

**“小水泥”技术资料**

# **用蛎壳烧制水泥**

**中国建筑工业出版社**

“小水泥”技术资料  
用 螺 壳 烧 制 水 泥  
浙江省乐清水泥厂 黄岩水泥厂

\*

中国建筑工业出版社出版（北京西外向东路19号）  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
北京印刷六厂印刷

\*

开本：787×1092 1/32 印张：112 字数：9千字

1972年6月第一版 1972年6月第一次印刷

印数：1-10300册 定价：0.04元

统一书号：15040·3009

# 用蠣壳烧制水泥

浙江省乐清水泥厂

蠣壳是我国海底泥层中蕴藏极为丰富的自然资源。它含有90%以上的碳酸鈣 ( $\text{CaCO}_3$ )，是儲量多、质量高的海底“石灰石”矿藏。沿海地区，如浙江东部劳动人民，有着悠久的捞壳历史和用壳經驗。解放后，单是乐清蠣壳厂自采用机械化捞壳以来，每年产量达二十五万吨。大批蠣壳运銷各地，不仅能生产蠣灰和其它化工原料，而且能代替石灰石烧制普通硅酸盐水泥。

早在一九五八年，乐清人民在毛主席亲自制定的“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”总路线指引下，为了适应蓬勃发展的工农业生产的需要，曾先后两次进行用蠣壳烧制水泥的試驗，但是由于刘少奇一类騙子反革命修正主义路线的破坏和干扰，使这个新生事物中途夭折。

**路綫是个綱，綱举目张。**在我厂用蠣壳烧制水泥的过程中，党組織联系两个阶级、两条路线斗争的历史，深入进行思想和政治路线方面的教育，极大地調动了广大职工的社会主义积极性。遵照毛主席“打破洋框框，走自己工业发展道路”和“一切真知都是从直接經驗发源的”伟大教导，我們因陋就簡，因地制宜，艰苦奋斗，反复試驗，終于用蠣壳代替石灰石烧制成功400号普通硅酸盐水泥，支援了工农业生产和社会主义建設事业。

用蠣壳烧制水泥的成功，为水泥工业开辟了新的资源。

为了互相学习，共同提高，茲将我厂用螭壳烧制水泥的初步实践情况介绍如下。

### 一、螭壳的化学成分

螭壳由于产地和种类不同，其化学成分也不同。为了认识螭壳能否作为烧制水泥的主要原料，我们对各种经过不同方法处理的螭壳按照石灰石分析的原理和方法进行了多次化学分析。其结果是：经过水洗晒干的螭壳的氧化钙（ $\text{CaO}$ ）含量一般达52~54%（相当于碳酸钙93%以上），二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ）——2~2.5%，氧化铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）——0.5~0.8%，氧化铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）——0.2~0.4%，氧化镁（ $\text{MgO}$ ）——0.5~0.7%。不經水洗的螭壳的氧化钙（ $\text{CaO}$ ）含量也达48.5%以上，二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ）——6.5~7.5%，氧化铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）——0.7~1.4%，氧化铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）——0.5~0.6%，氧化镁（ $\text{MgO}$ ）——0.8~1.1%（詳見表1）。从上述分析结果看，各种螭壳的化学成分都符合普通硅酸盐水泥原料的要求。

### 二、原料选择及配料要求

原料的选择及各种原料的配比正确与否，是能否烧出优质水泥的先决条件。用螭壳烧制水泥同用石灰石烧制水泥的区别，在于螭壳代替了石灰石这种原料；至于其它如粘土、铁矿石、石膏、无烟煤等原、燃料的选择，均与用石灰石烧制水泥的要求相同。根据我厂的烧制经验，对粘土的要求是二氧化硅（ $\text{SiO}_2$ ）含量一般为67~70%，氧化铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）为14~17%；对铁矿石的要求是氧化铁（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）含量一般在60%以上（我厂曾用硫酸渣代替铁矿石，因氧化铁含量高而

表 1  
 螺壳的化学成分

分析日期	试样名称	产地及送样单位	试样处理方法	化学成分分析结果 (%)						
				CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	烧减量	总和
1970年5月12日	螺壳	浙江乐清水泥厂	经水洗后晒干	52.18	1.58	0.61	0.26	0.48	43.6	98.71
1970年12月5日	螺壳	浙江乐清水泥厂	经水洗后晒干	52.62	2.08	0.71	0.26	0.54	43.36	99.57
1971年1月16日	螺壳	浙江乐清水泥厂	经水洗后晒干	52.19	2.72	0.87	0.36	0.64	43.18	99.96
1971年1月3日	螺壳	浙江乐清水泥厂	经水洗后土窑烘干	59.91	2.98	1.08	0.38	0.98	33.4	98.73
1971年1月5日	螺壳	浙江乐清水泥厂	经水洗后土窑烘干	62.15	3.2	1.10	0.40	1.01	31.8	99.66
1971年8月17日	螺壳	浙江乐清水泥厂	未洗晒干	48.95	7.08	1.92	0.64	0.75	39.81	99.15
1971年9月15日	螺壳	浙江乐清水泥厂	未洗土窑烘干	55.58	8.16	2.19	0.85	1.1	31.17	99.05
1971年11月11日	螺壳	浙江乐清水泥厂	未洗土窑烘干	59.67	9.56	2.84	0.95	1.41	24.31	98.74
1971年2月25日	螺壳(小片)	浙江临海水泥厂	经水洗后晒干	51.30	3.15	0.88	0.30	0.85	43.46	99.94
1971年5月28日	螺壳	浙江乐清水泥厂、温州水泥厂	经水洗后晒干	52.7	2.51	1.05	0.29	0.9	42.47	99.92
1971年9月15日	大螺壳	浙江平阳	经水洗后晒干	54.8	1.1	0.41	0.21	0.36	43.02	99.90
1971年12月30日	大螺壳	广东海丰	经水洗后晒干	53.51	0.69	0.46	0.12	0.40	44.16	99.34

且不要破碎，比铁矿石好）；至于石膏，一般的生石膏都可以使用。

关于各种原料的配比，由于各厂的具体条件和各个时期所用原料的成分的不同而不同。在配料计算时，要使各种氧化物（ $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）之间相对含量，控制在一定的范围内。这种表示各种氧化物之间相对含量的关系，叫做率值。目前，水泥工业中广泛地应用的率值有石灰饱和系数（KH）、硅率（ $n$ ）及铁率（ $P$ ），铁率或称铝氧率。其简化公式如下：

$$\text{KH} = \frac{\text{CaO}\% - 1.65\text{Al}_2\text{O}_3\% - 0.35\text{Fe}_2\text{O}_3\%}{2.8\text{SiO}_2\%}$$

$$n = \frac{\text{SiO}_2\%}{\text{Al}_2\text{O}_3\% + \text{Fe}_2\text{O}_3\%}$$

$$P = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{Fe}_2\text{O}_3\%}$$

普通硅酸盐水泥熟料，并不是均匀的产物，而是多种矿物的集合体。根据分析，熟料内含有下列矿物：1）硅酸三钙，其分子式为 $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ，缩写为 $\text{C}_3\text{S}$ ；2）硅酸二钙，其分子式为 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ，缩写为 $\text{C}_2\text{S}$ ；3）铝酸钙，主要是铝酸三钙，其分子式为 $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ，缩写为 $\text{C}_3\text{A}$ ；4）铁铝酸钙，一般呈铁铝酸四钙，其分子式为 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，缩写为 $\text{C}_4\text{AF}$ 。在煅烧条件允许情况下，石灰饱和系数（KH）适当高一点，则熟料中生成硅酸三钙比率大，水泥的强度，特别是抗压强度高，但是石灰饱和系数（KH）太高了，可能使熟料中形成大量的游离氧化钙（ $f\text{CaO}$ ），使水泥安定性不良或强度显著下降。当提高硅率（ $n$ ）时，能提高熟料中硅酸盐矿物硅酸三钙（ $\text{C}_3\text{S}$ ）及硅酸二钙（ $\text{C}_2\text{S}$ ）的含量，

有利于提高水泥强度。但过高时，使煅烧所需温度提高，窑的产量降低。当提高铁率（ $P$ ）时，会使液相粘度增大，使煅烧发生困难。但铁率（ $P$ ）过低时，则液相粘度过低，形成大块熟料和结大窑圈，同样不利于煅烧。因此，必须合理控制各率值。

我厂对各率值的控制如下：

$$\text{生料} \quad \text{KH}=0.95\sim 0.97 \quad n=2.1\sim 2.2$$

$$P=1.2\sim 1.4$$

$$\text{熟料} \quad \text{KH}=0.855\sim 0.87 \quad n=2\sim 2.1$$

$$P=1.3\sim 1.6$$

我们的配料计算方法是先将各种原料通过化学分析后，然后根据上述各率值要求范围利用试算（或叫拼凑）法计算出各种原料的配比。为了计算的方便，我们在试算中，蛭壳都以百分计算，从而只要求出粘土和铁粉的需要量就可。各原料配比大致是：蛭壳占81~86%，粘土占16~11%，铁粉或硫酸渣2.5~2.7%。

### 配料计算举例一

#### 原料成分

原料名称	化 学 成 分 (%)							
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	烧失量	其他	总和
經水洗后晒干蛭壳	52.62	2.08	0.71	0.26	0.54	43.36	0.43	100
粘 土	0.64	68.00	18.10	3.30	0.95	8.50	0.51	100
铁粉或硫酸渣	0.30	17.05	0.92	80.00	0.20	0.95	0.58	100
煤 灰 <sup>①</sup>	7.49	50.9	35.00	4.26	1.24	0.23	0.88	100

① 煤灰是煤的17.2%。

## 配 料 計 算

原料名称	配比	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	烧失量	其他
晒干螺壳	100	52.62	2.08	0.71	0.26	0.54	43.36	0.43
粘土	20.4	0.13	13.87	3.69	0.67	0.19	1.73	0.12
铁粉	3.1	0.01	0.53	0.03	2.48	0.01	0.03	0.01
小计	123.5	52.76	16.48	4.43	3.41	0.74	45.12	0.56

白生料率值 KH=0.96                      n=2.105                      P=1.3

球磨煤(外加6%)	7.51	0.1	0.66	0.46	0.06	0.01	6.21	0.01
小计	131.01	52.86	17.14	4.89	3.47	0.75	51.33	0.57
出磨生料成分%	100	40.35	13.08	3.73	2.65	0.57	39.18	0.44

出磨生料各率值 KH=0.909                      n=2.05                      P=1.41

成球配煤	6	0.08	0.5	0.34	0.04	0.01	4.97	0.06
熟料成分	61.85	40.43	13.58	4.07	2.69	0.58		0.50
熟料成分% (各× $\frac{100}{61.85}$ )		65.36	21.96	6.58	4.35	0.94		0.81

## 配料计算举例二

## 原 料 成 分

原料名称	化 学 成 分 (%)						
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	烧失量	其他
未經水洗而經烘干螺壳	55.58	8.12	2.19	0.85	1.10	31.17	0.99
粘土	0.74	66.54	16.56	2.94	1.06	9.84	2.32
铁粉或硫酸渣	0.30	17.05	0.92	80.00	0.2	0.95	0.58
煤灰 <sup>①</sup>	7.49	50.9	35.00	4.26	1.24	0.23	0.88

① 煤灰是煤的17.2%。

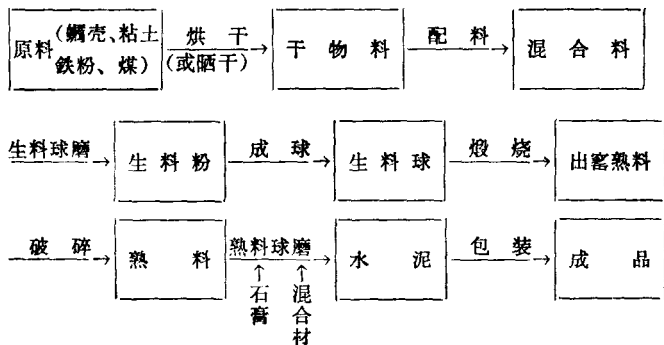


## 配 料 計 算

原料名称	配比	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	烧失量	其他
未洗、烘干螭壳	100	55.58	8.12	2.19	0.85	1.10	31.7	0.46
粘 土	13.30	0.10	8.85	2.20	0.39	0.14	1.31	0.31
铁 粉	3.1	0.01	0.53	0.03	2.48	0.01	0.03	0.01
小 計	116.4	55.69	17.5	4.42	3.72	1.25	33.04	0.78
白生料(不計煤灰掺入)各率值		KH=0.961		n=2.15		P=1.19		
球磨煤(外加6%)	7	0.09	0.61	0.42	0.05	0.02	5.80	0.01
小 計	123.4	55.78	18.11	4.84	3.77	1.27	38.84	0.79
出磨生料成分%	100	45.20	14.68	3.92	3.05	1.03	31.47	0.65
出磨生料率值		KH=0.916		n=2.106		P=1.285		
成 球 配 煤	6	0.08	0.5	0.34	0.04	0.01	4.97	0.06
熟 料 成 分	69.55	45.28	15.18	4.26	3.09	1.04		0.70
熟料成分% (各 $\times \frac{100}{69.55}$ )		65.1	21.83	6.13	4.44	1.50		1.0

## 三、生产工艺流程及技术要求

用螭壳烧制水泥的生产工艺流程如下：



各工序的技术要求如下：

### 烘干

干法生产时，当主要原料含水量在2%以上，就会影响生料磨的产量及生料細度，甚至发生粘球现象。蠣壳捞自海底，又是片状物质，表面面积很大，一般都有15~18%的附着水。根据我們的实践，把蠣壳經阳光晒干，还会发生严重的粘磨现象，因此烘干工序更为重要。我們沒有烘干机，就发揚自力更生精神，模仿当地农民烧蠣灰的方法，在地面上安上一个用水泥浇成直径約1.5米、高約0.4米的多孔半球形的炉篋，构成一个地面烘干窑。烘干时，先用少量稻草引火，然后将掺入5~6%直径在3毫米以下的細烟煤的蠣壳，漸漸撒上（同时不断鼓风）。这种方法设备簡單，操作方便，日产能达15~18吨。烘干后蠣壳有部分碳酸鈣（ $\text{CaCO}_3$ ）分解成氧化鈣（ $\text{CaO}$ ），烧失量一般在26~32%，易磨性好，球磨产量比晒干壳提高一倍左右。但是当煤比太高时，蠣壳烧得太熟，在成球时发生水化，使料球发干和松散。至于粘土、鉄粉，我們基本都是晒干的。經過烘干的蠣壳和晒干的粘土、鉄粉成为干物料。

### 配料

配料的合理和均匀与否，是能否烧成优质水泥的内因条件。因此，必須認真而准确地进行配料。我們是把各种原料按配方計算数据分別称量，再混合一起，略加拌勻，再喂入磨机球磨。

### 生料球磨

配好的原料經過生料磨磨成为生料粉，生料磨的产量和生料細度是影响水泥产量和质量的重要因素之一。在其他条件不变情况下，細度細，烧出的熟料游离氧化鈣（ $f\text{CaO}$ ）

含量低，則水泥的安定性好，强度高。一般細度控制在通过4900孔/厘米<sup>2</sup>的标准篩的篩余率在10%左右。我厂生料細度控制在（篩余率）10~13%。

蠣壳与石灰石比較，由于蠣壳的含水量高，韌性大，易磨性差，影响球磨的产量。克服的方法是，将壳烘干并于生料磨内外加5~6%的煤作助磨剂。

### 成球

在生料粉中，外加5~7% 3毫米以下的无烟煤，噴14~16%的水分，进行成球。

料球质量好坏，直接影响立窑的煨烧。料球大小要合适而均匀，一般直径在0.5~1.2厘米为宜，水分在13~15%为好（因为蠣壳在烘干时，有部分碳酸鈣（ $\text{CaCO}_3$ ）分解生成氧化鈣（ $\text{CaO}$ ），在成球时，要吸水进行水化，所以耗水量大些）。如果料球太大，内心不易烧好；如果水分太少，粉料多或料球强度低，入窑后易碎成粉，会影响通风，使窑烧不好。

当蠣壳采取前面所讲的土办法烘干，特别是烘得太熟时，在成球时会产生水化（消化）。这样使成好的料球重新发干和松散，严重影响煨烧。在沒有改用机械烘干之前，我們采取：1.将晒干蠣壳和烘干蠣壳以1:2进行混合使用，既省煤，又有利球磨，不使料球松散；2.在出磨的生料上先噴少量水，让它在成球前先水化；3.边成球，边入窑，不要堆放过久。上述方法經实践，均有較好效果。成球出来的物料，叫生料球。

### 煨烧

煨烧工序是影响水泥质量的重要因素之一。如果煨烧不好，窑内溫度不能达到生成水泥时所需溫度，即1400~

1450°C 的情況下，尽管前面配料等各項工序搞得很好，也产不出优质水泥。影响煅烧质量的因素很多，除了窑工操作技术之外，还同风机的风压、风量，用煤的数量、质量，料球的质量，及窑体結構等，都有密切关系。

现将我們  $\phi 1\text{米} \times 4\text{米}$  的小立窑的操作体会介紹如下：

1. 出窑时的“戴帽”現象或称“卡窑”，即出窑时窑面一层連住不下，似一頂帽。这是不正常現象之一。小立窑因直径小，窑壁磨擦力大，一般不易自动下料；如果自动下料，一定溫度低，物料松散，黄料多。因此，出窑时“戴帽”，要打下去，下面出来的熟料才比較好。

2. 关于明火出窑問題 由于小立窑在出窑时經常要“戴帽”，需打下去，若在窑面留有生料或湿料层的话，当打下去时，全部漏到底部，不能繼續煅烧，影响到水泥质量。因此，我們当料球加滿后，让它窑面料球全部烧紅，并出現粘結时，才开始出窑。

3. 煤耗問題 由于小立窑散热量比一般大窑大，而且我們采用明火出料，使热量跑掉一部分，所以煤耗要比一般高。我們的煤耗通常是生料的外加12~13%。

### 破碎

出窑的熟料在顎式破碎机中进行破碎，破碎的粒度小，有利于提高球磨产量。我們开始生产时，沒有破碎設備，便由人工用錘子敲碎。

### 熟料球磨

把破碎后的熟料，加入3.5%的生石膏和13~15%的水淬矿渣，在球磨內进行粉磨。磨出的物料即为水泥。

水泥的細度对水泥强度，特别是早期强度有影响。細度細，水化反应快，早期强度高。一般4900孔/厘米<sup>2</sup>的篩篩

余量控制 8~10%。摻入石膏是用来調节水泥的凝固時間，若凝固太快，水泥內可略多加点石膏。

#### 四、熟料成分分析和水泥强度檢驗

从試驗到小規模生产，我們都比較重視熟料成分分析和水泥强度檢驗。从目前情况看，我們实践經驗还不够，某些規律还没有認識或沒有完全認識。茲將几批熟料成分分析和水泥强度檢驗結果，列举如下。

熟料成分分析和水泥强度檢驗結果

表 2

項 目			1970年		1971年			
			5月	12月	3月	4月	9月	10月
化学 分析 結果	氧化物 含量 (%)	CaO	65.81	64.3	65.73	63.6	64.7	64.47
		SiO <sub>2</sub>	22.15	21.65	20.86	21.52	21.85	22.1
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.05	6.95	6.59	6.52	6.42	6.75
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.5	3.57	4.32	3.95	3.98	4.08
		MgO	0.6	1.46	1.40	0.95	1.8	1.39
		fCaO			3.05	0.79	1.05	1.20
	率 值	KH	0.873	0.851	0.913	0.854	0.862	0.839
		n	2.1	2.06	1.91	2.06	2.1	2.04
		P	1.34	1.95	1.53	1.65	1.61	1.65
物理 檢驗 結果	抗拉 强度 (公斤/ 厘米 <sup>2</sup> )	3天	27.2	19.1	15.51	16.87	24.5	21.3
		7天	29.4	23.4	19.9	19.15	26.3	25.1
		28天	33	31.4	21.8	24.18	31.4	33.6
	抗压 强度 (公斤/ 厘米 <sup>2</sup> )	3天	433	340	250	204	379	244
		7天	484	380	340	286	442	305
		28天	594	450	430	429	510	404
备 注	試驗产品 选料块	平均样	平均样	平均样	挑选的 熟料块	平均样		

以上几批水泥的氧化铝 ( $Al_2O_3$ ) 含量均比较高, 主要是我們所采用的粘土中含氧化铝 ( $Al_2O_3$ ) 較高的緣故, 但各个龄期的强度一般达 400 号左右的标准。

从試驗到小型投产以来, 我們对蠣壳通过淡水洗和不洗、晒干和烘干等不同处理方法进行比较。蠣壳捞自海底, 表面附着較多的氯化鎂 ( $MgCl_2$ )、氯化鈉 ( $NaCl$ ) 和氯化鉀 ( $KCl$ ) 等有害成分, 因此将蠣壳用水冲洗以后使用較好, 但这样耗水量大, 并且又花相当大的人力, 特别是干旱缺水时, 就不能保証正常生产。对此, 我們通过不用水冲洗的試驗, 其結果是, 熟料的氧化鎂 ( $MgO$ )、氧化鉀 ( $K_2O$ ) 和氧化鈉 ( $Na_2O$ ) 的含量均少, 而且还可以节约粘土。用淡水洗和不洗, 各有利弊, 究竟以何种方法为好, 我們还在繼續摸索中。关于晒干和烘干的問題, 开始我們只是认为表面吸附水, 容易晒干, 同时又无烘干設備, 因此用晒干办法; 結果在粉磨时, 不仅产量低, 质量差, 而且經常发生粘球現象, 甚至出料口被堵塞。后来采用土法烘干的蠣壳与晒干的壳以 2:1 混合使用, 效果較好。

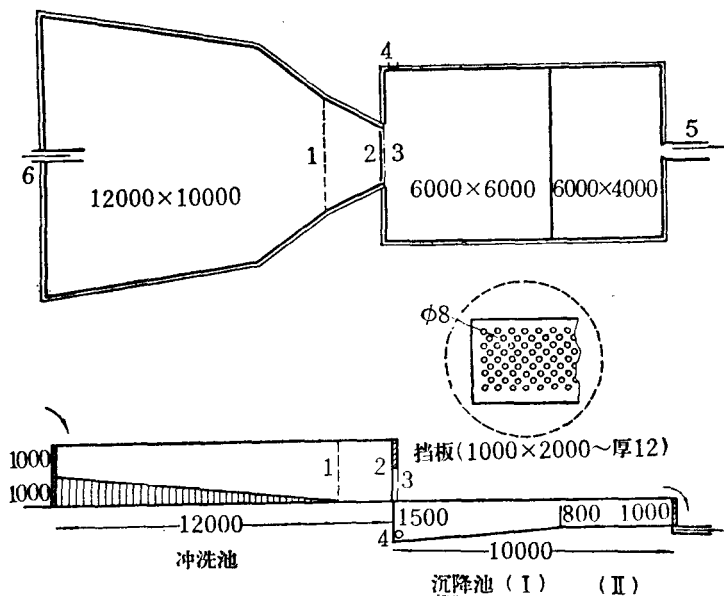
用蠣壳烧制水泥是件新事物。根据我們体会, 生产原理和工艺流程, 基本上同用石灰石生产水泥相似, 只是粉磨工艺比較困难。如果晒得不够干或烘得不够干, 就会使球磨机障碍多, 产量低, 质量也受影响。关于这个問題, 我們正在努力妥善解决, 有待进一步实践和总结。

# 洗壳池

浙江省黄岩水泥厂

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我厂用沿海蕴藏极为丰富的螵壳代替石灰石烧制普通硅酸盐水泥。

螵壳捞自海底，表面附有泥沙和较多的氯化镁( $MgCl_2$ )、氯化钠( $NaCl$ )和氯化钾( $KCl$ )等有害成分，对水泥质量有一定影响。因此，一般要将螵壳冲洗后再使用。我厂组织了工人、干部和技术人员三结合试验小组，试建了100平方米的洗壳池(见图)，用于冲洗螵壳，效果尚好。



洗壳池结构示意图

1—铅丝网；2—隔板；3—挡板；4—排水孔；5—排水沟；6—水泵

洗壳池能盛螭壳40吨。冲洗时，先用水泵把淡水池打满，浸8小时后，再放水，泥沙和氯化镁（ $MgCl_2$ ）等亦随水流冲出。然后，再用水泵打水冲洗半小时，便可达到干净的要求。冲洗干净的螭壳放入烘干机进行烘干。烘干后的螭壳，因细碎、疏散，毋需破碎，便可直接投入球磨机粉磨。这就能节省部分人力和电力，降低水泥成本。



