

全民办化学工业参考資料

**年产 350 吨石灰的石灰窑
年产 150~200 吨苛化燒碱
小型定型設計**

化学工业部化学工业設計院 編

化学工业出版社出版

目 录

第一部分 年产350吨石灰的石灰窑	1
一、本窑之特点及应用范围	1
二、生产流程简述	1
三、生产注意事项	1
四、开工前的烘窑及点窑	2
五、投资概算	5
附图1 年产350吨石灰的石灰窑设备图	6
附图2 年产350吨石灰的石灰窑立体图	5
第二部分 年产150~200吨苛化烧碱	6
一、概论	6
二、流程及生产方法叙述	6
三、主要原材料消耗定额	7
四、人员表	8
五、操作班次及年工作日	8
六、设备一览表	8
七、建厂条件及因地制宜说明	8
八、劳动保护说明及用具	8
九、设备、工具、器皿、投资总概算	9
十、成本估算(按每吨100%NaOH折算)	9
十一、原材料及成品分析方法简介	9
附图1 年产150~200吨苛化烧碱的流程图	10
附图2 年产150~200吨苛化烧碱的平面布置图	11
附图3 年产150~200吨苛化烧碱的厂房立体图	11
附图4 年产150~200吨苛化烧碱的蒸发炉灶图	12

第一部分 年产350吨石灰的石灰窑

为贯彻总路线“多快好省”的原则，设计此石灰窑作为县级以下办工业之需要。

一、本窑之特点及应用范围

1. 石灰窑最大内径为0.8公尺，外径为2.37公尺，全高为4.72公尺，年产石灰350吨竖式石灰窑。

可配合任何需要石灰及需要大量低浓度的 CO_2 之一切工业，且可与之合并成为联合工厂，如纯碱厂及烧碱厂。

2. 本窑系全部采用人工操作(包括上、下料)，自然通风。在建设不需要钢材，在生产中也不需要用电，所用的材料大部分为泥土和一部分的砖石砌成，投资少，约200元1台，适合乡及合作社建厂。

3. 本窑为投资少，燃料消耗量低，劳动强度小，施工容易，操作简单，产品质量高，且不受气候所影响。

4. 本窑可连续生产石灰及二氧化碳(CO_2)，此为一般土窑所不及。

5. 本窑燃料为焦炭，烟煤，或无烟煤均可。

二、生产流程简述

石灰石及燃料分别称重，每100公斤石灰石约需用燃料约9公斤，分别用人工从窑顶倒入窑内(一层石灰石一层燃料)，经过煅烧后从底部出料口取出石灰。

三、生产注意事项

1. 原料规格 石灰石：含碳酸钙(CaCO_3)一般不低于90%，如果石灰用于制造苛化烧碱时，石灰石内含二氧化硅 SiO_2 不高于5%，碳酸镁 MgCO_3 不高于3%，块度为50~70公厘。

燃料：发热量在6000千卡/公斤以上，块度一般为10~25公厘(用块状燃料时)。

2. 石灰质量含氧化钙(CaO)不低于85%，含二氧化碳(CO_2)在30%以上。

3. 在正常情况下每隔4小时下灰一次，每次下灰量约150~200公斤，石灰温度用手摸不烫手为宜，如发现烫手时应立即停止出灰，下灰后接着上料270~300公斤。

4. 窑顶不能看见有很厉害的火，否则须调节窑下的通风口，或多下灰(要注意下灰温度)。

5. 正常时每100公斤石灰石配合燃料约9公斤，但当季节气候或原燃料质量发生变化时，配合之燃料量应亦随之增减。

6. 下灰时最好两个下灰口同时出灰，两个下灰口之出灰量亦应相差不多，以避免烧偏的可能，但是必要时亦可单口下灰。

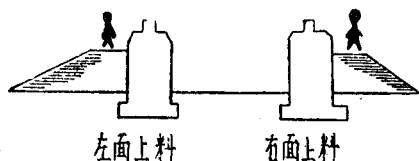
7. 上料可根据实际情况，采用左面上料或右面上料。

8. 上料时，一层石灰石，一层燃料，不需混合。

9. 本窑为三班操作，每班8小时，每年检修一次。

10. 操作人员为一。

11. 每吨石灰需要燃料量约162公斤。



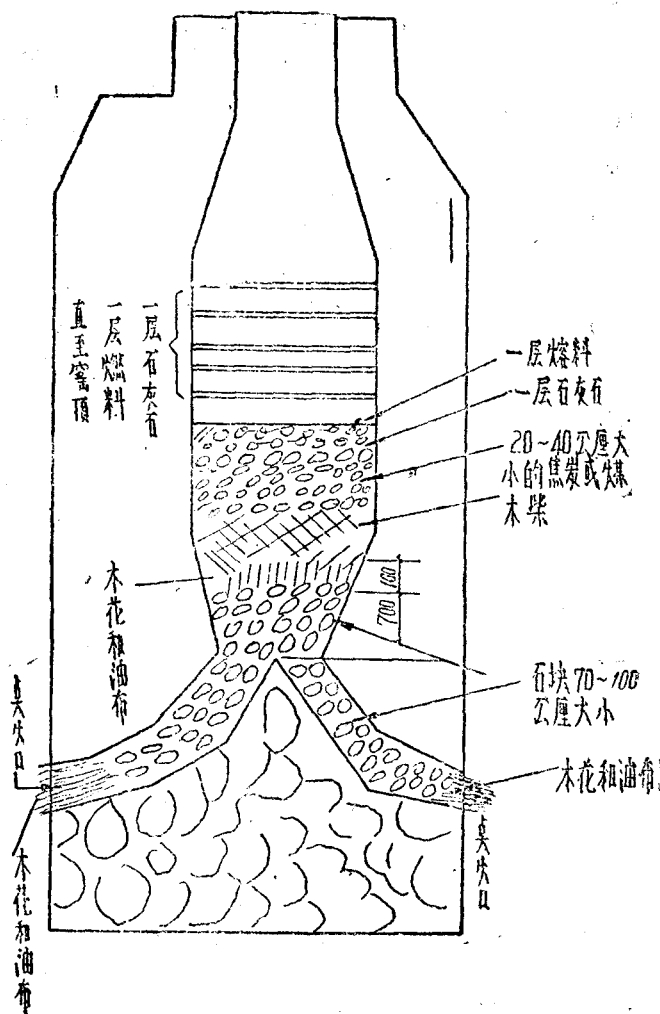
四、开工前的烘窑及点窑

1. 烘窑：

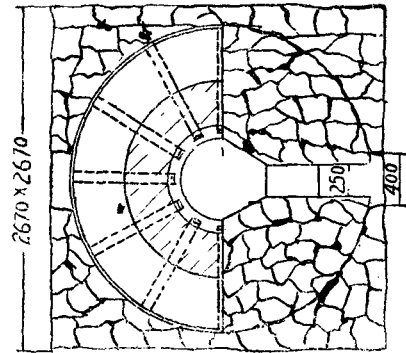
把用焦炭或煤燃烧好的炉子，从窑顶吊下至窑底尖顶处，进行烘窑工作，炉子不灭地日夜进行，为时3天左右，然后将炉子取出，待石灰窑冷却后，立即进行点窑前之准备工作。

2. 点窑：

当窑烘干冷却后，立即进行点窑前之一切准备工作，先将大量的木花(或易着的草)放入窑内，木花中间放入一些用火油浸透的破布(目的是易于着火)，放入的木花高度距窑底尖顶处0.8公尺，然后用100公厘大小的石块堵塞窑的下灰口，但是堵塞下灰口时，一定要将预先投进的木花和油布引出下灰口，以便进行引火，下灰口堵塞后由窑顶投入70~100公厘之石块，一直至距窑底尖顶处0.7公尺(约350~400公斤左右)，木花仍露出石块高约100公厘；虽然在投入石块时将先投之木花压倒一部，但问题不大，石块投完后，接着乱投70~100公斤干木柴，木柴投完后，投入70~100公斤之焦炭或煤，其大小为20~40公厘，在焦炭或煤的上面是按100公斤石灰石配11公斤燃料的比例，一层石灰石一层燃料的一直铺至窑顶，铺好后便可在二个出灰口处引火。点窑的示意图如下图所示。



2-2 向断面图



附图 1 年产850吨石灰的石灰窑设备图

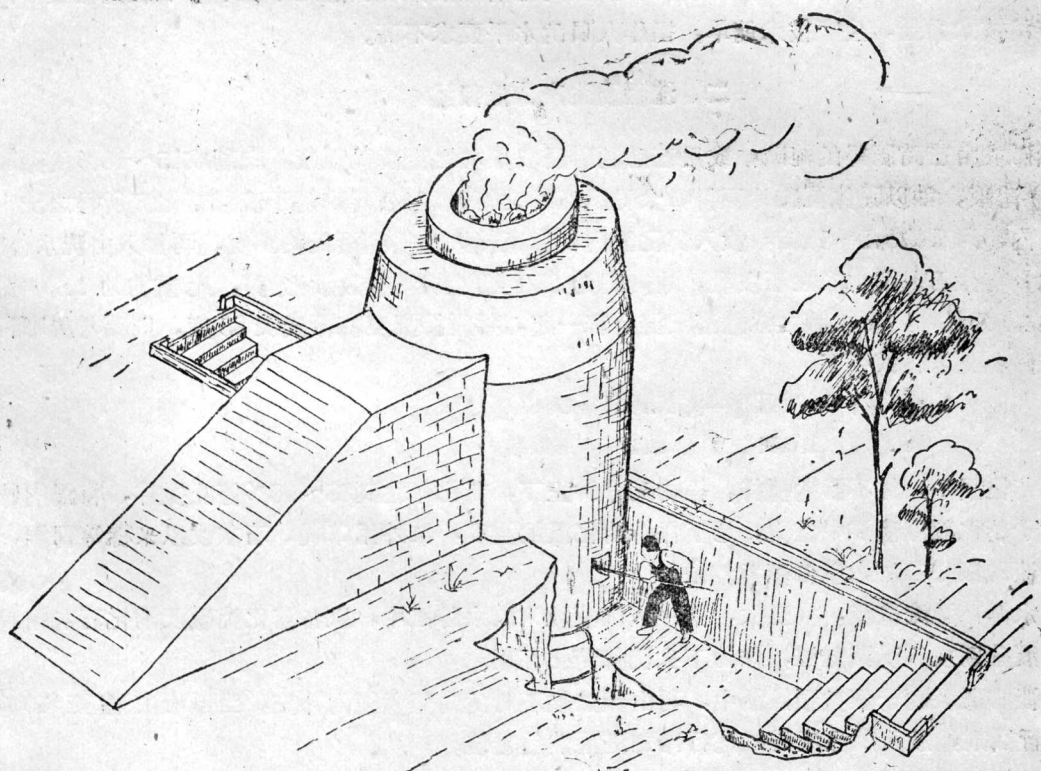
1. 有关本窑的特点、性能应用范围和操作方式与操作条件等详见石灰窑的文字说明。
2. 本窑外形和依据当地的情况可砌成方形，砌方形时其一边之尺寸可等于本图的外径（2370）。
3. 本窑下部突出的基础为方形其边长2670。
4. 本图中件号5、6、7、8、9及10须预先按要求加工，尤其是件5须作成一三角柱状而砌于窑内，并且上列诸件与灰之接触面须力求平滑。
5. 图中之件6、7、8因作为拱故在选材时应严格检查是否有裂痕和隐纹以防后患。
6. 本窑具有12个补助空气孔在生产后可依据石灰的煅烧情况来开启或堵塞，在有加料台的一边沿窑皮设一通道（约200×100即可）在调节补助空气时可在此通道的二端开启或堵塞之。
7. 本窑基础砌筑所用的毛石块度可大可小其灰浆可用石灰沙浆。
8. 图中（ ）号内之尺寸为500尺寸可依据当地的土壤等情况变更之。
9. 本图中之尺寸均采用公厘为单位，1000公厘=1公尺=3市尺。

10	下灰门台	560×400×200	石	块	2
9	下灰板	900×400×200	石	块	2
8	门拱	600×200×200	石	块	2
7	外拱	400×600×200	石	块	2
6	内拱	500×600×200	石	块	2
5	下灰雌		石	块	1
4	毛石		石	立方公尺	12
3	青灰			立方公尺	0.5
2	土坯	400×200×100		立方公尺	8.2
1	红砖	240×115×55		立方公尺	4.43

件号	名称	规格	材料	单位	数量
----	----	----	----	----	----

五、投資概算

紅 磚	4.43M ³ :	4.43 × 39.36 = 174.4元
砌紅磚	2个工日:	2 × 1.5 = 3元
打土坡	3.5个工日:	3.5 × 1.5 = 5.25元
砌土坡	4.5工日:	4.5 × 1.5 = 6.75元
砌石头	12工日:	12 × 1.5 = 18元
青 灰		5元
抹青灰	3工日:	3 × 1.5 = 4.5元
挖 土	3工日:	3 × 1.5 = 4.5元
砌石头灰		5元
总计		226.4元



註 因地方的不同情况二个石灰口
处可搭制防雨棚

附图2 年产350吨石灰的石灰窑立体图

00659/04

第二部分 年产150~200吨苛化燒碱

一、概 論

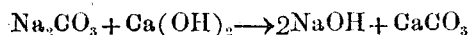
在社会主义建設总路綫的光輝照耀下，全国工农业正在飞跃前进。燒碱工业要及时来满足工农业的需要，仅依靠几个大厂来供应是不行的。为了在制碱工业上超英超美及促进我国工业更进一步发展，特按照党中央提出的“土”和“小”的方針来編制此設計，以供广大人民办工业之用。本設計的特点：不用电、不用鋼材和水泥，如在农村中騰出几間民房摆上缸(甕)和鉄筒即能进行生产，建厂費可大大降低。

燒碱用途极为广泛，除造纸、棉紡、人造纖維及制肥皂外，还可供給炼油、染料及制造金属鈉之用，因此，发展制碱工业，不但能促进有关工业的发展，并能解决人民吃穿、卫生、文化之需。

本設計为年产150吨~200吨燒碱厂，日产約 600 公斤，生产原料采用天然碱或由芒硝制成的純碱、或与芒硝制碱合并成为联合厂，采用浸取黑灰的澄清碱液，规模适应于县、乡、社的需要，并考虑了地方的技术力量，生产技术简单，操作人員的水平要求不高。

二、流程及生产方法叙述

将天然碱或由芒硝制得的純碱，或用芒硝制碱浸取黑灰之澄清純碱液，配制成15~18%的碳酸鈉(Na_2CO_3)溶液，如以固体純碱为原料，大約以86%之純碱174公斤溶解于洗滌苛化泥所得之洗水1立方公尺內，比重約1.2~1.22，放入苛化鍋內，以直接火加热到摄氏約80度，再加入由洗水(洗苛化泥碱水)与生石灰消化成之石灰乳，浓度約为 230 克/公升(有效氧化鈣)，比重約为 1.2；約 0.35~0.8立方公尺，与預热后之純碱溶液混合在一起，并維持温度在摄氏表 95 度，則碱与灰即行苛化成为燒碱，其方程式列下：



純碱 熟石灰 燒碱 碳酸鈣

溶液在苛化鍋中，并不断的搅拌，經約50分钟上下，苛化率达到88~90%停止搅拌，将鍋內物料取出，放于苛化液澄清缸中澄清，为了保持苛化液的温度，缸外用草繩、石灰或以米糠等保温，澄清液送至淡碱液貯存缸，以备蒸煮熬浓。

泥渣用水循环逆流洗滌，共三次，第一次洗液放入碱水貯缸中，以备溶化純碱及消化石灰用，二、三次洗液分别放入洗液貯缸，作为下次洗滌苛化泥用。

澄清的淡燒碱液倒于蒸煮預热鍋中，再由預热鍋不断的向蒸煮鍋內补充，当碱液浓缩至 30% (NaOH)即行出鍋，放入成品液貯缸进行冷却澄清然后包装。

在蒸煮鍋及成品碱液貯缸內，分别析出的純碱(Na_2CO_3)、硫酸鈉(Na_2SO_4)，分别送至苛化部分重新加灰苛化，及芒硝制碱部分进行回收处理。

在苛化泥經過三次洗滌后之泥渣即行弃去。

生产操作方法过程可分：苛化、澄清、洗泥和蒸发器部分，其操作方法循序如后：

1. 加純碱24公斤于苛化鍋中，然后加水 115 公斤，搅拌使碱溶化(使用黑灰浸出液可免此手續)，加石灰乳50公斤，搅拌并加火煮沸，約50分钟。

2. 把苛化液倒入苛化澄清缸中，苛化鍋又可繼續工作。

3. 苛化液澄清 2 小时許、泥已沉底，将清液用胶皮管虹吸于淡碱液缸中或直接放入蒸发鍋，进行蒸煮。

4. 苛化澄清缸把清液放完后加入水进行洗泥, 把一次洗泥之碱水倒入貯缸內, 备化碱和消化石灰乳用。

5. 二、三次洗泥方法同上, 第三次泥用清水洗滌, 洗液送入三次清液貯缸, 用三次洗液来洗二次苛化泥, 此二次洗液放入二次液貯缸內, 准备洗第一次苛化泥。

6. 蒸发鍋直接用火加热浓缩至 30% (含NaOH), 比重約1.3, 放入浓碱液貯缸內冷却澄清, 以提高产品质量。

三、主要原材料消耗定額

1. 原料规格

(1) 純碱主要成分

路布兰法制得純碱成分

Na_2CO_3 (純碱) 80% 以上

NaOH (烧碱) 5 % 以下

Na_2SO_4 (芒硝) 12% 以下

路布兰法黑灰浸取純碱液成分(未通二氧化碳的成分)

Na_2CO_3 15~18%

NaOH 3.64~4.37%

Na_2SO_4 3.22~3.85%

其余为水

(2) 生石灰: 块灰含CaO(氧化鈣)80%

(3) 生产用水: 一般井水

(4) 产品质量:

NaOH(烧碱) 30%

Na_2CO_3 (純碱) 0.5% 以下

Na_2SO_4 (芒硝) 1.5% 以下

比 重 1.3~1.32

如果需要較高浓度的碱液时, 可繼續蒸煮以达到所需浓度。

2. 消耗定額表

序 号	名 称	規 格		单 位	消 耗 定 額		年 需 要 量		备 注
		天 然 碱	路 布 兰 法 制 得 純 碱		天 然 碱	路布兰法 制得純碱	天 然 碱	路布兰法 制得純碱	
1	純 碱	Na_2CO_3 >70%以上 NaHCO_3	Na_2CO_3 >80% NaOH<5 % Na_2SO_4 <12%	吨	2.2	1.7	330~440	255~340	消耗定額系按 100% 成品所需 原材料量
2	生石灰	CaO>80%	CaO>80%	〃	1.0	0.9	150~200	135~180	
3	煤	>6000大卡/公斤	>6000大卡/公斤	〃	1.0	1.0	150~200	150~200	
4	水	一 般 井 水	一 般 井 水	〃	12	11	1800~2400	1650~2200	

四、人員表

序 号	分 工	数 量				总 計
		一 班	二 班	三 班	替 班	
1	苛化工	2	2	2	1	7
2	司爐工	1	1	1	1	4
3	蒸發工	1	1	1	1	4
4	出鍋包裝工兼蒸發工	1	1	1		3
	共 計					18

五、操作班次及年工作日

本車間將採取每日三班連續操作，年工作日除去檢修設備停工外以350日計算。

六、設備一覽表

序号	名 称	規 格	材 料	数 量	备 注
1	苛化預熱鍋、蒸發鍋及蒸發預熱鍋	直徑1000公厘	鑄 鐵	6	} 約需鑄鐵 122 公斤以壁厚10公厘計
2	苛化鍋	直徑1200公厘	鑄 鐵	2	
3	洗泥碱水缸	直徑800公厘 高 840公厘	陶 缸	2	
4	淡碱水缸	〃	陶 缸	8	
5	成品碱洗缸	〃	陶 缸	9	
6	苛化液澄清缸	〃	陶 缸	10	

七、建厂条件及因地制宜說明

1. 本厂可建設于全国各个地方。如能設于产天然碱地区，或产芒硝地方和制造純碱厂成为一联合厂在經濟效果方面更大。
2. 操作工人水平要求不高，开工前去苛化制碱厂实习一、二周即可掌握操作。
3. 本厂利用农村原有房屋即可开工生产，其他輔助部分如倉庫、原料堆场等視具体需要而定。
4. 在新建厂对建筑要求：南方較暖地区仅以棚遮雨即可在稍冷地区，視具体情况做围墙抹泥以防风寨。
5. 所采用大缸及生鉄鍋，可据当地所产的大小酌量增減。
6. 废弃之苛化泥須找一适当地点堆存，因废泥中含有烧碱、有碍卫生及农作物。
7. 开工前須准备必要工具如鉄桶、鉄勺、搅拌棍、烧火用煤鏟、火鈎等。

八、劳动保护說明及用具

苛化烧碱具有强烈的腐蝕性，皮肤被灼伤后很难痊愈，尤其是对眼睛更要注意，碱液一旦潑入眼中，应赶快用清水冲洗，然后送到当地诊疗所医治，不可延誤。故此在操作中須穿戴必要的劳动保护用具，如眼鏡、胶皮鞋、手套等，以防烧伤。

九、設備、工具、器皿、投資總概算

項 目	規 格	數 量	單 價 (元)	總 價 (元)
鑄 鐵 鍋	直徑1000公厘	6	25	150
鑄 鐵 鍋	直徑1200公厘	2	50	100
附 土 缸	直徑 80公厘 高840 公厘	29	10	290
鉛 皮 桶		3		
勺 子		4		
火 鉤		2		
火 鉢		2		
比 重 計		1		
小 推 車		1		
荷 化 費		1	60	60
蒸 爐	3000×2850	2	60	120
廠 房	利用農村原有房屋，如要新建廠可按當地具體情況而定			
煙 道	120×120	15公尺	20元/10米	30
煙 囪	150×150高6500公厘	1	40	40
總 計				約820

十、成本估算 (按每噸100%NaOH折算)

名 称		規 格		单位	数 量 100%NaOH		单 价 元/吨		金 額 (元)	
純 碱	天 然 碱	路布兰法純碱	吨	天然碱	路布兰法純碱	天然碱	路布兰法純碱	天然碱	路布兰法純碱	
	Na ₂ CO ₃ + NaHCO ₃ >70%	Na ₂ CO ₃ >80% NaOH <5%	〃	2.2	1.7	40	90	88	153	
生 石 灰	含CaO 80%以上		〃	0.8~1.0		20.7		16.56~20.7		
燃 烧 煤	6000大卡/公斤		〃	1		12		12		
投 資 折 旧	折旧率20%							0.82		
工 人 工 資	240元/人/年		名					21.6		
附 加 費	总项16%							3.45		
車 間 經 費								1		
成本 (100%NaOH)								148~212		
折合30%NaOH的成本								44.5~64.0		

十一、原材料及成品分析方法簡介

1. 試藥準備:

(1) 1N H₂SO₄ (1 當量硫酸溶液)

(即1000立方厘米水中含有 49克100%純硫酸) 1 大瓶(10公升)

(2) 酚酞試藥(已配置成液體) 1 小瓶(0.1公升)

(3) 甲基橙試藥(已配置成液體) 1 小瓶(0.1公升)

(4) 粗制蒸餾水(一次蒸汽凝結水即可) 1 大瓶(10公升)

2. 分析用具

- | | |
|-------------------|-------|
| (1) 100 立方厘米滴管 | 1 支 |
| (2) 滴管架 | 1 支 |
| (3) 10及 5 立方厘米移液管 | 各 1 支 |
| (4) 溫度計 (100度攝氏) | 1 支 |
| (5) 瓷碗 | 2~3 个 |

3. 分析方法与計算方法

(1) 原料純碱液, 淡烧碱液, 成品浓碱液, 及洗滌水等分析方法及計算均相同, 本設計采取双重指示剂分析方法, 因此法最簡單, 虽然准确性稍差, 但一般工业分析尚能达到要求。茲将分析方法列下:

取試料10立方厘米, 放于瓷碗中, 加酚酞指示剂二~三滴, 然后以1N H_2SO_4 标准溶液滴定, 当溶液由紅色刚变为无色, 即記下滴定用去的硫酸量为“甲”, 再加甲基橙指示剂二~三滴, 繼續以1N H_2SO_4 滴定, 使該液由黄变成橙色为止, 又記下滴定用硫酸量为“乙”。

計算方法:

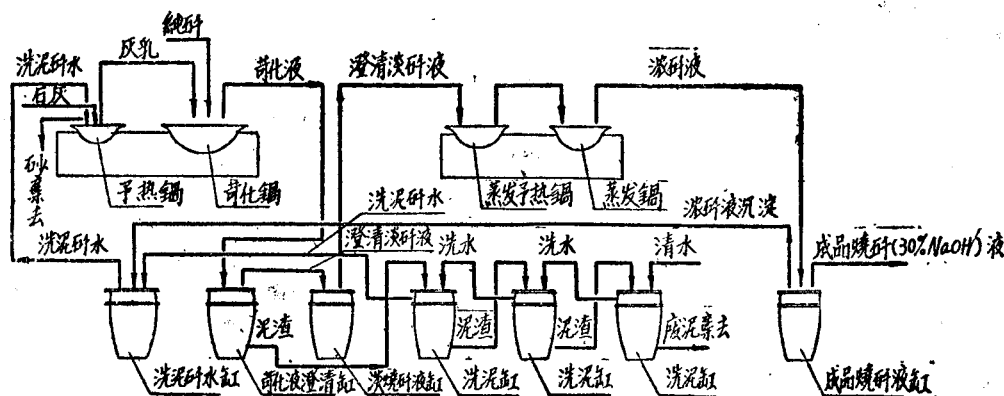
$$\frac{\text{甲(立方厘米)} - \text{乙(立方厘米)}}{10} \times 40 = \frac{\text{NaOH}}{\text{烧碱}} \text{ 克/公升}$$

$$\frac{\text{乙(立方厘米)} \times 2}{10} \times 53 = \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{\text{純碱}} \text{ 克/公升}$$

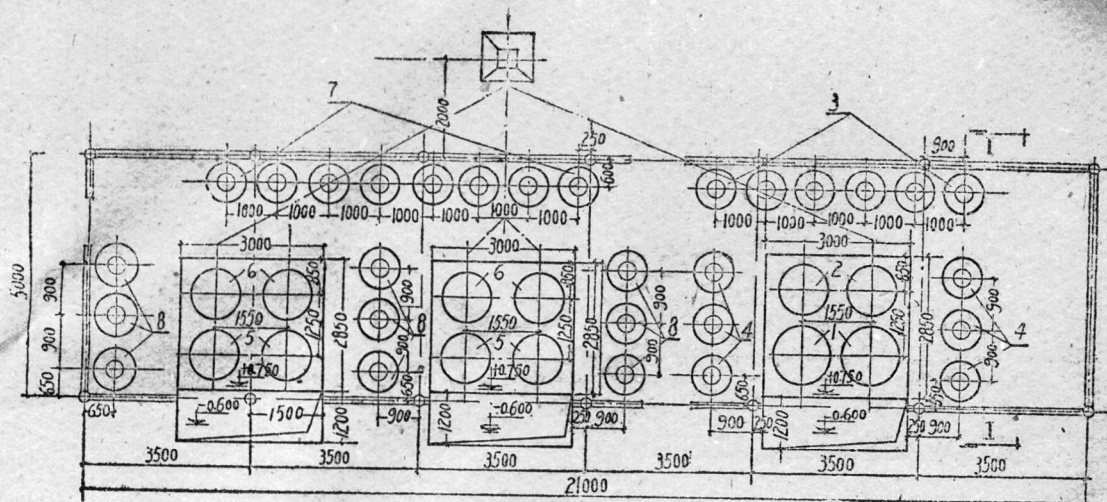
(2) 石灰乳分析与計算方法: 取石灰乳試料5 立方厘米, 放入瓷碗中, 加酚酞指示剂呈现紅色, 以1N H_2SO_4 (1 当量硫酸溶液) 滴定至石灰乳变无色, 稍等石灰乳又变紅, 再以1N H_2SO_4 滴定变为无色, 如此三次, 記下其所用1N H_2SO_4 量。

計算方法

$$\frac{\text{用1N } H_2SO_4 \text{ 立方厘米数}}{5} \times 28 = \text{有效 CaO (氧化鈣) 克/公升}$$



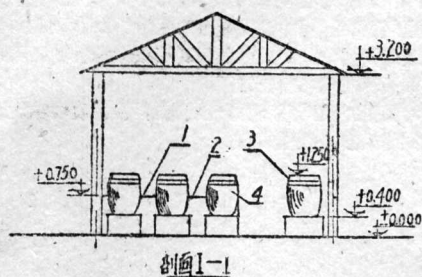
附图1 年产150~200吨苛化燒碱的流程图



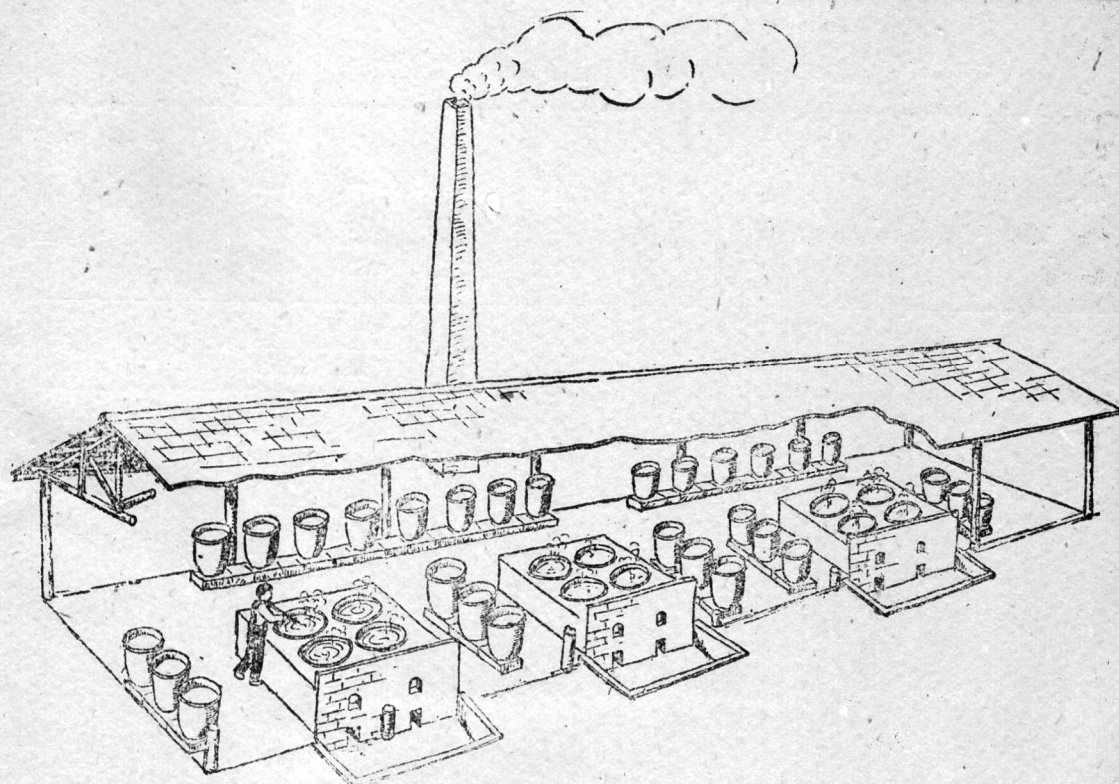
附图2 年产150~200吨苛化烧碱的平面布置图

说明:

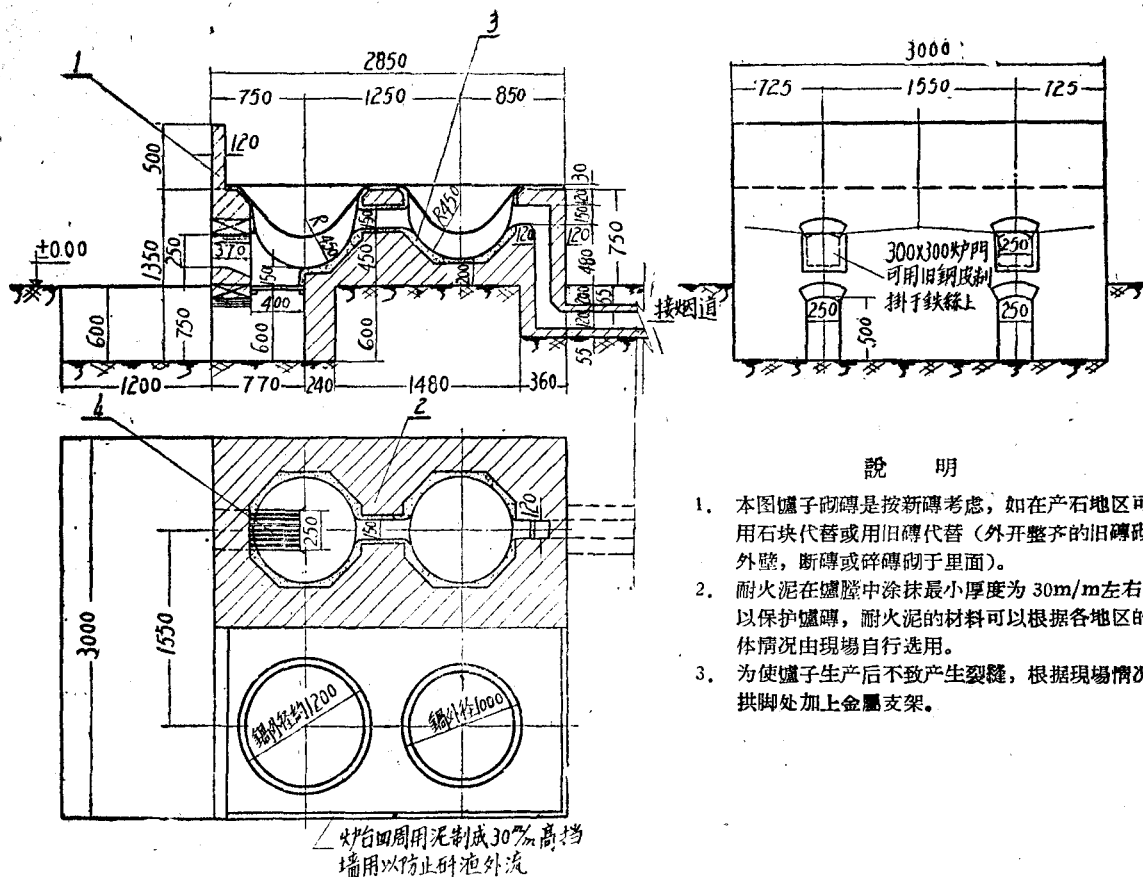
平面图



8	成品碱液缸	直径 800高840	9	陶 缸
7	淡液贮缸	直径 800高840	8	陶 缸
6	预 热 锅	直径1000容积0.125M ³	4	鑄 鉄 缸
5	蒸 发 锅	直径1000容积0.125M ³	4	鑄 鉄 缸
4	洗 泥 缸	直径 800高840	6	陶 缸
3	澄 清 缸	直径 800高840	6	陶 缸
2	什 水 锅	直径1000容积0.125M ³	2	鑄 鉄
1	苛 化 锅	直径1200容积0.22M ³	2	鑄 鉄
位号	名 称	規 格	数量	材 料



附图3 年产150~200吨苛化烧碱的厂房立体图



附图4 年产150~200吨苛化烧碱的蒸发炉灶图

4	罐排	鑄 鉄	1	块	12	12	現 場 制 作
3	耐火泥	粘 土	0.5	立方公尺	—	1250	
2	旧磚或碎磚		2.8	立方公尺	1700	4760	
1	普通磚		2.1	立方公尺	1600	3360	
序号	名 称	材 料	数 量	单 位	单 重	总 重	备 注
					重量(公斤)		

