其他原材料按照科学的配合比配合，把配合好的細粉送入窯內煨燒。最普通的是利用轉窯，它是一種橫臥式的長30——70公尺、直徑2——3公尺的用鉄板制成的鉄筒，一端較高，里面砌火磚，窯能旋轉，候生料加入就可慢慢向內瀉料；另一端是把磨細的煤粉連續噴入窯內，使窯內溫度昇到白熱（ 1450°C ），生料在滾瀉的過程中，經過煨燒，就成桃核一樣大小的深灰色塊狀物，非常硬，這就是熟料；熟料再行冷卻，一般約2—3星期，以改良它的品質，再裝入磨粉機中細磨，在磨細前加入2—3%石膏，磨出來的細粉末就是水泥（圖一）。



圖一、干法水泥制造示意流程

(二) 濕法

濕法和乾法不同的是先把粘土和水淘成泥漿，再加含35—40%水的石灰石，在球磨機中粗磨，兩者按照一定配合比配合，然後同時用泵浦打入儲存庫中經轉窯上端流入，經烘乾、熟燒，製成熟料，以後就同乾法一樣製成水泥。

水泥的标号和品种

(一) 什么叫标号

水泥的标号就是水泥在抗压强度的增長以28天計，所得到的在每平方公分上200—600公斤的抵抗力量，这里所指的抗压强度，就是我們通常說的标号。

我国目前已生产200、300、400、500、600号等各种标号的水泥，但是400号以上的水泥是我們今后生产的方向。

(二) 水泥的品种：普通的有四种

① 矽酸鹽水泥（又名普通水泥）。

② 火山灰質矽酸鹽水泥。

③ 矿渣矽酸鹽水泥。

④ 混合矽酸鹽水泥。

各种水泥应視各工种性質，施工条件，結合各种水泥特性，并考虑到工程質量和节约水泥的原則，合理的選擇和使用。現在將各品种水泥分別列表如后：

表一 水泥抗压强度表 (公斤/平方公分)

标 号	矽酸鹽水泥			火山灰質 矽酸鹽水泥			矿 渣 矽 酸 鹽 水 泥			混 合 矽 酸 鹽 水 泥		
日 期	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天
200	—	35	100	—	29	100	—	29	100	—	35	100
300	—	55	135	—	42	135	—	42	135	—	55	135
400	35	80	170	—	65	170	—	65	170	35	80	170
500	50	110	220	—	95	220	—	95	220	50	110	220
600	75	150	270	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表二 各种品种水泥最宜和禁止使用范围表

水泥品种	普通水泥	火山灰质水泥	矿渣水泥	混合水泥
最宜使用范围	1. 地上工程。 2. 蒸汽养护制品及工程。 3. 公路路面。 4. 淡水中间时湿严重冰冻的工程部分。 5. 高温车间之结构。	1. 地下及水中工程。 2. 受海水及含硫酸盐类液体侵蚀之工程。 3. 蒸汽养护的工程和制品。 4. 大块砼。	1. 地下及水中工程。 2. 蒸汽养护工程及制品。 3. 大块混凝土。 4. 受海水及含酸鹽类水的侵蚀工程。	1. 地上工程。 2. 蒸汽养护工程及制品。
许可使用范围	1. 地下及水中工程。 2. 经济受热(250°C以下)的工程。 3. 制造耐热砼。	1. 地上工程。	1. 地上工程。 2. 受热(250°C)以下工程及制造耐热砼。	1. 地下及水中工程。
禁止使用范围	1. 受酸类、碱类、液及輕質鹽及矿物油等侵蚀和其有他侵蚀性之液体、气体作用之工程。受經常在流动水中，較高压冲刷者。 2. 较大块体积而不掺混合材料之砼工程。	1. 經常包含水分而受严重冰冻作用之工程。 3. 低温施工工程。保持較干燥快而难于养护的工程。 3. 长时间赶工工程。 4. 受酸类、碱类、糖类等及其对火山灰质水泥石有侵蚀之工程。	1. 經常受水及冰冻工程。 2. 低温施工工程。 3. 受酸类、碱类、对糖类等溶液有侵蚀作用的水化溶液及气体作用之工程。	1. 受酸类、碱类、液及輕質鹽及矿物油等及其对液体、混合水、作用侵蚀之工程。 2. 流动水或高压工程。 3. 經常受冰冻工程。

我国水泥工业的发展

我国水泥工业在解放前少得可憐，生产品种不多，产量仅66万吨。解放后，在党和政府的重視和大力发展下，有着飞跃的进展，从1949—1952年就增加到286万吨，到第一个五年计划胜利完成的一年，新添了一、二十个水泥厂，产量已达到3,680万吨。第二个五年计划我国工农业的迅速发展，对水泥的需要越来越大，越来越迫切了，原有的几个厂已供不应求，现在正当全民办工业时期，全国各地都用土办法生产水泥，解决水泥需要。全国遍地开花之后，预计到第二个五年计划完成产量即能赶上英国。

大力发展土法制造水泥

虽然我国水泥工业发展迅速，产量逐年上升，但是和建設速度相比仍旧是赶不上的，特别是在目前生产大跃进形势下大力发展地方工业和农田水利事业中，水泥已滿足不了生产建設的需要。薄一波副总理在1958年国民經济计划草案报告里說：“为适应兴修中小型农田水利工程，对于水泥的需要，应当协助地方分散地建設小型水泥厂，大量生产标号低的水泥……。”目前全国各地已普遍建立小型土制水泥厂。优点是投資少，建設快，大約1个月到6个月就能建成，投入生产，所以不論农业社、手工业生产合作社都能够建立土法制造水泥工厂。

土法制造水泥是用石灰、紅粘土、煤粉配合磨細，制成3—5公分大小的小球，然后利用日光晒乾，晒乾后的小球，即是生料，把生料送到普通窑內，經過 $1,450^{\circ}\text{C}$ 的高温煅燒，燒至生料呈現桃核一样大小的深灰色的球狀物为止，这时生料已燒好成为熟料，把熟料加入2—3%的石膏混合細磨，磨出的細粉就是水泥。

土办法制造水泥既快又省，技术也容易掌握，只要有原材料的地方都可建立土法制造水泥的工厂，一般有燒磚瓦、石灰窖經驗的技工，只要經過短期学习，就能掌握燒水泥，所以我們应大力推广建立小型的分散的而利用土法制造水泥的工厂。

節約、愛護建設之寶

我們已明確了水泥是經濟建設中重要的建設材料，是不可缺少的基本物質，我們應盡量的節約和合理的使用。過去使用水泥不僅在使用上存在着嚴重的浪費，而這種浪費不僅表現在數量上，而且出現在質量上的不合理使用，如一般地坪工程，只需50井或100井的低標號，但是有好多建築公司或工作隊，因為怕麻煩或者和其他工程一起使用方便，也就使用了和其他工程同標號的水泥，造成了水泥在使用上的浪費，因此我們應大力提倡節約水泥。節約水泥的方法是：

（一）使用多品種多標號水泥：

在工程上使用水泥，首先考慮的是按照不同工程性質，不同施工條件而使用不同標號和品種的水泥，不要多考慮麻煩，而應多考慮節約，認清對象，來使用水泥。

水泥中摻入赤頁岩、粉煤灰、磚粉、黃土、白土等（這些產品已是我國目前試制成功的）摻在水泥中20—30%，就能製成中低標號水泥。

水泥中摻入塑化劑，塑化劑是由紙漿廢液製成，能提高拌和物的流動性，根據現有的資料和經驗能節約水泥7—10%左右。

其他如摻入加氧劑，松香熱聚物（包括石炭酸、硫酸、氫氧化鈉和松脂皂）也是節約水泥的好辦法。在冬天做鋼筋混凝土時摻入不超過水泥重量的2%的氯化鈣（無鋼筋混凝土不超過3%）就能克服冰凍的危險，並在冰凍前就達到要求的強度。

（二）混合材料水泥

前面一段已談過一些用混合材料製低標號水泥，這節談一談有些人認為使用混合水泥為降低工程質量的看法，這裡主要的是我們對混合水泥的好處宣傳太少，另一方面在使用人員中又缺乏有效的節約水泥的認識所致。我們知道，生產1噸混合水泥按蘇聯經驗比普通水泥

降低成本25%，所以我們今后應該在有条件的工程上，都采用混合水泥来拌制混凝土。

(三) 採用干硬性混凝土

干硬性混凝土同样也是由水泥黃沙、石子和水拌和而成的，但是它比一般混凝土干而稠，好像糖炒栗子的砂一样，因此我們叫它干硬性混凝土。

它具有以下优点：①强度高；②节省水泥10—20%；③强度发展快，縮短工期；④加速板模周轉，節約木材；⑤抗水性和耐冻性好；⑥体积变形小，不易发生裂縫；⑦宜于冬季施工；⑧可縮短蒸汽养护时间，节省燃料。

另外我們还应该积极采用先进的經驗，比如大力推广預应力鋼筋混凝土等。

(四) 加強运输和儲存工作

水泥是水硬性膠結材料，它最怕水和潮湿，水泥一碰到水，一受潮，就結硬，結硬就能使水泥降低标号或者成为廢品，因而水泥在运输过程中应严格的按照品种、标号分別处理，不得混杂，特別在农村用馬車、架子車运输和装卸水泥时，必須有防雨防潮設備，在运输前应先充分估計或詢問天文台有关气候情况，事先作好防备，以免受損失。

防雨防潮設備应事先严格檢查。

在搬运水泥时，注意不要乱拋乱放，以防水泥紙袋破裂而撒漏水泥，造成浪費。

儲存水泥也要按照品种、标号、进貨日期分別堆放，不得乱堆乱放，并且保持倉庫中的經常干燥，更特別禁止的是无防雨防潮設備而堆放在露天。

水泥堆放必須上盖下填，堆放不得太高，一般堆10—12包为止。下面墊的底板最少离地20公分，离牆也要20公分，空出走道，靠近門窗者应多留距离。門窗應該緊閉。

水泥一般应遵守随到随用的原則，儲存到了三个月以上，应經過化驗、确定标号后再使用。

做好運輸和儲存工作也是節約水泥的重要工作。現在随着工农业生产大跃进，我們对于建設之宝——水泥，應該想办法多生产，快生产，而在使用上應該是节省的用，合理的用，为加速社会主义工业化而節約每一公斤水泥。

二、土立窑生產高標號水泥

荻鹿土法生产水泥实验所

一、水泥的一些基本知識

土法、洋法制水泥，使用的原料都一样，原理也一样，只是設備不同。其次，就是洋法水泥的質量比土法的要高一些。

將石灰質原料（含大量氧化鈣）、粘土質原料（含大量氧化矽）和鐵粉（補助原料中氧化鐵的不足，如果原料中氧化鐵的量够了，就不要加了）以适当的比例配合，磨成細粉，混合均勻，然后放到窑里慢慢的燒到1,450度，在1,450度燒一个时候，料子有一部分熔化，冷了就变成結实的黑色小块，这种黑色小块我們叫它熟料，熟料、石膏（或加入一些混合料）一块兒用磨磨成細粉，这样的細粉就是水泥。

混合的原料粉在窑中的变化是依次进行的，首先它們被烤干，而且被热气加热，溫度升高，到450度的时候，粘土中化合水就被烤跑了。混合的原料粉繼續被热气烤，溫度又上昇到了600度以上，混合原料粉中的碳酸鈣就开始分解成氧化鈣和二氧化碳气，混合原料的溫度昇到800度的时候，碳酸鈣的分解就很激烈了，到900多度，碳酸鈣就全部分解成氧化鈣和二氧化碳气了。

从碳酸鈣开始分解的溫度起，混合原料就开始起变化了。到1,300

度，它們生成鋁鉄酸四鈣，鋁酸三鈣，矽酸二鈣，以及少量的矽酸三鈣和一部分未參加變化的氧化鈣。溫度在攝氏 $1,300-1,450-1,300$ 之間，這是料子燒得好壞的一個關鍵，在這溫度範圍內，鋁鉄酸四鈣和鋁酸三鈣就熔化成液體了，這種液體使矽酸二鈣和氧化鈣容易起變化，它們就變成了矽酸三鈣。隨後溫度下降，熔化的又變硬了。

從以上所述，可以將這些變化分為這樣幾個階段，物料中的水分烤乾階段，叫做乾燥階段；物料乾燥後到溫度升高到碳酸鈣開始分解階段，叫做預熱階段，碳酸鈣分解開始到完成的階段，叫碳酸鹽分解階段；物料開始熔化到熔化物又變硬的階段，叫燒成階段，然後就是物料溫度下降，叫冷卻階段。

這些階段並不是互相獨立進行的，它們往往交錯進行，以上分開說明不過是為了便於了解窯內的變化情況。

這樣燒成的熟料中含有四種有用的東西，即矽酸三鈣，矽酸二鈣，鋁鉄酸四鈣，鋁酸三鈣和一種有害的東西，就是氧化鎂。

因為熟料中大部分是矽酸三鈣和矽酸二鈣，所以用這樣的熟料磨成的水泥叫做矽酸鹽水泥。

矽酸三鈣與水起變化的速度較快，它是決定水泥28天內強度高低的主要礦物。

矽酸二鈣與水起變化的速度比矽酸三鈣慢些，它是決定水泥后期強度增長的主要東西。

鋁酸三鈣與水起變化的速度很快，它是決定水泥3天強度高低的主要東西，但它的含量不能過多，因為它與水的變化快，過多了，使水泥急結，就是在水泥中加入水後，一下子就變硬了，這樣就會使施工困難。

鋁鉄酸四鈣與水起變化後，強度不高，但因為它在熟料燒制過程中，能夠在燒成階段時熔化成液體，使矽酸二鈣和氧化鈣容易變成矽酸三鈣，所以少不了它。

氧化鎂也能夠與水起變化，不過變化很慢，水泥在製成混凝土幾年後，它還在變化，它與水起變化後，體積就變大，這會使已經硬化

了的混凝土脹裂，强度降低，故选择原料时，氧化鎂高的原料不能用。

熟料中还含有一些沒有起变化的氧化鈣叫做游离石灰，它在熟料中的含量多少，就看我們燒得好不好，它在熟料中含量多了，制成的水泥的安定性就不好，使混凝土产生裂紋，强度降低。

水泥中加入 3—5% 的石膏，是用来調整水泥的凝結（变硬）速度，使水泥不快凝。

二、原料和燃料的选择

甲、石灰質原料：它是水泥厂使用最多的原料，石灰質原料有石灰石、白堊土和石灰三种，石灰是用石灰石燒出来的，它的成分决定于石灰石的成分。

1. 对石灰質原料成分的要求：石灰石、白堊的主要成分 是碳酸鈣，以及少量的氧化矽、氧化鋁、氧化鉄和氧化鎂，它的碳酸鈣含量越多，氧化鎂含量越少的，質量就越好，我們要求它的質量是：

碳酸鈣含量大于 83%（換算为氧化鈣就是大于 47%）

碳酸鎂含量小于 6.3%（換算为氧化鎂就是小于 3%）

为什么要这样要求呢？因为熟料中要有 60—64% 的氧化鈣，这些氧化鈣差不多完全由石灰質原料中来的，如果石灰質原料中的碳酸鈣含量太少了，就不能达到熟料中要求的氧化鈣含量指标。其次我們是用立窑燒熟料，混合原料粉要制粒，这就要求混合原料粉的黏性大，制出的粒坚实不容易碎。因为粒碎了就会减少粒間的空隙，使窑的通风困难，熟料的产量和質量都会降低。

碳酸鎂的含量不要超过 6.3%，換算为氧化鎂不要超过 3%，就是避免熟料中氧化鎂的量超过 4.5%，因为国家规定熟料中氧化鎂不得超过 4.5%。

2. 如何鑑別石灰石（白堊土）。初步鑑定石灰石的目的有两个：

（一）这种石头是石灰石还是白云石；（二）这种石头中碳酸鈣含量多不多，氧化鎂含量高不高，以便初步确定这种石头能不能作为水泥原料。

第一种简单的办法是将石头放在火里烧到摄氏1,000度,烧一个时候取出,等冷了称一称,如果重量减少了很多,并且放到水里很快就变成粉和冒热气,就证明这是石灰石。如果重量虽然也减少了很多,但放到水里变粉很慢和冒热气很弱,这就是白云石,含氧化镁很高。

第二种简单办法是用盐酸滴到石头上,如果立即产生很多的气泡,就是石灰石;如果先吸收而后慢慢起小泡或不起小泡,就是含氧化镁多;如果发生气泡后留下一些小斑点,就是含粘土多,碳酸钡含量不多。

3. 如何试验碳酸钡(氧化钡)、碳酸镁(氧化镁)的百分含量,百分含量就是100分中含多少分,如100斤石灰石中有碳酸钡90斤,这种石灰石中含碳酸钡就是百分之九十。

试验百分含量有两种简单的方法:

烧失量法:就是用火烧一定的时间后,重量减少了多少。

把石灰石烧到摄氏800—1,000度,使它变成石灰,因为碳酸钡和碳酸镁中的二氧化碳气跑出去了,重量就减少,因为100斤碳酸钡中有56斤是氧化钡,44斤是二氧化碳气,所以知道减少的重量,就可算出碳酸钡的含量(因为碳酸镁的含量不多,所以都算做碳酸钡)。

试验时要很仔细:(甲)要烧透,(乙)试样在烧的过程中,不要碰掉和掺入其它杂质。烧的方法是:先将石灰石捣成粉,制成小球烤干,而后称取20克放在炉内烧,炉的形状可以用能烧到摄氏1,000度的煤炉,或特制的腰部扩大的风箱炉,有高温电炉,就用高温电炉。称取试样可用误差不大于0.05克的小天平或小台秤,计算的方法,按下面的公式:

$$\text{烧失量} = \frac{\text{原有重量} - \text{烧后剩余重量}}{\text{原有重量}} \times 100$$

$$\text{碳酸钡和碳酸镁含量} = \text{烧失量} \times \frac{100}{44}$$

这个方法的优点是需要的仪器设备简单,试样称量较多,只要小心试验,第一次结果和第二次结果相差在0.5%以内即标准可用。缺点

是花時間多，手續麻煩，不能將碳酸鈣和碳酸鎂分別試驗出來；得出的結果是它們的含量。

酸鹼滴定法：用一定數量濃度已知的標準鹽酸溶解一定量的石灰石，這樣石灰石中的碳酸鈣和碳酸鎂與鹽酸起變化，變成氯化鈣和氯化鎂；因而，鹽酸的量就減少了，而後用濃度已知的標準礆滴進去，與未參加變化的鹽酸作用，我們就知道了起變化的鹽酸有多少，從而算出碳酸鈣和碳酸鎂的含量。這個方法的優點是迅速準確，使用儀器也很簡單。

找到合乎製造水泥的石灰石或白堊土後，就去勘查它的儲量和礦層的分布情況。白堊土土層有時很薄。有些石灰石和白雲石成夾層，這樣就會有一層石頭能用，一層石頭不能用。找原料時應注意，最好是隔一定距離挖一些坑和槽，看看石灰石和白堊土的厚度和分層情況，並取些樣子試驗一下，然後就可估算一下它的儲量。最好選大面積和層厚的石灰石礦，因為這樣成分較均齊，將來配料就不會要常變動，也不必挖深槽勘查，取些樣試驗一下就可以了。

2. 粘土質原料：對粘土的試驗沒有簡易的化學方法，最好選用紅色和褐色的粘土，因為它們含氧化鐵較多，配料時就可以不用或少用鐵粉。

粘土要選擇粘性大的，這樣成的球就堅實，不容易碎。對立窯的通风有好处。此外砂子要含得越少越好，因為砂子很難在窯內起變化，影響熟料的產量和質量。試驗砂子的含量方法有兩種：（一）沉降法：稱一定量的干粘土，放在適當容器內淘洗並沉降三分鐘，等砂子下沉，然後將上面的混濁水倒出，又加水洗，再將混濁水倒出，這樣反復數次，然後將沉在下面的砂子焙干，稱它的重量，就可算出砂子的含量。（二）篩洗法：將50克干粘土放在每平方公分有4,900孔的篩子上，用水沖洗，然後將殘留在篩子上的砂子焙干，稱它的重量，就可算出砂子的含量。用這兩種方法做出的粘土含砂量，都不應超過5%（第一種沉降法最適合普遍採用）。

3. 燃料：立窯用的煤炭，最好用無煙煤或焦炭，使用煙煤時，因

为它里面有一种加热就变成气体的物质（叫挥发物），没有燃烧就跑掉了，所以煤的消耗就会增大，使用的煤炭挥发分最好不超过10%，并且里面的灰分越少越好，而且要坚实一些的小块，以免在窑内被物料压碎，堵塞窑的通风。

4. 铁粉：可用硫酸厂的副产品硫铁矿渣和铁矿厂的尾矿，粒子越小越好，以便粉碎，氧化铁含量越多越好，这样可以少用。

5. 石膏：一般使用生石膏、硬石膏和陶瓷厂的废石膏以及其它厂的副产品，人造石膏也可掺一部分。

6. 混合材：混合材有水淬高炉矿渣、煤渣、頁岩和燒粘土等，可以根据附近那一样多就选用那一种，对于立窑燒成的熟料，最好用水淬高炉矿渣作混合材，这样可以改善水泥的安定性，改善抗拉强度等。

水淬高炉矿渣就是高炉中流出的爐渣用水将它急冷而成的白色或黄色的小粒。

燒粘土就是将粘土在摄氏600—800度燒成的。

三、配 料

配料就是将石灰质原料、粘土质原料、铁粉（有时不用）以某种比例配成我们所希望的生料成分，这是一项非常重要而且需要非常细心的工作，成分配得不恰当，就燒不出好熟料来，甚至燒不出熟料。

在大型水泥厂，各种原料的配合比是先经过计算得出，这样就需要知道各种原料的化学成分（燒失量、氧化钙、氧化矽、氧化铝、氧化铁、氧化镁等），这样化学分析是复杂的，需要有较高的技术和一些昂贵的设备，我们在短期内力量上还不可能作到，因此这种方法不能采用。我们可以采用一些有一定科学根据的土法来确定各种原料的配合比。

（一）小爐試燒法：不論用那一种石灰质原料，最好都用小爐試燒法进行配料。办法是：用石灰石配料时，每100斤石灰石粉加入6—28斤粘土 配出这样的料子，并根据粘土中含铁的多少加入0—4

斤鉄粉，然后混合均匀，加水制成小球，烤干后放到小爐内燒。燒第一爐時可用加19斤或22斤粘土的料子，倘若这种配料燒出的熟料色黃、輕、安定性不良，就說明这种料子中氧化鈣含量过高，也就是石灰石过多，粘土不足。就应选择含粘土多的配料再燒，直到所用的配料經小爐試燒后，燒出的熟料色黑、堅实、安定性好，这种料子的配合比才合适。如果燒出来的熟料变粉，粘結在爐壁上，就說明这种配合料的氧化鈣含量少了，应当选用石灰石含量多的配合料再試燒。用这样的方法燒可以确定一个各种原料的配比范围，同时还可发现原料的一些特性。如燒出来的熟料顏色、比重都很好，但做凝結試驗時发生急凝，則可能是由于氧化鋁过多，即生成的鋁酸三鈣过多，应当减少它，解决的办法，可以多加入一些鉄粉，使氧化鋁多生成一些鋁鉄酸四鈣。但如果多加一些鉄粉后又易于將熟料燒成一块，料球粘在一起，这时多加鉄粉是不允許的，这种现象說明料球中鉄粉已足，如再增加就会引起料球在立窖中煨燒時，將窖結死。故在这样情况下，不应当多加鉄粉，只有換一种氧化鋁含量較低的粘土了（也可以換一种氧化鋁含量低的石灰石）。如果燒出来的熟料粘結在一起，說明鉄粉加多了，应当减少，如果配料時用的粘土少到了8公斤，燒出来的料球仍然发生粉化，說明石灰石中氧化鈣含量很低，应当考虑改用其它石灰石，如果再减少粘土用量，料球可能因粘性小、容易碎，对立窖的通风不好。如果粘土用量超过28公斤，燒出来的熟料仍然顏色發黃、輕、安定性不好，說明石灰石中氧化鈣含量很高，則应当增加粘土。

用石灰做水泥原料時的試驗和石灰石做原料的試燒方法完全一样，不过配比要变动一下，每100斤石灰，粘土和鉄粉可加入12—47斤，如果石灰加水消化了，粘土和鉄粉加入量就要减少一些，每100斤消石灰可加入粘土和鉄粉9—34斤。

上述試燒的配合比例，只能作为参考，大家可在試燒过程中随时摸索經驗，适当变更。

（二）酸碱滴定法：这种方法簡單而且快，酸碱滴定法，就是确定生料中的碳酸鈣含量，并且不考虑粘土中的氧化鈣，認為生料中的

碳酸鈣全部是由石灰石中來的，我們首先用酸鹼滴定法測出石灰石中的碳酸鈣（碳酸鎂也考慮為碳酸鈣），假設它是92.5%，若要配成碳酸鈣含量為77.5%的生料，則石灰石的配比是：

$$77.5 \div 92.5 = 83.9\%$$

那麼粘土和鐵粉的配比是：

$$100 - 83.9 = 16.1\%$$

以這種比例配好的生料，再用酸鹼滴定法試驗它的碳酸鈣是不是77.5%，如果超過77.5%就應減少石灰石，低於77.5%就應增加石灰石。

生料碳酸鈣含量多少的選擇，由熟料要求氧化鈣的含量來決定。土法立窯熟料中氧化鈣含量不要太高，可以在60—63%範圍內，過高了不容易燒好，因為每100斤純碳酸鈣中，只含56斤氧化鈣，如果我們現在要求熟料中含60%氧化鈣，即100斤熟料中有60斤氧化鈣，這60斤氧化鈣就需要純碳酸鈣 $60 \div 56 = 1.04$ 斤，燒1噸熟料要1.5噸多一點的生料，也就是1.5噸生料要有1.04噸純碳酸鈣，則1噸生料中要有純碳酸鈣 $1.04 \div 1.5 = 0.72$ 噸，即生料中應含72%的碳酸鈣，但酸鹼滴定測出的碳酸鈣含量不是純碳酸鈣，還有碳酸鎂，故酸鹼滴定法測出的生料碳酸鈣含量應比72%大些，一般要達到熟料中含氧化鈣60—63%，用滴定法測出的生料碳酸鈣含量應在75—78%。

如果用石灰配料，石灰中含的氧化鈣和氧化鎂，我們就不換算為碳酸鈣了，但因粘土中有一部分要燒跑的東西，故1噸生料仍燒不出1噸熟料。約1.1噸生料才能燒出1噸熟料。如果我們要求熟料中含60%的氧化鈣，則滴定的氧化鈣值應當是

$$60 \div 1.1 = 54.5\%$$

假定熟料中有3%的氧化鎂，則酸鹼滴定的氧化鈣值約為58%。故石灰配料時酸鹼滴定的氧化鈣值應當是58—62%。

（三）燒失量法：將生料在攝氏800—1,000度燒一個時候，它的重量減少了，這個方法就是燒失量法，純碳酸鈣的燒失是44%，石灰石的燒失量一般在40—43%，粘土的燒失量約為1—3%，石灰石配好的