

目 录

第一部分 小方炉的建造及其应用	1
一、建造小方爐的經過	1
二、設備和工藝流程	3
三、試驗結果	7
四、經濟效果	10
五、爐子特点	12
第二部分 小方炉操作規程	13
第三部分 小方炉炼油厂設計說明書	15
第四部分 冷却設備和流量計算	22
一、孔板流量計原理	23
二、流量計的孔板	24
三、流量的計算	26
第五部分 方型炉煤气分析和安全操作	29
一、气体分析	29
二、安全操作	33

第一部分 小方爐的建造及其應用

一、建造小方爐的經過

在黨的總路線光輝照耀下，為各縣、鎮、業，為全民煉鐵、煉油、辦電創造條件，緊接大躍進的高潮，中共石油研究所黨委會給煤炭研究任務——在成堆乾餾既得經驗基礎上，提出新的簡易乾餾方法，它要具有成堆乾餾的設備簡單，投資少，建廠快等等優點之外，還要具有成堆乾餾所欠缺的生產效率高、產品效率多、勞動力消耗少、能連續運轉等優點，以便於全面推廣，遍地開花，以達到用簡易的辦法實現煤的綜合利用目的。從煤裡得到的焦炭，供小高爐煉鐵用，鑄鐵又供機械廠製造機械配件；從煤得到的石油，供農業機械化用；煤氣則用來發電（汽油、柴油也可以發電），彌補目前城市電力不足和使農村電氣化；從煤得到的氨用來製取化肥。這就可以為人民公社辦煉鐵、乾餾煉焦，煉油，化工、機械、水泥、發電聯合工廠創造了條件。（參看人民公社以煉鐵、煉焦為骨幹的重工業聯合廠表）

新的任務在人們頭腦裡的反映却是不同的。雖然科學院過去一度盛行的脫離實際的純理論風氣已經得到了批判，但是不少人認為“科學院應當只抓大、抓尖、抓理論，那些易為接受的簡易辦法可由其他部門來搞，科學院可以不問”。這種情況，黨委組織了務虛和討論，逐步明確了科學研究必須為生產大躍進服務、為社會主義建設服務的方向。只有全民辦工業才能使科學研究有普及的基礎上，才能說提高科學研究的水平。只有普及的基礎上，才能說提高科學研究的水平。

並舉、大中小並舉、土洋並舉的工業方針的指示。思想統一了，步調就趨於一致，所以大家都紛紛起來響應黨的號召，全體青年同志們馬上組織了青年突擊隊來保證完成，同時還組織了科學研究人員參加建廠籌備工作。

在選用乾餾爐型上，黨委組織了多次的大小技術討論會，指出了只有走群眾路線才能得到正確的意見。經過研究討論，肯定了採用氣燃內熱原理，把煤氣與空氣直接在爐內燃燒，使煤在爐內自上而下的分層進行干燥、預熱、乾餾和燃燒，最後再用冷煤氣把熱焦冷卻，回收廢熱。由於氣體和煤料直接接觸，熱交換迅速，就使乾餾爐具有處理能力大、熱利用效率高、爐子構造簡單等優點，從而決定了小方爐的爐型。

七月中，小方爐破土動工，黨委書記、所長都親自參加了平土、挖地、抬磚、砌牆等工作，在試驗過程中旅大市委書記胡明同志也常到現場給予親切指示，這給大家很大鼓舞。試驗過程中還得到大連煤氣公司、旅大市煤建公司等兄弟單位的大力支援，從而使工作得以迅速開展。

八月中鋼鐵元帥升帳，各地出現了冶金焦、電力和石油供應緊張的新問題，黨委提出了要為鋼鐵服務的口號，要小方爐在“十一”以前完成三項指標向國慶節獻禮，即：

1. 採油率達到90%。
2. 用非煉焦煤得出小高爐用冶金焦炭。
3. 利用煤氣發電，為鋼鐵元帥開路，為農業機械化提供動力，同時要求加速研究回收輕質油和用泥煤吸氮，徹底利用煤的綜合利用。

要在煉油的乾餾爐得出冶金焦炭，這是古今中外都未見過、大家也沒想過的事。根據以前的經驗，製冶金焦炭要用 $900\sim 1,000^{\circ}\text{C}$ 的高溫乾餾，才能生產結實的揮發物很低的冶

金焦。但因高溫下，易使焦油裂化，影響焦油回收率，認為油與焦二者難以兼得。黨委提出的新課題使人感到困難而又使人感到興奮。我們終於打破了迷信、解放了思想、敢想、敢幹地人人動腦筋，個個想辦法，結果找到了先在低溫帶乾餾得油，再在高溫帶焙燒煉焦的辦法，利用煤自身分子間結合力來從非粘結性塊煤煉取冶金焦炭。由於目標明確，措施具體，終於在國慶節前夕取得了“得油又得焦”的優異成果，完成了黨給我們的光榮任務。

二、設備和工藝流程

小方爐是全部用磚結構砌成的內燃式氣燃爐，設計能力每天能乾餾 12~15 噸原料煤，建設投資 1500 元左右。爐高 5 公尺，爐膛尺寸：頂部寬 1 公尺，長 1.6 公尺；底部寬 1.1 公尺，長 1.7 公尺。爐壁兩磚厚、外壁用紅磚、內壁上部下部仍用紅磚，中部用耐火磚（如無耐火磚不用亦可）爐膛兩側的中部和下部有進空氣道和進煤氣道，每一氣道和 6 個氣流分配口相通。爐頂有雙鐘罩式的加煤斗、測火層用的鑽孔和煤氣導出口，爐膛內距頂 2 公尺處有三根角鐵，用以改善煤料和氣體的分布情況，爐底是水封槽和出焦口。

爐子需用少量鋼鐵，每爐用磚共用 12,000 塊。爐子加煤斗可以用磚砌，但需密閉。（小方爐的結構如圖 1, 2 所示）

小方爐的生產特徵是在一個爐膛內由上向下的分層的。把頁岩進行乾燥予熱、乾餾、燃燒和冷卻等四個過程。

案

原料煤（塊狀的弱粘結煤或不粘結煤）從爐頂加料斗加到爐內，它被從爐下部上來的氣體熱載體（熱的氣體）乾燥予熱。氣體熱載體是由乾餾所生成的煤氣和燃燒廢氣組成，予熱以後的煤料進入乾餾層，由煤氣燃燒供給熱量進行低溫乾餾。

經過乾餾，煤成爲半焦在燃燒層（火層）內進一步焙燒，進行焙燒焦炭。爐子下部是焦炭冷卻層，用循環煤氣冷卻焦炭，回收顯熱，煤料依靠本身重力向下移動，以出焦炭多少來控制它的乾餾時間和處理能力，最後，焦炭經過水封槽，由出焦口撈出。

小方爐具有極溫乾餾出油多和焦炭質量好的優點。爐子的

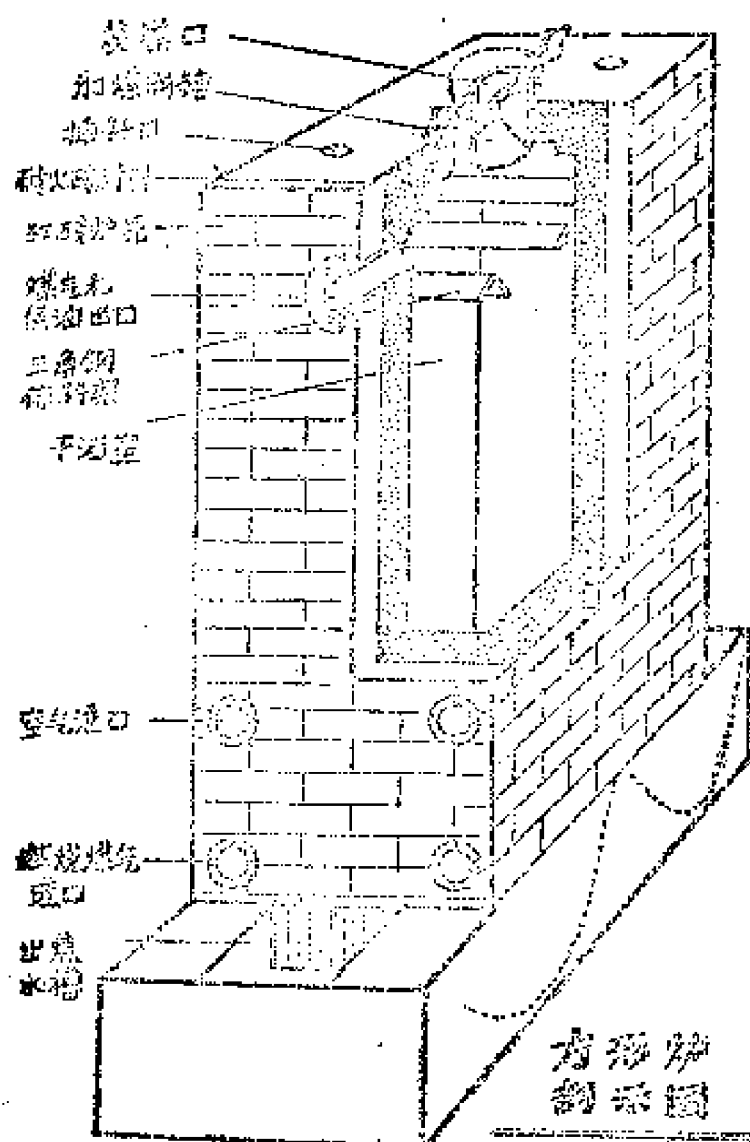


圖 1

處理量大，熱效率很高，其主要原因是採用熱載體和物料在大面積上直接進行熱交換所致。

利用循環煤氣燃燒加熱，爐內燃燒層（火層）厚度、乾餾層厚度和溫度分佈都能保持平穩，操作容易控制。

操作的主要控制指標是煤氣引出口的溫度和冷卻塔後煤氣的溫度，另外，向爐膛內打針是一個很好的參考，它間接地反映出爐內溫度情況。

一般煤氣引出口的溫度控制在 $86 \sim 136^{\circ}\text{C}$ 之內，冷卻塔後煤氣溫度在 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 之內。

煤氣引出口溫度上昇，就反映爐內鼓風過多或火層過高，所以煤氣溫度上昇，反之則說明鼓風不足或火層太低。

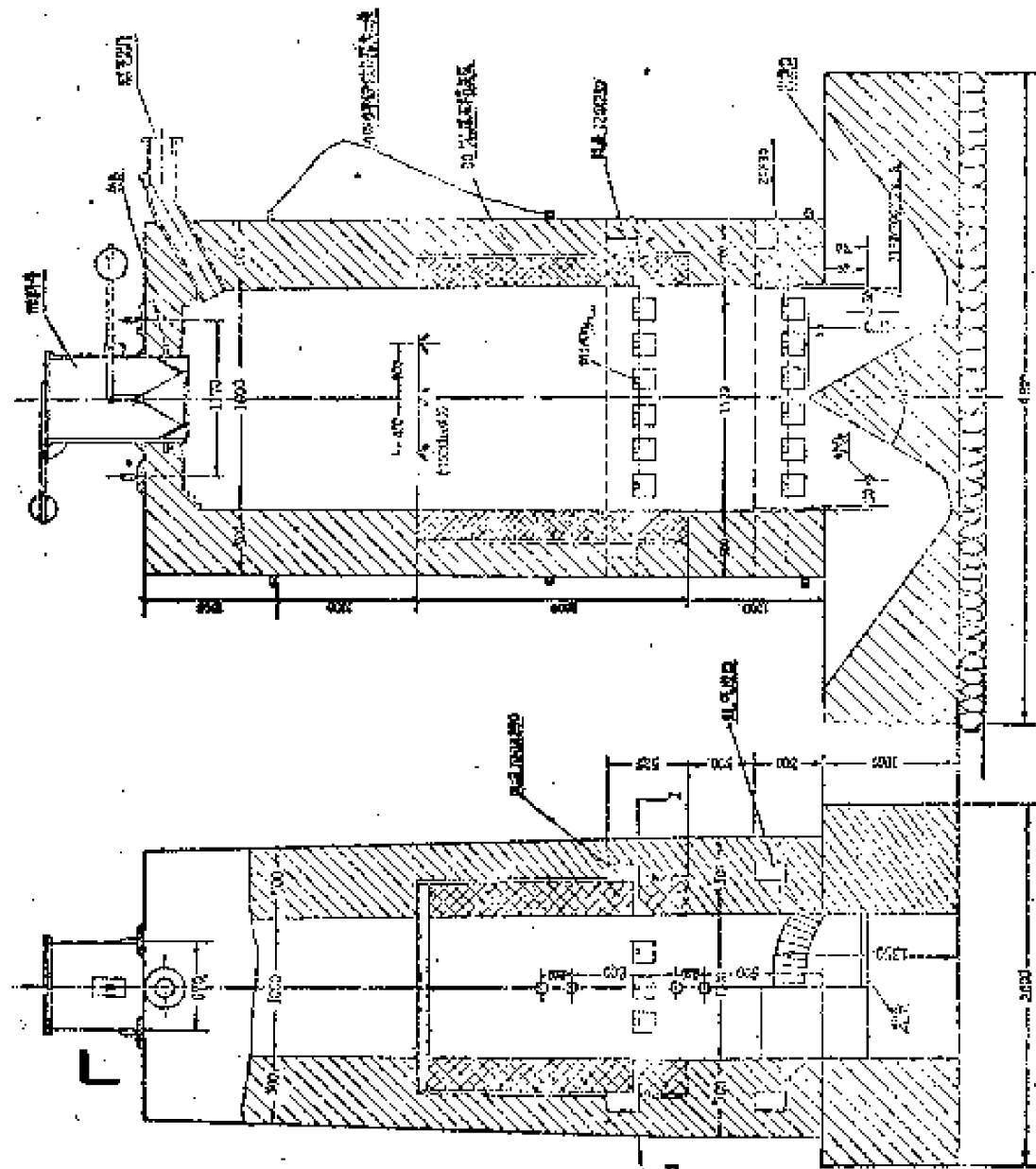
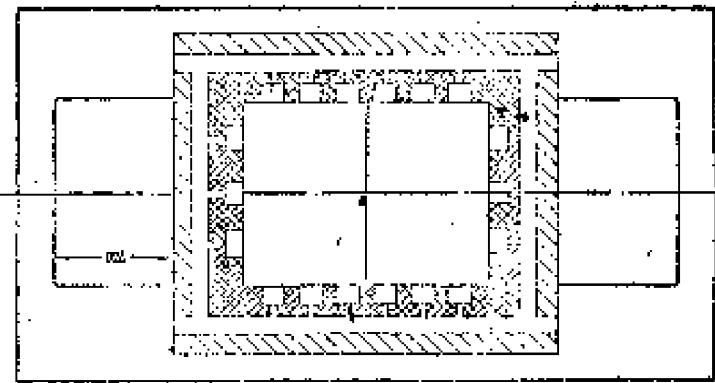


圖 2 小方爐結構圖



1-1 剖面圖

注：如用煤氣時，分爐內各層及管
 道均須用煤氣管代替，如用油氣時
 水及瓦斯不得混入，如用煤氣時
 每層間之管均須用煤氣管代替。

冷却後煤氣冷却溫度不能太高，不然煤氣裡的焦油不能很好地冷却下來，影響油收率。

回收設備有冷却塔，我們選用泡沫式冷却塔，直徑0.7公尺，高3公尺，內置篩板三塊，爲了節省鋼材和易於施工，今後擬採用兩個五缸塔代替。

回收設備與成堆乾餾相似，有冷却塔，油水分離槽、凉水塔、排送機、水泵兩台，另加一台鼓風機，計需要動力12瓩。若管道採用陶瓷管、竹管、柳條管以後，投資可以大大減少，根據估計投資額在4,000元左右，較大的煉油廠可採用小土群的辦法，以五爐爲一群，或十爐爲一群，共用一套回收設備，則投資額還可大大降低。

生產過程中，原料煤在小方爐內乾餾，乾餾產品由爐頂煤氣引出口經水封槽進入冷却塔，在煤氣出口和冷却塔頂部有冷却水噴下，冷却後的煤氣用排送機送回爐內，同時把剩餘的大部分煤氣送到煤氣機或鍋爐，供發電用。

由冷却塔頂進入的冷却水把煤氣冷却以後，和冷下來的焦油一齊由塔底流入油水分離槽，分出油以後的水用泵打到冷水塔上冷却，冷却以後的水再用泵打到冷却塔頂循環使用。

焦油從油水分離槽取出，在油槽內靜置，脫水後裝桶。空氣用鼓風機送入爐內，焦炭從爐底水封槽中取出，回收焦油和煤氣的過程中，還可以增添回收輕質油，用泥煤吸氨和脫硫設備。（小方爐工藝流程見圖3）

三、試驗結果

我們用撫順塊煤做實驗，當處理量每日爲5噸時，採油率會達到鋁甌的92.4%，超過國內外各種乾餾爐型。

原料煤性質如表1所示：

表 1

實 驗 編 號		1	2
工業分析	灰 分 A_{ad} %	13.75	12.99
	揮發物 V_{ad} %	43.07	47.46
鋁 灰	總 水 分 %	9.30	8.98
	焦 油 %	17.75	16.85
	殘 渣 %	67.65	68.95
	氣體加損失	5.39	5.13

產品收率實驗結果如表 2 所示：

表 2 小方爐實驗結果表 (噸煤基礎)

項 目	單 位	1	2
焦 炭	公 斤	546	524
焦 油	”	130.8	162
輕 質 油	”	7.8	27.6
氮	”	1.7	1.2
煤 氣	公尺 ³	828	789

小方爐生產所得焦炭乾燥後外表不佳，呈暗黑色，而焦炭內部則呈銀灰色，質地堅硬，有較大氣孔，重量較輕，大於25公厘的可用於土高爐煉鐵，曾在大連市電機廠1070號3立方公尺（高8公尺）高爐中進行煉鐵試驗，對礦石含鐵量30%，每噸礦石用小方爐焦炭0.8噸，能煉出灰口鐵。

原料煤和焦炭的篩分分析結果如表 3 所示：

表 3

篩 級 (公厘)	>60	60~40	40~25	25~13	<13
原 煤 %	55.9	11.1	17.9	6.5	8.6
焦 炭 %	19.3	25.6	16.6	27.3	11.2

其中大於25公厘焦炭佔一半以上。

表 4 爲焦炭工業分析結果：

表 4

W _a (水分)	A _c (灰分)	V _r (揮發物對可燃物)
4.50	24.94	3.04

小方爐焦油呈黃褐色，其基本性質如下：

凝 固 點	°C	27
比 重	d ₅₀ 20	0.9650
水 分	%	4.0
瀝 青 質	%	3.84
炭 青 質	%	1.37

恩氏蒸餾

初餾點°C	207
10%	241
20%	275
30%	302
40%	318
50%	343

每噸焦油經加工後，可得汽油25公斤，輕柴油 345 公斤；低級酚 20 公斤，高級酚 90 公斤，軟瀝青 447 公斤；石臘 4 公斤。

剩餘煤氣成分列如表 5：

表 5

CO ₂	丙烯 丁烯	乙 烯	O ₂	CO	H ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆ + C ₃ H ₈	發 熱 量 大卡/立方公尺
5.9	0.4	0.5	0.5	12.6	21.6	45.4	11.7	1.4	2,200

剩餘煤氣發電試驗結果：

用25瓩的煤氣原動機，在負荷15瓩的條件下進行試驗，每小時耗氣量48立方公尺，由此計算每立方公尺煤氣能發電 0.31 度，利用剩餘煤氣發電，當每天處理12噸時，發電能力為 120 瓩。

四、經濟效果

以每天處理原煤12噸，全年 330 個工作日計算，每年處理撫順塊煤 3,960 噸。

產 品 產 值

產 品 名 稱		單 位	年 產 量	出廠價格(元)	年 產 值 (元)
焦	炭	噸	1,390	50	69,500
焦	粉	噸	930	8	7,600
焦	油	噸	550	170	93,500
煤	氣	立方公尺	3,088,800	(發電)	67,000
共	計		發電 957,500		237,600

成 本 計 算

項 目	單 位	用 量	單 價 (元)	成 本 (元)
煤	噸	3,980	27.1	108,000
水	噸	2,000	0.02	40
電	度	11.9萬	0.07	8,330
折舊	月	12	100	1,200
工資	人	25	600	15,000
共 計				132,570

經 濟 效 果

產品產值 元/年	生產成本 元/年	利 潤 元/年
237,600	132,570	105,030

如改用含油率為 8 % 的塊煤時，採油率為 90 %，焦炭收率為 60 %，其中大於 25 公厘的佔 50 %，氣體發生量同前。

產 品 產 值

產 品 名 稱	單 位	年 產 量	出廠價格(元)	年 產 值 (元)
焦	噸	1,180	50	59,000
焦	噸	1,180	8	9,440
焦	噸	285	170	48,450
煤	立方公尺	3,088,800	(發電)	67,000
共 計				183,890

成 本 計 算

項 目	單 位	用 量	單 價 (元)	成 本 (元)
煤	噸	4,062	20.0	81,840
水	噸	2,000	0.02	40
電	度	11.9萬	0.07	8,330
折舊	月	12	100	1,200
工資	人	30	600	18,000
共 計				109,400

經 濟 效 果

產品產值 元/年	生產成本 元/年	利 潤 元/年
183,890	109,400	74,490

小方爐乾餾設備及回收系統的投資共約 5,500 元，其中不包括發電設備。

五、爐子特點

1、小方爐能够解決當前焦、油、電這三個迫切問題，從而初步實現煤的綜合利用，並且進一步還可回收氨和輕質油。

2、小方爐可以適應多方面的要求，要得優質中溫焦可以適當提高爐溫；要多焦油，可適當壓低鼓風量；要多得煤氣可加大鼓風量。

3、採油率高，曾達 90% 以上，超過國內外各種乾餾爐型。

4、擴大煉焦用煤的煤源。小方爐能够採用弱粘結或不粘結的塊煤煉出高爐用冶金焦，為冶金焦炭的供應開闢了一條新的來源。

5、生產效率高，可以連續加料，連續出焦，煤經過 10 小時即乾餾完了，而紅旗爐、東風爐均需達 24 小時，土法煉焦要六、七天，成堆乾餾也要四天。

6、爐子結構簡單，施工期短，七天可完成，投資少，單爐連回收設備及所需電動機和廠房等全部投資額在 5,500 元左右。

7、操作方便，控制容易，一般工人經過一個星期就能掌握。

8、勞動力節省，乾餾部分操作工每班 5 人，估計全廠職工人數在 30 人左右，而同等規模的成堆乾餾則需 51 人。

9、爐子對煤的塊度有一定要求，愈均勻愈好，如果要得到冶金焦炭，就要用大塊的，粉狀的可供成堆乾餾用。

第二部分 小方爐操作規程

一、烘 爐

1、烘爐點火以前，爐底水封槽不加水，在水封槽卸壓爐底 1.0 公尺以下的地方裝滿焦炭，通過爐底針孔把引火木材 20 公斤堆放在爐中心；

2、點火用草繩焦油引火，將木材燒着，把焦炭引着，打開爐頂針孔，借自然通風供給空氣；

3、陸續從爐牆針孔加進焦炭，保持爐火不熄火，開始不得用大火，以免灰渣熔融或把爐子烘裂，每小時只能加焦炭 5 公斤，如果爐內溫度太高時，可把爐底水封槽加水，同時把磚縫和爐牆上的針孔堵住，此時烘爐用的焦炭可由爐頂加入；

4、爲了避免烘爐期間爐渣熔融，要不定時的從水封槽中掏出很少量的焦炭；

5、煤爐需時 3~7 天。

二、開 汽

1、爐子烘乾以後，爐內焦炭應在空氣道的上邊；

2、打開爐頂沙封和冷却塔頂的防爆裝置；

3、將焦炭加到爐高的一半，而後加煤至距離爐頂 0.7 米的地方；

4、開鼓風機，空氣流量約 70 立方公尺/小時，乾餾煤氣從沙封放散口吹出。當放散口的煤氣呈黃色後，關上沙封，乾餾煤氣由冷卻塔頂吹出；

5、塔頂煤氣呈黃色時，把塔上的防爆裝置裝好；

6、打開排送機的交通閥和煤氣放散管的閥門，讓煤氣從放散管出去；

7、分析放散煤氣，待含氧低於 5 % 時，乾餾爐即可投入正常運轉，關閉煤氣放散閥，開進爐循環煤氣閥。

三、正常操作

1、加煤和出焦：

(1) 煤的粒度要求均勻；

(2) 先出焦，後加煤，每半小時加煤 250 公斤；

(3) 加煤前要測量爐頂室間的高度，不得將煤滿過煤氣引出管。

2、火層測量和調整：

(1) 每班測定在各針孔測火層一次，用針子自爐頂針孔插入，針子插入爐內 5 分鐘後拔出，針子燒紅的一段，就是火層所在的位置和火層的厚度，在白天，可以紙捻試針子，能點着它的就是火層。

(2) 正常情況下，煤層（予熱乾餾層） 2.2 ± 0.1 公尺；火層 1.2 ± 0.1 公尺；

(3) 火層厚度增加，可以減少循環煤氣或鼓風量，反之，則增加鼓風量，火層向上移動，需要多去焦炭，火層向下移，則少出焦；

(4) 正常操作時，可參考以下指標：

指	標	單	量
加	煤	量	500
煤	氣引出管	公斤/公厘水柱	0~—12
煤	氣引出管	溫度	90~130
排	送機入口	溫度	25~30
鼓	風	量	400~600
循	環煤氣與空氣	比	1.5~2:1

四、事故處理

凡遇到停電停水在10分鐘以上，或者機器設備產生故障，或其它嚴重事故時，必須按下面措施執行：

- 1、把所有電門都拉掉；
- 2、關閉剩餘煤氣出口閥；
- 3、水封槽灌滿水；
- 4、打開爐頂沙封，把煤氣放掉；
- 5、修復以後，要根據開汽操作按步進行。

第三部分 小方爐煉油廠設計說明書

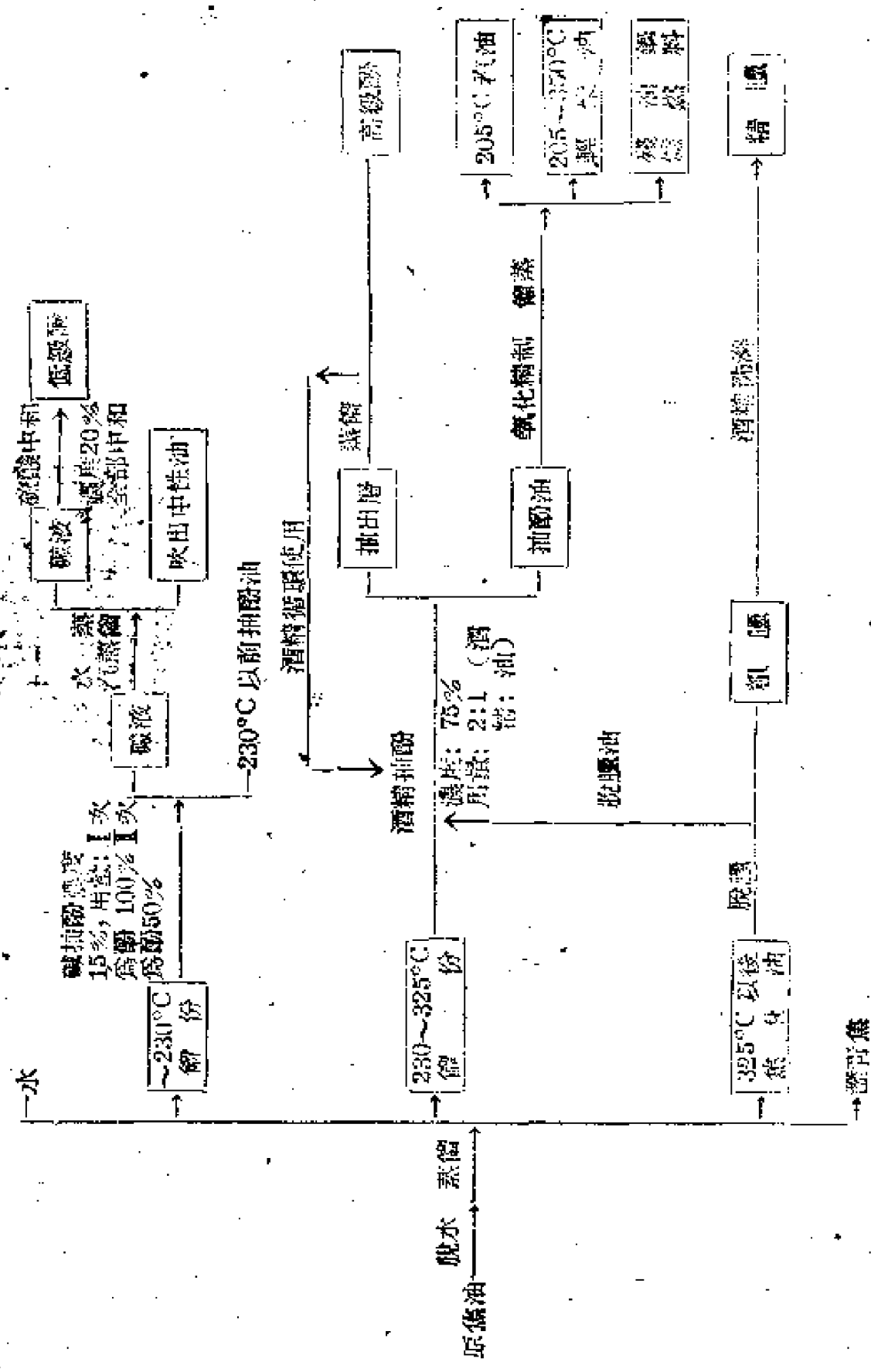
中國科學院石油研究所煤焦油加工組

根據小方爐運用撫順煤乾餾，所得煤焦油進行初步加工後，提出年處理300噸小型煉油廠設計書。

一、加工產品

撫順煤經方形爐乾餾所得的煤焦油，經過常壓裂介蒸餾，獲得2.5%汽油，34.5%粗輕柴油，2%低級酚，8.8%高級酚，0.4%臘(325~350°C餾酚)，以及44.7%可供建築用的軟瀝青。如果進一步將軟瀝青焦化，則可以得到4%臘，15.9%重柴油。

二、加工流程



三、各個工序分述

每個工序的操作條件，僅適用於小方爐（撫順中塊煤）乾餾得到煤焦油，如果其他煤焦油，操作條件應該做少量試驗後決定。

（一）焦油脫水

焦油中含有水分，一般波動於 6~10%，含水焦油蒸餾時容易引起焦油噴出現象，並延長蒸餾時間，因此在蒸餾之前，盡可能將水除掉。

脫水方法：焦油於脫水罐中加熱到 60~70°C，在此溫度維持到油水分離為止，一般大約需十幾小時，然後將沉降的水分出來。

設備：利用汽油桶改裝，外面用紅磚及黃土保溫，桶底用煤氣加熱。

（二）焦油蒸餾釜

（1）將脫好水的焦油於蒸餾釜中進行蒸餾，裝入焦油不超過釜的 2/3 容量，根據釜頂溫度分別收集，然後按流程分別進行處理，以制取汽油、輕柴油、重柴油、低級酚、高級酚、鹽及瀝青等。

（2）操作條件：焦油裝鍋以後，開始階段用小火加熱，使釜頂溫度慢慢上升，以免發生噴出現象，當釜頂溫度超過 105°C 時逐漸加大火，根據釜頂溫度割取以下幾種餾分：

含低級酚餾分 205~225°C

輕柴油餾分 230~235°C

含臘餾分 325°C 以後

325°C 以後的餾分根據對瀝青的要求可分以下情況使用：

① 制取軟瀝青，用於建築材料或者橡膠增塑劑，則蒸至

350°C。

②制取硬瀝青，用于土木，建筑及炼焦方面，此硬瀝青的制取可由它的軟化点来控制，如果没有达到所要求的硬度时可繼續蒸餾。

③制取重柴油及电极焦时則可一直加热焦化，直至餾出油很少为止，蒸餾完毕后繼續大火烤焦两小时，冷却后用卸焦杆子来卸焦。事前可放一些鉄絲便于卸焦。

(三)脫酚

汽油及柴油餾分含酸性油(即酚类)，不除去会影响柴油性質，对机器腐蝕。而酸类又是貴重化工原料，因此必須进行脫酚。

汽油餾分中回收的酚类，笨酚及甲酚是重要的酚醛塑料及其他化工上原料。

~230°C餾分中回收的酚类是二甲酚，可以作为酚醛塑料原料。

230~325°C輕柴油分以及含腊餾分，脫腊之后的餾分中，回收的酚类是高級酚，高級酚一般工业上用途不广，經過最近研究可作为有色金屬矿石的浮选剂，橡胶添加剂，同时也可作为洗滌剂合成单宁等化工原料的用途。

抽酚罐用汽油桶或者瓦缸，准备二个到三个，附木盖及木制攪拌棒。

抽酚用碱液是15%燒碱溶液，用量为含酚量的“計算量”，分二次，第一次为100%量，第二次为50%量，碱用量計算，可在含酚量測定器中分批加入碱液，每次振蕩，直至油层体积不减少时，所需碱液即为“碱的計算用量”。

脫酚槽中，放入要脫酚的餾分及計量碱液后，攪拌1小时，靜置2小时，使分层后，分离出含酚碱液。

低級酚餾分中，酚类經濟价值很高，这些低級酚，不希含

中性油，因此，抽酚碱液必須通水蒸汽吹出中性油，脫去中性油的碱液，加 20% 硫酸中和（直至石蕊試驗紙剛呈酸性为止，藍色試紙變紅色）。

水蒸汽蒸餾鍋及水蒸汽發生器都可用汽油桶改制，水蒸汽蒸餾直至餾出冷凝水水面沒有油滴，大約 7 小時，如果得到過熱水蒸汽時，可以縮短蒸餾時間，吹出中性油的量，一般為酚的 10%，可以做為輕柴油。

如果能得到石灰窯的廢氣（廢氣中含有二氧化碳），可以代替硫酸，通入抽酚液，中和碱液，中和後，粗酚析出到上層，送入精餾塔精餾成苯酚，甲酚，二甲酚餾分。

輕柴油餾分含腊餾分的抽酚碱液不必水蒸汽蒸餾，直接中和得高級酚。如果碱供應緊張，則可以用酒精溶液代替，以方形爐撫順煤焦油為例，用 75% 濃度酒精，用量 2:1，攪拌一小時，靜置 2 小時，分層析出，酒精抽酚條件，必須事前做小量試驗決定濃度和用量，以脫酚效率和分層難易來決定，抽酚的酒精液于蒸餾釜中回收即得。

脫腊：

含腊的餾分，含約 10% 的粗腊，如果夏季可不脫腊，與前餾分一起脫去酚作為輕柴油，冬季因輕柴油凝固點較高，必須脫腊。冬季，將脫腊餾分在夜間放置室外冷卻使腊析出，然後放入由濾布做成的布袋中于壓濾機下壓榨，分離油分及粗腊。

粗腊仍含油分，融點較低，同時顏色較深，經過精制才得脫腊，粗腊精制可用 95% 酒精洗去油分，可以制得灰白色融點較高（47~48°C）的精腊，可作腊燭。

空氣氧化精制法

從煤焦原油，經過蒸餾和脫酸處理後，得出的輕柴油安定

性很差，使用时引起許多困难，如汽缸內結焦和噴油嘴的堵塞等；另外貯存有时还生成了許多胶質。

我們提出了空气氧化精制法，將加热的油样吹入一定量的空气，然后再蒸餾一次，可得到品質安定的輕柴油，此法比一般常用的硫酸洗滌方法設備簡單，同时油收率高（約90%），可以节省濃硫酸，以及硫酸洗、碱洗、水洗的一套設備。

此法大、中、小型企业都可应用。

現將方形炉煤焦油的条件列出如下（对其他煤焦油必須事前做小量試驗）。

第一阶段：

氧化：油的加热溫度 100°C 。

氧化時間 1 小时。

通入空气量每分鐘10立升/100立升油。

第二阶段：

蒸餾：操作方法

將脫酚处理后的油样100立升加入氧化罐中，然后，开始加热，使油样的溫度迅速上升到 100°C 时，开动风箱通入空气，大約风箱来往 1 分鐘50次，使溫度保持 100°C ，通入空气 1 小时后，即停止通入空气，繼續加热，升温进行蒸餾，蒸餾时可通水蒸汽蒸餾，这样縮短蒸餾時間及避免过热。

四、經濟平衡

以每天处理 1 吨計算，設備每套 1,000 元
(三个月折旧)

項 目	数 量	单 价	总 值	备 注
支 出				
設備折旧費/每 吨		1,000元	12元	
碱	30公斤	0.5公斤	15元	工人每月50元保健費 3 元
酸	15人	0.17元	2.6元	十名人員分配:
人 員	10名	17.6元	17.6元	白班: 脫水蒸餾 1 人
原 焦 油	1 吨	140元	140元	脫酚 1 人
燃料(或者煤氣)	500 公 斤	0.012元	6.0元	氧化精制 1 人
处理 1 吨煤焦油共需費用			193.2元	脫脂 脫中性油 } 1 人
产 品 价 值				
輕 柴 油	345 公 斤	0.36元	124元	称重叛油配碱 1 人
低 級 酸	20公斤	0.05元	10元	化驗 1 人
高 級 酸	90公斤	0.50元	4.5元	管理 1 人
軟 一 歷 青	447 公 斤	0.174元	76.0元	晚班: 蒸餾 1 人
石 腊	4 公 斤	0.7元	2.8元	脫酚 1 人
汽 油	25公斤	0.7元	17.5元	氧化 1 人
每吨煤焦油产品总值			234.7元	共計10名
每 吨 利 潤			41.5元	
300 吨 / 每 年 利 潤			12,450元	

第一期投資 1,000 元(設備費) 1,000 元(流動資金) 500 元(工資) 62 天可回收全部資金。

日期: 1958 年 10 月 18 日

第四部分 冷却設備和流量計算

篩板塔上身如图 4 所示，由塔壳和若干层塔板所构成，塔板上鑽有許多均匀分布的小孔，形如篩孔。液体的溢流及塔板上液面的高度由溢流板决定。溢流板的下端，浸沒于下一层板的水槽中，而形成液封。操作时篩板上积有一层液体，气体經篩板的小孔上升而成細流分配于液层中而鼓泡，这时就形成一层泡沫，此泡沫层亦为篩板上进行物質交換和热交換的主要区域。在正常操作下，液体为篩板下的气体压力所頂住，并不由小孔漏下，而經溢流板逐板流下。

通过篩孔的气体。其速度和压强必須足以胜过篩板上液层的压强，也必須能阻止液体，使之不經篩孔下流，气体的速度不能低于某一最小值(約为0.1公尺/秒)否則就会发生液体經篩孔的泻漏現象，使塔板效率剧降。另一方面气体速度也不能过高，否則就会发生机械带出現象，因之，塔板的效率亦会下降(最适宜速度 1.8~2.8 公尺/秒)若气体突然停止送入或气体压强大为降低时，則篩板上的液体将全部漏尽。

篩板上液体的泻漏現象，也隨篩板的傾斜程度的增大而加剧。通常篩孔为4~6公厘，成錯列(如成正三角形排列)見附图，其間距为孔径的2~3倍，篩板必須精确地保証安装水平，否則，气体多將經液面較淺的地方通过，而不能与板上所有的液体接触。

篩板塔优点：构造簡單，效率高，因为气体在此塔內能与液体很好接触，分布非常均匀，清洗和处理也很容易，但是，也有缺点：它需要較稳定的操作条件，板孔易堵塞，所

以孔不能太小，也不应过大。

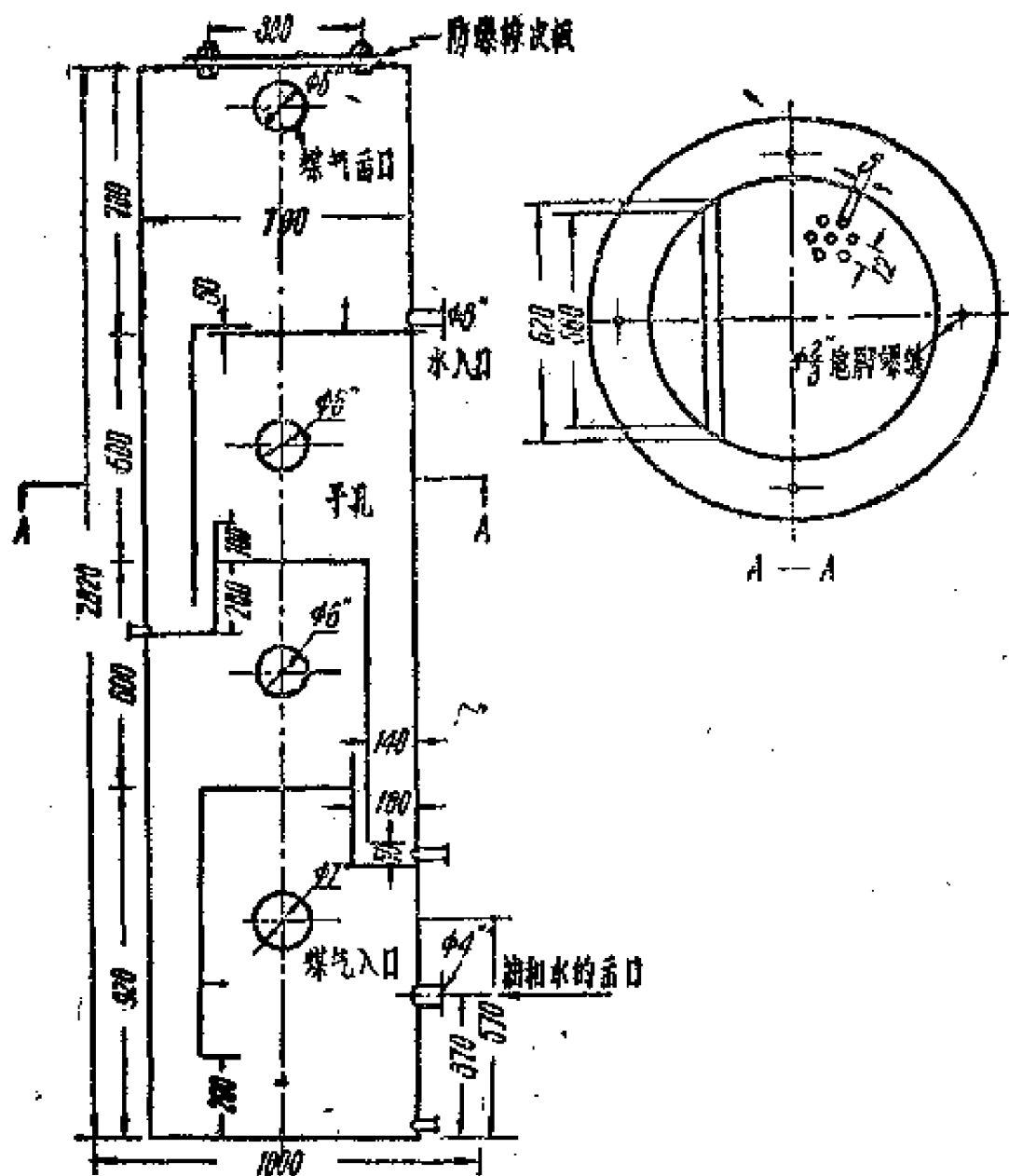


图 4

一、孔板流量计原理

按节流设备中的压力降来测量气体和蒸气流量的方法，是最常用的流量测量方法之一，节流设备是装在管线中的，并在它里面造成局部的收缩，因此，当物质流过时，在收缩截面处的流速就要比收缩截面以前的流体速度为高，在收缩

截面中流速的提高，也就是动能的提高，使得这个截面中流体的位能降低了，相应地，在收缩截面中的静压力就将比节流设备以前的静压力为低了。这样，当物质流经节流设备时，随着流体的速度的大小，也就是流量的大小，就产生了一定的压力降，这就是说，借差压计测量出来的在节流设备中所产生的压力降 ΔP ，可以作为物质流量的量度，流量的数值大小可以由压力降用计算的方法求出来。通常采用孔板，喷嘴和文都利管来作为节流设备。

在节流设备中的流速特性和压力分布情况示于附图 1，图中所示的孔板是一片带有圆孔的薄板。圆孔中心位于管子的中心线上，流速收缩在孔板以前就开始了，而在孔板后面某一个距离才达到最小的截面，接着流速又逐渐扩大到整个管道的截面。在图中所示实线曲线，表示着沿管道侧壁纵向的压力分布情况，而用虚线来表示的曲线，则表示着沿管道中心线的压力分布情况。

二、流量计的孔板

1. 孔板：孔板都是常用一片圆的金属，中间因为流量的大小，钻了一个大小不同的洞。当然，在工业上，这片孔板的材料，也要因为使用的地方情况不同而它的材料也不同，下面介绍一般流质和材料的关系：

流 质	材 料
原 油	青铜或钢
水和蒸汽	软 钢
二氧化硫	合金钢
漂白溶液	黑 檀 木

通常孔板的厚度，都是采用 3~10 公厘。形状为梁形，

孔板的內徑，要根据流量来决定，例如我室小方炉

煤气总管5"(127公厘)孔徑80公厘

煤气放散管4½"(114公厘)孔板50公厘

空气管5"(127公厘)孔徑50公厘

孔板安装的位置，管內的平滑程度孔板加工的精密与否都直接影响流量的正确性。因此对于孔板的孔徑，一般要求准确到 $1/1000 d$ 。

2. 孔板左右两端压力管的联接法：由孔板所造成的压力不等现象，是我们推算流体流量的根据。按流量计测到的差度，我们采用上流接到 D 处（是距离孔板一个管子直径 D ），下流接到 d 处（距离孔板为半径 d ）（参看图5）。

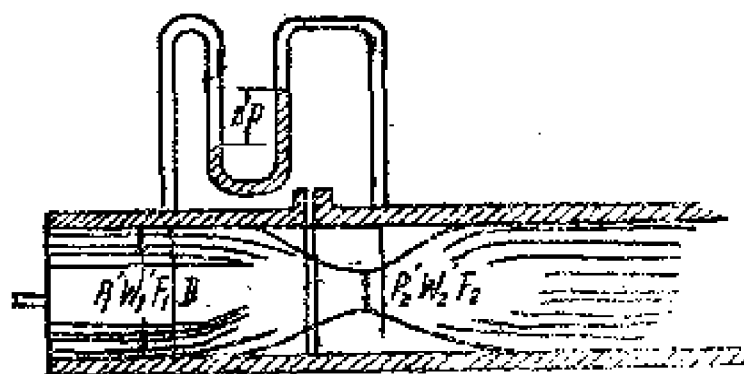
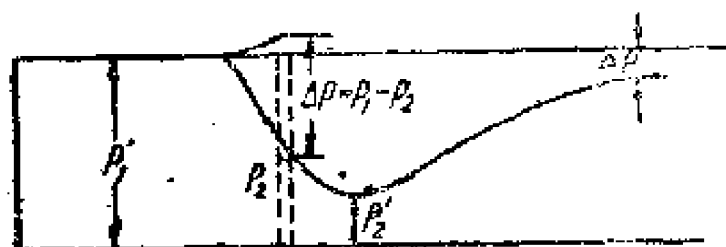


图5

测压管应该向上，总不要向下，以免淤塞（如流质是液体应该平放），如果孔板是楔形的话，要使楔形的一面向下流如图6。

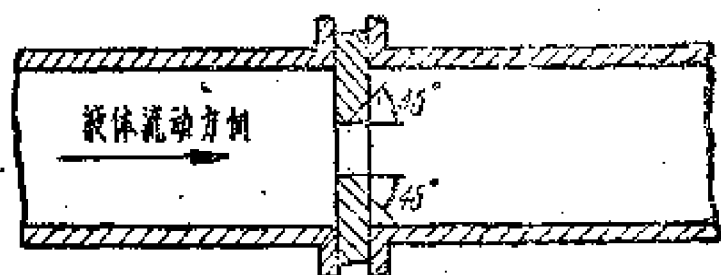


图6

三、流量的計算

$$V_0 = 0.673 \alpha d^2 \sqrt{\frac{h}{(\gamma_0 + f)(0.804 + f)}} \sqrt{\frac{P}{T}} \text{ 标准公尺}^3/\text{小时}.$$

V_0 ——标准情况下气体的体积流量标准公尺³/小时；

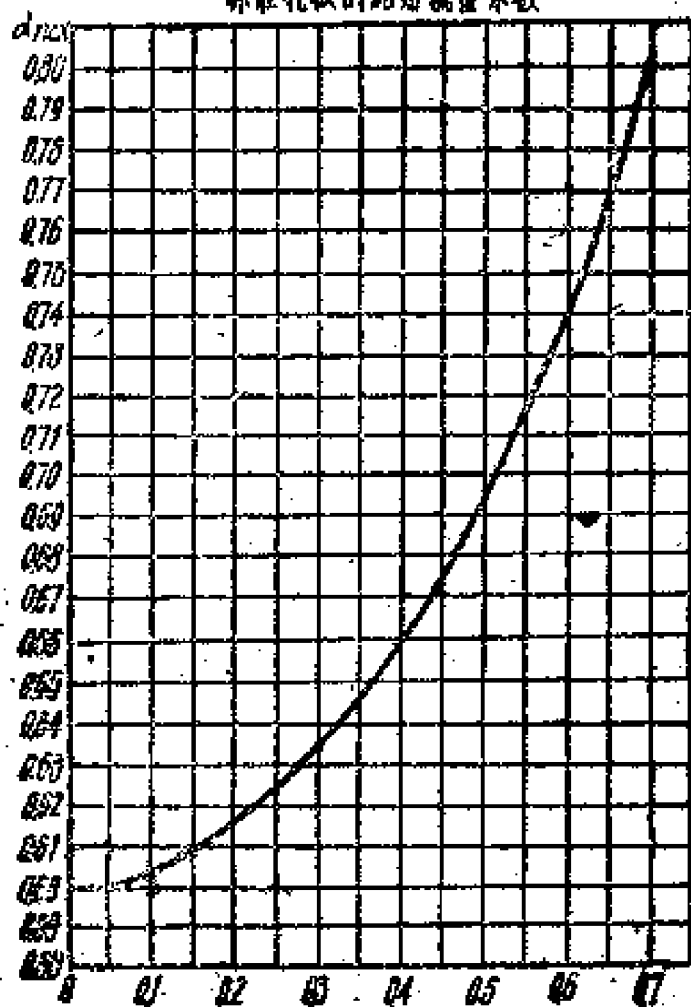
α ——标准孔板消耗系数(流量系数)由雷诺数 Re 及孔径之比值 m 查表决定，但当 Re 较大时 α 仅与 m 有关 $m = \frac{d^2}{D^2}$ 。

附表一

标准孔板的原始流量系数

附表一

标准孔板的原始流量系数



m	α
0.05	0.598
0.10	0.602
0.15	0.608
0.20	0.615
0.25	0.624
0.30	0.634
0.35	0.645
0.40	0.660
0.45	0.676
0.50	0.695
0.55	0.716
0.60	0.740
0.65	0.768
0.70	0.802

例如：孔徑 $d=50$ 公厘，管徑 $D=5''=127$ 公厘；

$$m = \frac{d^2}{D^2} = \frac{50^2}{127^2} = 0.155 \text{ 由上表查得当 } m=0.155 \text{ 时}$$

$$\alpha = 0.61;$$

d ——板之孔徑(公分)；

γ_0 ——标准情况下气体之重度公斤/公尺³；

h ——孔板兩側之压差公厘水柱；

f ——工作温度下气体中飽和水蒸汽含量公斤/公尺³查附表二。

P ——气体的絕對压力公厘汞柱；

T ——气体的絕對温度 $^{\circ}K$ 。(即将摄氏温度 $^{\circ}C + 273$)。

附表二 各种温度下炼焦煤气及空气中水蒸汽的含量

公斤/公尺³

温度 ($^{\circ}C$)	每公尺 ³ 飽和煤气中水蒸汽含量 (公斤/公尺 ³)	每公尺 ³ 空气中水蒸汽含量 (公斤/公尺 ³)
20	0.0174	0.0173
21	0.0184	0.0183
22	0.0195	0.0194
23	0.0206	0.0206
24	0.0218	0.0218
25	0.0231	0.0230
26	0.0244	0.0244
27	0.0258	0.0258
28	0.0273	0.0272
29	0.0288	0.0287
30	0.0304	0.0304
31	0.0321	0.0320
32	0.0339	0.0338
33	0.0357	0.0357

茲將計算方法举例說明之

例：空气管：已知 $d=50$ 公厘， $D=5''=127$ 公厘；

$$m=50^2/127^2=0.155.$$

由附表 1 查得 $=0.61$ 。

$$t=25^{\circ}\text{C}, \text{ 則 } T=25+273=298^{\circ}\text{K}.$$

根据 t 查附表二知道 $t=25^{\circ}\text{C}$ 时 $f=0.023$ 公斤/公尺³。 $\gamma_0=1.29$ 公斤/公尺³ (注煤气的重度 γ_0 受温度及其组成的影响，一般方炉出来的煤气重度 0.98 公斤/公尺³ 左右)，大气压 $=758$ 公厘汞柱；

鼓风机出口空气的表压力为 160 公厘水柱；

$$\text{則 } P=758+160/136=769.8 \text{ 公厘汞柱。}$$

将上述数据代入公式

$$\begin{aligned} V_0 &= 0.673 d^2 \sqrt{\frac{h}{(\gamma_0 + f)(0.804 + f)}} \sqrt{\frac{P}{T}} \text{ 标准公尺}^3/\text{小时} \\ &= 0.673 \times 0.61 \times 5^2 \sqrt{\frac{h}{(1.293 + 0.023)(0.804 + 0.023)}} \sqrt{\frac{769.8}{298}} \\ &= 10.25 \times \sqrt{\frac{h}{1.316 \times 0.827}} \times \frac{27.7}{17.26} = \end{aligned}$$

h	$\sqrt{h}$	V_0	h	$\sqrt{h}$	V_0	h	$\sqrt{h}$	V_0	h	$\sqrt{h}$	V_0
2	1.41	22	22	4.69	72	42	6.45	103	62	7.87	124
4	2.00	31	24	4.89	98	44	6.63	104	64	8.00	125
6	2.45	40	26	5.10	80	46	6.78	106	66	8.12	127
8	2.82	44	28	5.29	83	48	6.92	109	68	8.25	129
10	3.16	50	30	5.47	86	50	7.07	111	70	8.37	131
12	3.46	54	32	5.65	89	52	7.21	113	72	8.49	133
14	3.74	58	34	5.83	91	54	7.34	115	74	8.60	135
16	4.00	63	36	6.00	94	56	7.48	117	76	8.72	137
18	4.24	66	38	6.16	97	58	7.60	119	78	8.83	139
20	4.47	70	40	6.32	99	60	7.75	122	80	8.94	140

$$= \frac{10.25}{1.046} \times 1.60 \sqrt{h} = 15.7 \sqrt{h}.$$

根据上式算出，下列各計算量可供参考。

第五部分 方型炉煤气分析和安全操作

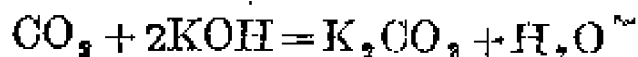
一、气体分析

1. 原理：

气体分析能够了解气体的組成及气体产物生成的过程中生产是否进行的正常，制备气体燃料就需要知道气体燃料的成分，因为气体燃料的发热值随着气体中可燃成分数量的改变而不同。

小方炉在烘炉試漏，以及每次开气以后，都要对所产生的瓦斯进行分析，其目的是为了最終判断負压系統中是否有漏进空气的現象，以及系統中空气赶淨的程度，若是以上两种情况不正常都促使瓦斯中含氧量过高，甚至超过爆炸限度〔見备注〕而发生爆炸事故，正常操作时最好也定时进行气体分析，这对于指导操作，发现問題，都有着重要作用。

常用的分析方法是使气体混合物与各种化学試剂相接触，所用的这些試剂只与气体混合物中某一成分相互作用而不与其他成分发生作用，作用后的产物就留在溶液中，例如：应用的化学試剂大多为液体。



二氧化碳 氫氧化鉀 碳酸鉀 水

CO_2 就是瓦斯中的一种不可燃燒的气体，它被 KOH 吸收后，生成了 K_2CO_3 和 H_2O ， K_2CO_3 就溶于溶液中，这样被測定的气体混合物减少的体积就是該种被測定的組成（如

CO_2)的体积。

根据各种气体的特性将常用的吸收方法列举于下:

(1) 二氧化碳 CO_2 ——这种气体易被碱溶液所吸收。

KOH溶液配制方法是将一分重的固体 KOH 溶于二分重的蒸馏水中, 用一毫升这样的溶液能够吸收40毫升的 CO_2 。这样溶液只适于含 CO_2 大于1%的气体分析。

(2) 氧 O_2 ——可以用作吸收氧的试剂很多, 常用的为碱性焦性没食子酸溶液, 它的配制方法是将5克的焦性没食子酸溶解于13毫升的蒸馏水中, 再与KOH溶液(48克的固体 KOH 溶于32毫升的蒸馏水中)混合, 1毫升这种的溶液能吸收 8 ~ 12毫升的氧。

2. 所需的仪器及药品:

本实验所需的仪器如图 7 所示。

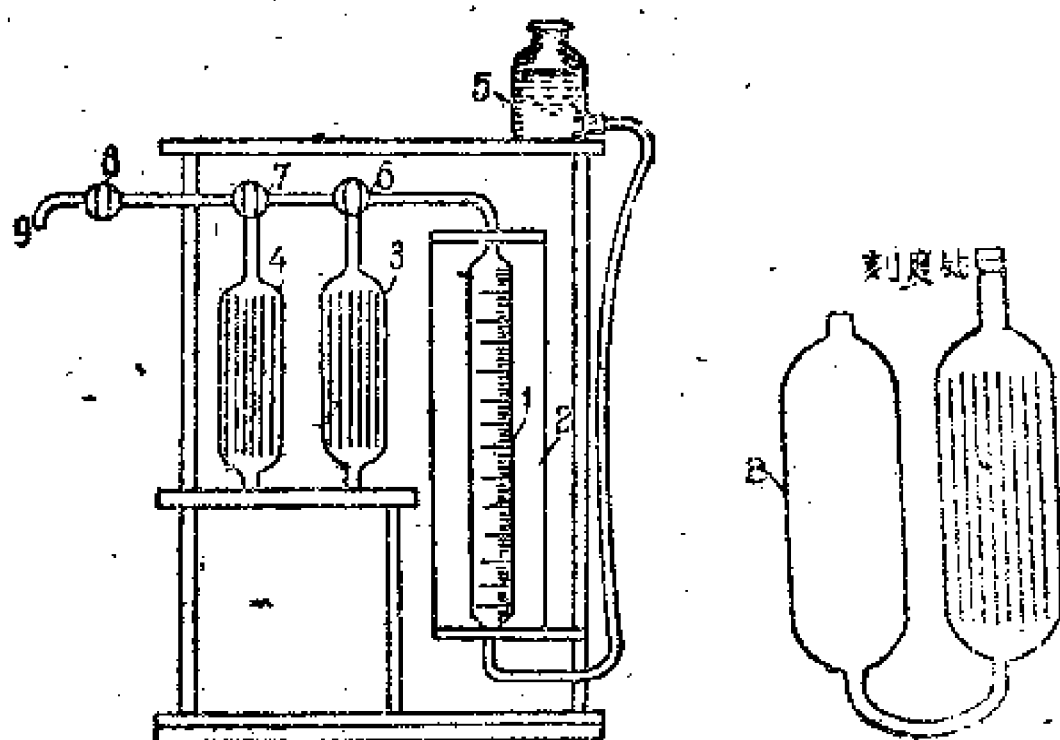


图 7

1—量气管; 2—量气管之外壳; 3、4—气体吸收器仔细结构见 b) 图;

5—水准瓶。



图 8-1 活塞 6、7 在各不同位置时之通路示意图

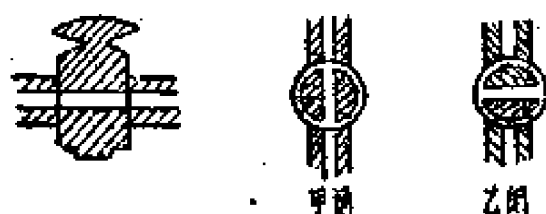


图 8-2 活塞 8 在不同位置时之通路示意图

在吸收器之 4 部分中装入玻璃管以增加气液之接触面积，在吸收器 3 中盛以 KOH 溶液，吸收器 4 中盛以焦油没食子酸，6、7、8 均为活塞，其构造分别表示于图 8-1 与 8-2，1 为量气管，2 为量气管之外壳，在 1 与 2 之间充满水，目的在使气体冷却及避免

分析时气体温度发生变化，量气管之下端以橡皮管与水准瓶 5 相连接，在瓶 5 中盛以带酸性之饱和食盐水并用甲基橙染红，此种溶液保证对混合气体中任一成分都没有吸收的能力。

3. 試驗方法：

(1) 在試驗之先，必須調节吸收管 3、4 中之溶液液面达到刻度处，調节液面之方法如下(以吸收管 3 为例)：如图 8-1 所示，把活塞 6 扭至甲(上)的位置，活塞 7 扭至甲(上)的位置，活塞 8 扭至甲(通)的位置。然后，将水瓶 5 慢慢升举，使量气管 1 中被水充满(此时务必小心绝对不能讓量气体 1 中之水流入梳形之連接管中去)。然后，如图 8-2 所示，把活塞 8 扭至乙(闭)之位置，稍許把水平瓶 5 降低，再扭轉活塞 6 使处于乙(下)之位置，徐徐将水平瓶 5 降低使吸收器 3

中之溶液液面逐漸升高至刻度处(絕對不能讓吸收器中之溶液流入梳形之連接管中去!)轉動活塞 6 使处于甲(上)之位置, 此时吸收器 3 中之液面应当保持不变, 如果發現液面下降, 則应檢查仪器之联接处及是否漏气, 并使之充分严密, 吸收器 4 中液面之調節与此相似。

在作好上述准备工作以后, 可开始取样, 采样之前, 为了保証使仪器的梳形玻璃支管中的空气完全排去, 必須往仪器中吸入少許(約10~20毫升)被分析之气体并排出大气中, 連續作三至四次, 排去仪器中之空气的操作如下。

将玻璃管 9 与分析气体样品之来源(气样瓶)連接, 把水准瓶 5 降低, 扭動活塞 8 至甲(通)之位置, 然后, 打开分析气体之来源, 气体即被吸入量气管 1 中, 当吸入約10~15毫升之气体时, 扭動气体瓶之活塞, 同时将水准瓶 5 升举使量气管 1 中之气体排出于大气中, 再扭轉气样瓶之活塞, 吸入試样約10~15毫升, 又排出至大气中, 如此反复进行三、四次, 最后一次将試样排出后, 再往量气管 1 中吸入試样至充滿整个量气管, 最后将气样瓶活塞关闭将活塞 8 至乙(閉)之位置, 取样工作即告完毕, 稍停1~2分鐘, 俟量气管之壁上之水均已流下之后, 移动水准瓶 5, 使瓶中液面与量气管中之液面在同一高度, 讀取量气管中液面处之刻度讀数, 即所采試样之体积。

在取样完毕以后, 开始将量气管中之气体, 依次送入吸收器 3、4 中, 以分別吸收气体中之 CO_2 , O_2 , 吸收前后气体体积之差, 即为被吸收之气体的体积, 吸收之操作(以在吸收器 3 中吸收 CO_2 时为例)如下。

稍許升举水准瓶 5, 扭動活塞 6 至乙(下)之位置, 然后慢慢将瓶 5 升高, 使量气管中之气体送入吸收器 3 中再将水

平瓶慢慢降低，使吸收器 3 中之气体被引入量气管中，如此反复 3~4 次，最后，使吸收器 3 中之液面必须保持在上端之刻度处，扭动活塞 6 至甲(上)之位置读取量气管中气体体积之刻度数，再如前法将气体送入吸收器 3 中进行吸收 1~2 次，再读取气体体积之刻度数，至前后两次之读数不变时，表示 CO_2 之吸收已完毕，吸收前后气体体积之差，即为被吸收之 CO_2 的体积。吸收二氧化碳后，以同法，用焦性没食子酸碱溶液吸收瓶吸收煤气中之氧。因温度低时氧将不与试剂进行反应故测定氧含量时，焦性没食子酸碱溶液应保持在 15°C 以上。

二、安全操作

煤气内含有一氧化碳，甲烷，乙烯，氢等气体，这些可燃气体与一定量的空气混合和遇到火源或高于 500°C 的紅热物体时便产生爆炸。

以一氧化碳气体为例：当空气中一氧化碳含量达到 12.4% 时遇到火源就会爆炸，一氧化碳含量超过 75% 时爆炸就不会产生，因此，一氧化碳含量由 12.4% ~ 75% 才有爆炸危险，12.4% ~ 75% 为一氧化碳的爆炸限度。其它气体也有同样的爆炸限度。对煤气爆炸限度，主要与煤气成分有关，其它如温度、压力也有一定的影响。

只要控制空气不与煤气混合达到爆炸限度，就可以避免爆炸产生一般煤气中的含氧量遇到火源就会产生爆炸。为了安全操作，应当控制煤气中氧含量在 5% 以下，这个数值越小越安全。

煤气中氧含量决定于炉体、炉出口到排送机这段管道严密程度及炉顶操作压力，因此开气前，我们必须检查这段管

道的漏气性，炉顶负压也不能过大，经常分析气体对我们安全操作有很大意义。

炉体内部火层低于空气进口，负压操作下炉墙漏气，炉膛煤料架空，鼓入空气未全部参与燃烧，或回炉煤气压力低于进炉空气压力，造成空气流入煤气管道等易造成炉体爆炸。

管路负压系统漏气或温度计，压力计，流量计接口不密封，洗油水封罐、冷却塔流油口未伸没入油水分离槽液面以下，排送机进口不密闭等，会使空气吸到煤气管内引起爆炸事故。因而在管道安装完毕后的试漏工作是必不可少的，试漏的方法如下。

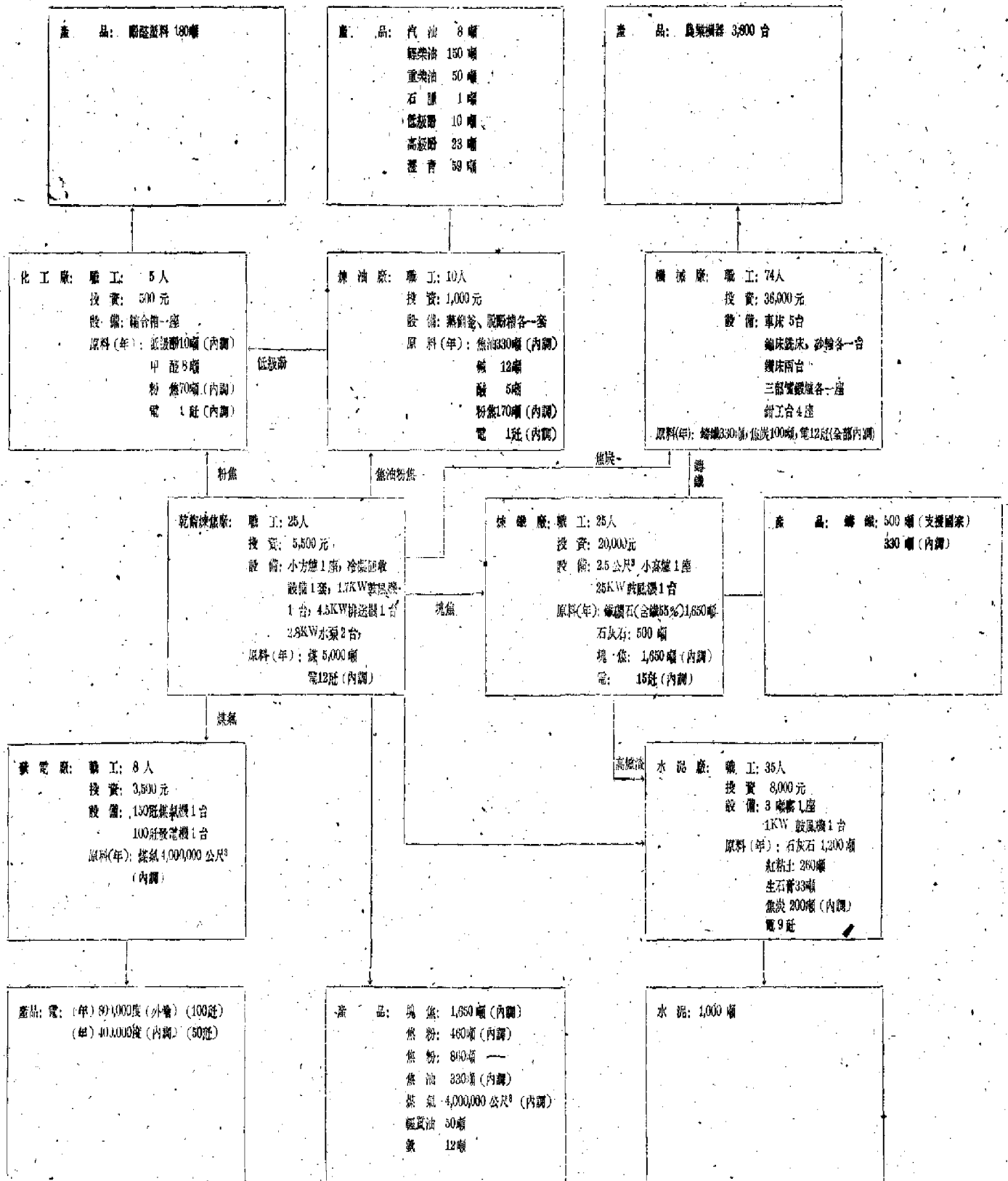
使负压系统变成正压系统（将排送机入口法兰或阀与煤气管道割开，并用板将煤气管道出口阀闭死，然后开动排送机，此时排送机就象鼓风机一样，往煤气管中鼓风试漏工作即可开始，鼓风压力应大于操作压力2倍以上，然后用肥皂涂抹各管道接头处，有鼓泡的地方就表明是漏气，另外由压力也可以判断。即系统所指示的压力，在一小时内，不下降1/10公厘水柱，即说明不漏，不过最终判断是否有漏气现象还应当进行气体分析，若氧含量低高，即说明管道不严密。

炉体有烟气漏出时亦应设法补修。在生产时应经常检查火层位置、进炉煤气、空气压力，煤料在炉膛内部有否架空现象。架空现象应打钎破坏，以防爆炸。

此外开炉时若火层过低，回炉煤气管线中空气未完全赶净，送回炉煤气也易产生爆炸。

停车时，空气管道未立即闭死，炉内煤气易倒流入空气道，产生爆炸，故停车时应先关闭空气进口管道。

人民公社以煉焦、煉焦為骨幹的重工業聯合工廠



說明: 1. 聯合工廠職工總數 182人;

2. 總投資 106,000元; 4個月回收全部資金;

3. 若機械廠車床改用土車床時, 則投資額將下降。

