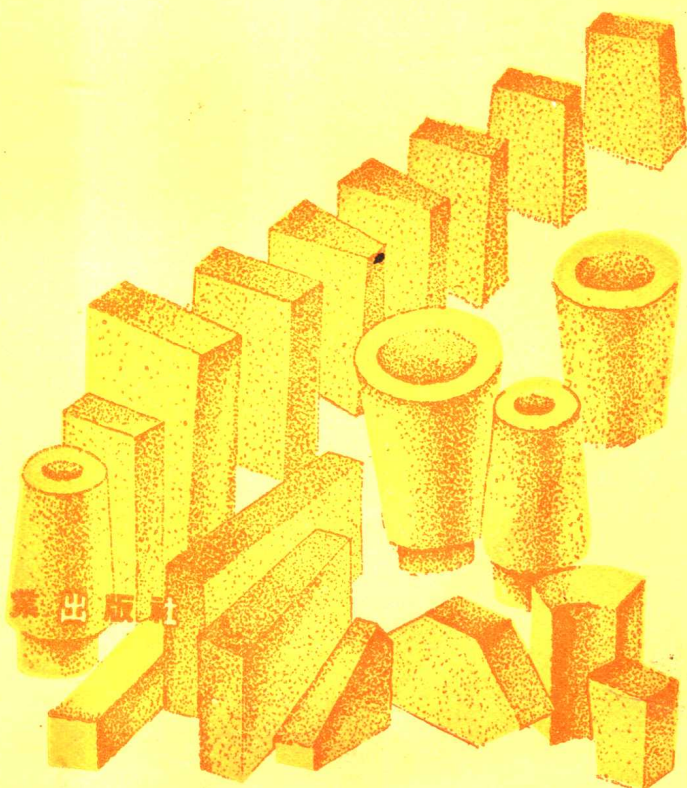


耐火材料生产技术 經驗选編之一

河北省冶金局 編



冶金工业出版社



耐火材料生产技术

經驗选編之一

河北省冶金局 編

冶金工业出版社

耐火材料生产技术經驗选編之一

河北省冶金局 編

1960年4月第一版 1960年4月北京第一次印刷 5,025册

开本850×1168•1/32•字数60,000•印张2 $\frac{22}{32}$ •定价0.37元

統一书号15062•2202 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

冶金工业出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

从1953年全面大跃进以来，我国钢铁工业以史无前例的高速度飞跃发展着，繼 1958 年提前和超额完成了 1070 万吨鋼的宏伟任务后，1959 年又提前超额完成了 1200 万吨鋼的更宏伟的任务，給国家炼了 1335 万吨鋼。

随着钢铁工业的飞速发展，我国耐火材料工业也在突飞猛进地发展着。在耐火材料产量不断的增长，产品质量不断的提高和产品品种不断的扩大的同时，生产技术不断得到革新。无论是在新产品的試制或是在贯彻“三定、三好、两立”的八項措施方面都涌现出很多先进的生产技术及生产管理經驗。为及时地广泛传播这些經驗，特編輯出版“耐火材料生产技术經驗选編”。

本書为“选編之一”書中收入了介紹有关耐崩裂性高鋁砖和輕質高鋁耐火材料的試制、三高高鋁砖的生产、炭砖的制造、提高焦油白云石砖的质量、原料管理、粉碎混練的優質高产、生产技术检查、以及快速成本核算和成本管理方面的先进經驗的文章共 13 篇。这些經驗对于有关厂在贯彻“三定、三好、两立”的八項措施和实现耐火材料生产的高产，優質，多品种，低成本的任务方面，很有参考价值。

目 录

耐崩裂性高铝砖的試制	唐山钢厂耐火材料試驗室	5
三等高铝砖的生产	鷹手营子耐火器材厂	11
輕質高铝耐火材料的試制	唐山德威窯业厂	15
提高焦油白云石砖質量的經驗	唐山钢厂	20
不烤爐煅烧白云石的經驗	唐山钢厂白云石車間	30
炭砖的制造	唐山开灤林西机厂	33
原料管理經驗	古冶新生耐火砖厂	46
粉碎混練的优質高产經驗	馬家沟耐火材料厂	50
降低耐火砖半成品破損的經驗	唐山市德威窯业厂	54
烧窑点火不用柴草的經驗	唐山德威窯业厂	60
生产技术检查經驗		62
焦油白云石砖的檢驗方法	唐山钢厂	70
快速成本核算和成本管理	唐山钢厂耐火材料車間	78

耐崩裂性高铝砖的試制

唐山钢厂耐火材料試驗室

建国十年来，在党的英明领导下，随着以高速度发展的钢铁工业，耐火材料事业也不断地发展着。尤其是在大跃进的伟大年代里，耐火材料工业的飞跃发展不仅表现在量的增长上，同时也表现在技术水平的提高的迅速及其他方面上。高铝砖自1954年正式生产以来，已成为广泛砌筑在各种冶炼热工设备上的高级耐火材料之一。目前，正被大量地砌筑在大型现代化的冶炼设备的重要部位。几年来，在高铝砖制造工艺上取得的经验是：原料的良好烧结、原料的细粉碎、高压成型和适当的高温烧成。这些是制造具有一系列优良指标的高铝砖的宝贵经验。但引为遗憾的是高铝砖的热稳定性不够好，某些制品热交替仅为一到二周次，损失重量即超过原砖重量的20%。热稳定性不良的砖砌体在温度波动激烈的条件下，无疑会降低设备的作业率。为此，迅速改善高铝砖的热稳定性是颇有意义的。

在苏联制造热稳定性高铝砖已取得了成熟的经验。制品的热交替（850°C 水冷）一般超过了30周次。所采用的工艺方法是：

1. 降低或抽除 1~0.088 毫米或 0.5~0.088 毫米的中间颗粒的含量。
2. 扩大熟料颗粒的临界大小，由一般采用的 2 毫米增大到 3 毫米。某些制品可增大到 5~7 毫米。
3. 熟料与软质粘土在管磨机内混合细粉碎并使之全部通过孔径为 0.088 毫米或 0.06 毫米的筛网。

在苏联先进技术的启发下，结合我厂生产设备的具体情况，我们对硅线石质和莫来石刚玉质制品热稳定性的改善，进行了初步试制工作。试制结果表明，硅线石质试制品的热交替数皆超过了30周次。莫来石刚玉质制品因目前检验能力所限尚未得出全面

的結果，急待繼續进行工作。

就当前生产情况来講，硅綫石質制品所占比重較大（50%以上），从速改善其热稳定性是有积极意义的。

仅就初步試制結果作此簡結，以供有关部门参考。

硅綫石質試制品采用的原料系山西省阳泉B級熟料、山东博山C級熟料和河北古冶附近的四节軟質粘土。原料性能列于表1內。

表 1
各种原料的性能

原 料 名 称		化 学 组 成, %								耐 火 度 °C	吸 水 率 %
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	R ₂ O	灼減		
C級熟料	C1		52.3 —54.0	1.47 —1.52						1840	5
	C2	29.6— 33.74	63.13 —63.8	1.21 —2.72	1.6 —2.4	0.73 0.49	0.06 0.38	0.36		1840	5.5
B級熟料	B1	19.12	74.58	2.24	3.2					>1850	—
	B2		66.5	1.27						>1850	
四 节 粘 土		55.8	28.8	2.06	1.32				8.64		
			26.4	2.51					10.32		

原料在干碾內粉碎后通过振動篩篩出0.5毫米以下的細料送入管磨机內配合粘土进行混合細粉碎，取得混合均匀的細粉料。粉碎料及混合粉碎料的顆粒組成及配方分別列入表2及表3內。

表 2
混合粉碎料配方及顆粒組成

編 号	配 方, %			顆粒組成 (毫米, %)	
	C級熟料	B級熟料	四节粘土	>0.074	<0.074
C—M	75		25	17	83
B—M		75	25	16	84

混合粉碎料的化学組成列于表4。

試制品共选取了八种配料。配料內粘土一部份調成热水泥浆

表 3

粉碎料的顆粒組成

編 號	原料名稱		顆 粒 組 成 (毫米, %)						
			>5	5—4	4—3	3—2	2—0.5	0.5 —0.075	<0.075
I	C級熟料	C1	4—5	6—8	11—13	11—13	41—43	13—16	5—7
II		C1			21—23	11—13	44—46	10—13	2—10
III		C2	5	24	44	21	6	0	0
IV		C2			>2.5 0	>2.0 3—5	71—73	20—22	5—7
V		C2			0	>2.0 0	33—35	27—35	32—37
VI		C2							>89
VII	B級熟料	B1							>90
VIII	四節粘土				<0.5毫米 >95				

表 4

混合粉碎料的化學組成

編 號	%		
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	灼 減
C—M	45.70	1.87	3.47
B—M	55.00	1.83	2.42

加入。配料在濕碾內進行混練，混練時間為 8 分鐘。向碾內加料時，原則是先細料後粗料，以期減少粗顆粒的二次破碎作用。為了增加粗粒泥料的粘結性，配入 2 % 比重 > 1.23 的亞硫酸鹽紙漿廢液，提高磚坯的機械強度。泥料的配方列在表 5 內。

泥料的顆粒分析列於表 6 內。

混練後泥料用公稱壓力為 300 噸的摩擦式壓磚機成型磚坯。對於 1、2、3、4、7 和 8 六種配料，磚坯表面平滑，5 和 6 兩種由於泥料偏析造成局部表面粗顆粒集中，顯得粗糙。成型後檢查顯氣孔率，其指標列於表 7。

磚坯放入倒焰窯內燒成之。1~4 號燒成條件為 1300℃，保溫 18 小時。5~8 號燒成條件為 1400℃，保溫 12 小時。燒成製品指標列於表 8、9 及 10 內。

泥料的配方

表 5

編 号	%										
	C1		C2			C2 管磨 細粉	B1 管磨 細粉	管磨混合細粉		四 节 粘 土	亞 硫 酸 漿 廢 液
	I	II	III	IV	V			CM	BM		
1	50							50			2
2	50								50		2
3		50						50			2
4		50							50		2
5			50				39			11	2
6			50			39				11	2
7				85						15	2
8				85						15	2

泥料的顆粒分析

表 6

編 号	(毫 米, %)							泥料水份 %
	>5	5-4	4-3	3-2	2-0.5	0.5- 0.074	<0.074	
1		0	12	6	22	13	47	5.0
2		0	14	4	20	15	47	5.0
3		0	14	5	22	13	46	5.0
4		0	15	6	22	12	45	5.0
5	0	10	10	8	13	8	51	7.0
6	0	11	12	9	14	7	47	7.0
7			0	3-4	37-40	20-25	40-42	5-5.5
8			0	2	25-28	26-32	43-46	5-5.5

砖坯显气孔率

表 7

編 号	显 气 孔 率, %	体 积 密 度, 克/厘米 ³
1	18.8—19.2	2.23—2.36
2	20.2—20.3	2.26
3	19.0—23.4	2.20—2.26
4	19.5—19.8	2.28—2.30
5	20.7—21.1	2.40—2.38
6	19.7—20.0	2.39—2.38
7	19.0—23.0	
8	19.0—23.0	

表 8

化 学 组 成

編 号	%					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	45.98	48.86	1.60	2.48		
2	41.28	54.05	1.84	2.13		
3	45.58	49.42	1.52	2.50		
4	40.94	54.22	1.76	2.38		
5	30.90	63.77	2.32	2.09		
6	35.38	59.63	2.00	2.39		
7	41.46	53.58	—	2.48		
8	41.20	54.20	—	2.32		

表 9

物理性能指标之一

編 号	显气孔率 (%)	体积密度 (克/厘米 ³)	耐压强度 (千克/ 厘米 ²)	荷重软化温度 (°C, 2千克/厘米 ²)		重烧收缩率 (%)	
				开始点	4 %	1500°C/ 保温 3 时	1550°C/ 保温 3 时
1	15.5—17.0	2.38—2.34	787—902	1480	1550	0.5—0.9	
2	20.3—21.5	2.30—2.26	770—778	1500	1570	0.4—0.5	
3	15.3—17.7	2.32—2.33	884—936	1500	1560	0.2—0.5	
4	19.7—19.8	2.32—2.33	647—759	1510	1580	0.4—0.5	
5	20.7—21.7	2.40—2.38	494—667				
6	19.7—20.0	2.39—2.38	643—649				
7	21—16					0.16~ 0.2	0.42—0.7
8	21—18					0.2	

表 10

物理性能指标之二

編 号	失重达原重20%时热 交替周次数 (平均)	检 验 结 果			
		热交替周次数	失 重 %	热交替周次数	失 重 %
1	36	10	2—5.5	* 22	16
2	110	10	0	* 58	12
3	104	10	0	* 18	14
4	127	10	0	* 180	4
5	>50	10	2	48	16.3
6	41	10	0	40	17.3
7	>10	10	5—12	—	—
8	10	10	5—21	—	—

* 按 1340°C, 保温 4 小时的条件烧成制品之指标, 较高温度烧成之制品检验, 尚未完毕。

从試驗結果見到，1~6号試制品之指标比7,8两种普通高鋁砖并无太大逊色。但应注意到热稳定性显著提高并超过了預期的指标（热交替 $>20\sim30$ 周次）很多。究其工艺特点为泥料中之中間顆粒显著降低。按苏联之研究結果来講，5、6两种之热稳定性应比較再好些，因泥料中間顆粒（ $0.5\sim0.074$ 毫米）最少并且顆粒之极限直径也較大。实际結果并不比前四种为高，可能与烧成溫度較高有关。此外，5、6两种試制品因目前供电有关，系在砖砌之土爐內檢驗，爐溫波动較大而又偏高，对檢驗結果之正确性有一定的影响。但結果足以表明控制熟料顆粒組成是改善高鋁砖热稳定性的关键。

前四种試制品采用管磨混合細粉配料，荷重軟化点和热稳定性比較良好并且采用 Al_2O_3 含量高的管磨細粉配料的2、4两种就更高一些。就試制結果而言，热稳定性显著改善，但尚未能作到适当地选择顆粒配合，达到制品热稳定性高、体积稳定性良好与高致密度相配合。有待进一步进行工作并着手試制热稳定的莫来石質和莫来石剛玉質制品。

結 論

利用华北所产C級高鋁熟料配合軟質粘土可以制得热稳定性大于30周次的硅綫石質制品。

泥料中 $0.5\sim0.074$ 毫米或 $1\sim0.074$ 毫米的中間顆粒应尽量減少。大顆粒直径最大以5毫米为适当，否則，再大时在顆粒周圍产生龟裂，外形不良。

泥料在碾內加工时应保証大顆粒的最小量的再破碎。

三等高铝砖的生产

鹰手营子耐火器材厂

1959年12月

在社会主义总路线的光辉照耀下，尤其是在冶金工业的突飞猛进对耐火材料的需要日益增长的情况下，全厂职工决心满足冶金工业及其它高温工业的需要。全体职工遵循着党中央提出两条腿走路的正确方针和各级党、政的直接领导，在提高粘土砖质量的基础上，以敢想敢干的精神用手工成型法开始了三等高铝砖的试制和生产，并且承做了一批三等高铝砖。

根据我厂的生产能力和原料的质量，为满足日益增长的冶金工业对高级耐火材料的需要，我厂在今年年初以来即陆续不断地进行高铝砖和硅砖的试制工作。年初在钢铁研究院工作组帮助下进行过试制。今年7月份又组成试制小组，以不同质量的原料和不同颗粒的配比进行了40余天的试制。试制品经过理化检验，其耐火度为 1770°C ， $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ 为57.17%，常温耐压强度为284—690公斤/厘米²，其余指标与部颁标准还有距离。由于存在着右倾保守思想和条件论思想，例如认为我厂无设备，成型压力达不到要求等，因而未敢投入生产。后来学习了八届八中全会决议，思想得到了解放，迷信被破除了，从而于九月份大胆地接受了一批高铝砖的订货。在这次生产中初步摸索到了一些生产高铝砖的门路。

(一) 原料：我厂采用的硬质粘土，颜色为灰深灰黑色，且不受破裂面限制。断面组织较均匀致密，有的具脑状断面，硬度比用作粘土砖的料稍大。经 1300°C 煅烧后呈现白黄及黄色，吸水率较小。这种原料作为高铝砖的主要成分。结合粘土是紫色软质粘土，使用前用人工精选。其理化性能如下：

原 料	化 学 分 析, %				耐火度, °C
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	灼 減	
硬質粘土	54.27	31.74	1.16	11.07	—
軟質粘土	30.52	46.0	0.83	22.15	1770

(二) 配料：配料比例和熟料顆粒組成如下：

磚 型	配料比例, %			熟料顆粒組成, %				
	熟 料	結合粘土	硬質粘土	2.38— 0.54毫米	2.38— 0.54毫米	2—0.54 毫米	0.54— 0.125毫米	0.125毫 米以下
普異型	70	10	20	—	20	15	65	65
特異型	70	10	20	20	—	15	65	65

因細碎設備能力不足，中顆粒超過要求0.8倍。

(三) 粉碎：特異型磚的配料用干礮粉碎，經8目篩過篩。
普異型磚中的熟料經45度10目斜篩處理而得。

結合粘土用間歇球磨干礮4小時，再用45度20目斜篩處理，其粒度分析為0.125毫米以下者占70%±7。

(四) 混練：泥料的混練是用人工進行的，其操作方法如下：

1. 分別將熟料和結合粘土用扒子混勻。
2. 干混后用噴壺將55~60°C溫水按成型水分要求(9.5~10%)逐層均勻噴洒在干料上，並且層鋪層洒，堆積成梯形錐體。放置2小時后再混練均勻。當有小泥團時，用45度2目斜篩處理。

3. 混好后的料團置12小時，同時用土法檢驗可塑性。

(五) 成型與干燥：

全部手工成型。木模內衬鉄板。以先平錘后立錘，平錘輕立錘重，一錘壓半錘的操作方法成型。半成品表面光滑，稜角整齊，體積密度為2.6克/厘米³。用干燥炕進行干燥。炕面上空氣

(1.3米处) 温度为 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。24 小时以后, 水分降到 $3\sim 4\%$ 以下。

(六) 装窑与烧成: 因设备所限, 采取与粘土砖混装办法, 即 1.5 米以上装高铝砖。装窑方法基本上与粘土砖同, 只是稍稀些, 即 $0.9\sim 1\text{吨}/\text{米}^3$, 烧成温度 $1320\sim 1350^{\circ}\text{C}$, 上部达到 1400°C , 保温 8 小时。

制品的尺寸公差及外形和断面组织, 经初步检查, 符合冶金部所颁布的耐火材料标准, 其理化性能及废品分析如下:

成品率	废品率	废品分析				化学物理性能		
		裂纹	熔洞	铁边角	扭曲	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	Fe_2O_3	耐火度, $^{\circ}\text{C}$
86.93	13.07	18.82	5.38	62	13.8	53.49	1.58	1570—1770

存在问题:

我厂的三等高铝砖的生产还是刚刚开始。由于检验设备没有, 不能及时检验, 在生产上还很被动, 有些指标还不稳定, 有的指标还与部颁标准有距离。在外形方面尺寸公差较大, 其原因是熟料有生烧现象, 计算收缩与原试验亦较大, 层裂还不能根除。所有这些均是我厂今后急待解决的关键问题。

根据这两个月的生产, 我们有如下几点体会:

1. 首先要政治挂帅, 加强领导, 明确方向。自石家庄及唐山耐火材料会议后, 首先从党委会进行了研究, 统一了认识, 分析了耐火材料次品多优品不足的情形, 充分认识耐火材料生产的任务的繁重和不能停留在现有水平上, 必须坚决贯彻优质、高产、多品种及生产高级耐火材料的方针。

我们首先试制了三等高铝砖并立即投入生产。虽然在试制当中一再失败, 由于政治挂帅, 奠定了坚定的思想基础, 因此克服了种种困难, 终于在 11 月分生产出第一批高铝砖。

2. 解放思想破除迷信, 不能叫困难吓倒; 通过三结合的方法, 没有做不到的事情。我们高铝砖的试制, 由年初就断断续续

地进行了試驗。在試驗中有些指标达不到要求。技术人員就失去了信心，認為工人操作不行，成型必須用 160 吨压砖机才行，抱怨沒有混拌設備，等等。領導上缺乏生产高鋁磚的知識和經驗，強調不懂科学，光听技术員的，認為高鋁磚要求高，手工成型不行等，总是心里无底。在八中全会決議的鼓舞下，在各厂矿不断出現創举的启发下，首先打破了領導迷信思想，認識到只有发动群众，大胆干大胆試制，从生产实践当中补充知識和經驗。从而，管理人員、技术人員与工人共同研究，一鼓作气开始了高鋁磚生产。

3. 發揮群众智慧，边摸索，边总结，从而既完成了任务，又培养了工人。一开始生产就不是一帆风順的。拌料沒湿碾机，要用手工多拌几次；有时泥团会粘鋤粘篩，尤其是层裂最严重。成型效率低，有时一个班只打出几十块磚。在这种情况下，人人参加試驗，个个进行表演，經過反复的多次試驗，終於找出了一套操作方法。經過两个多月的生产，一部分工人已基本上掌握住了操作方法。

我們所取得的成績是初步的，和冶金工业增长的情况比較，是微不足道的。这个成績的取得，是党的方針政策正确的結果，是貫徹总路綫的結果。所取得的成績也是与全体职工的敢想敢干分不开的。我們要戒驕戒傲，不断吸取兄弟厂的經驗，提高我們的生产，以便和各兄弟厂携手前进，为滿足冶金工业的需要及支援明年的农业而努力。

輕質高鋁耐火材料的試制

唐山德盛窯業厂

1959年12月

一、前 言

为了适应高溫工业高速发展的需要，尤其是化学工业、硅酸盐工业、冶金工业的需要，根据唐山附近原料的特点和我厂生产輕質粘土磚的設備和技术，于1958年5月份开始对輕質高鋁耐火材料进行了試驗工作。由于党的領導和技术人員发揚了冲天的革命干劲，在1959年1月份作了試驗，5月份作了生产試驗，6月份全部結束。据鑑定的資料与英国、德国等国家产品质量情况相比較，获有較为滿意的成果。

二、輕質高鋁耐火材料的发展及其应用

輕質高鋁耐火材料是近几十年才发展起来的一种新的耐火材料。在苏联等国家已較为广泛的应用于各种高溫工作，在降低热損失改善設備結構，操作条件、提高生产率等方面起到显著的作用，同时也是保証热工制度合理化的重要措施。現就以下几方面略加說明：

(一) 节约燃料：

据資料介紹，用一般的耐火材料所砌成的窑爐或燃燒室等高溫設備，其爐体自身蓄热与传导、輻射的热損量約占总量的24~25%，而其中在玻璃熔爐中輻射热量为40~70%。由此可知，高溫設備上的热損失是一个巨大的浪費。关于高溫窑爐設計的合理化，以充分利用热能，降低燃料消耗，就成为十分重要的研究工作了。其中建窑材料的基本性能乃是主要的根本关键。因此对于既具有高鋁耐火材料的热性能，并且有显著的热絕緣作用，而且又

不影响安全及设备使用寿命的輕質高鋁耐火材料，就可以大大的提高热效应，节约燃料。

(二) 改善设备的结构：

使用輕質耐火材料，可以减少设备的厚度，縮短建筑时间，节省原材料，降低工业造价，使整个设备体重減輕，減弱加热当中因重量而产生的破坏应力，以延长使用寿命等。

(三) 提高生产效率：

由于热損失降低，增多了单位時間內加热爐内部所含蓄的热量，因而縮短了生产中反应时间、循环周期，提高了生产率。

依靠上述之簡短說明，輕質高鋁耐火材料是我們发展各种工业，如冶炼、机械制造、人造燃料（合成）等重工业不可缺少的一种耐火材料。

三、試驗过程

1. 簡述：往配合粉碎后的泥料中，加入定量的鋸末充分混合陈腐，然后注入木質模中成型、干燥、烧成。

2. 原料的化学成分：

表 1

成分 名称	灼失量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	产 地
阳泉熟料		12.39	84.32	0.72	1.37			山 西
四 节	8.99	57.74	26.34	2.13	0.78	0.69	0.33	唐 山
紫 木 节	16.16	42.64	34.03	2.06	1.45			唐 山
高鋁矾土	14.35	12.69	69.38	1.00	2.78	0.53	0.41	唐 山
鋸 末	松树質 灰分							

3. 原料的处理：

原料进厂后，經過清选，粗碎工艺，要求粗碎細度能通过 8 目篩，然后进行配合工序。

4. 原料的配比：

(1) 泥料的配比：