

合成石油技工讀本之一

水 煤 气 制 造

石油六厂培訓办公室編



石油工业出版社

編者的言

在党的鼓足干劲，力争上游，总路线的光辉照耀下，和天然石油和人造石油并举，中央工业与地方工业并举，大中小企业并举，土洋并举，全民办石油，石油工业遍地开花的方针指导下，在全国各地揭开了石油工业发展史上新的一页，年轻的石油工业象雨后春笋一样佈满了全国各个角落。

为了满足石油工业遍地开花的需要，我厂将在短时间内給新建兄弟厂矿培训出一批技工，因此石油六厂培训办公室全体同志在党的领导、支持与关怀下，编制了六本小册子，作为培训教材。这六本书包括：水煤气制造、常压钴剂合成、中压铁剂合成、钴催化剂、钴剂还原及合成油品加工。本书内容浅显，除介绍有关工业知识外，着重操作。凡具初中文化水平的工人都可阅读本书。

由于我们水平限制和經驗不足，再加上时间的仓促錯誤与不全面的地方是难免的。因此，希望讀者提出宝贵意見，以便修改。

最后向帮助我們审查的全体同志致謝。

石油六厂培训办公室

58年8月15日

目 录

編者的話

第一章 緒論

一、水煤气概述	1
二、制造水煤气的原料	2
三、制造水煤气的原理	2
四、制造水煤气的过程	3
五、操作原则	5
六、原料规格	6
七、控制指标	7

第二章 工艺流程图

一、水煤气爐工艺流程	10
二、水煤气爐改裝流程	11
三、油压流程	12
四、石井式爐水压控制流程	13
五、西美式爐水压控制流程	14

第三章 主要设备的結構及性能

一、爐頂加料設備	15
二、发生爐	16
三、蓄热室	18
四、廢热鍋爐	19
五、洗滌塔	21
六、洗气箱	22
七、水煤气罐	23

第四章 自动控制系統

一、石井式自动控制系統	25
-------------------	----

二、西美式自动控制系统	29
第五章 操作方法	
一、点火升温	32
(一) 点火前的准备工作	32
(二) 点火升温	33
(三) 点火升温时注意事项	33
二、排气置换	34
(一) 洗涤塔的排气过程	34
(二) 煤气罐的排气过程	34
三、石井式爐自动机崗位操作	35
(一) 开爐前的准备工作(停爐已超过一个小时者)	35
(二) 开爐	36
(三) 开爐注意事项	36
(四) 正常运转	37
(五) 停爐步骤	37
(六) 紧急停爐	38
(七) 洗涤塔的排气置换	38
(八) 操作桿各阶段的位置	40
四、西美式爐自动机崗位操作	41
(一) 开爐前的准备工作(停爐已超过一小时者)	41
(二) 开爐	42
(三) 开爐注意事项	42
(四) 正常运转	43
(五) 停爐操作	43
(六) 紧急停爐	44
五、洗气箱的排气置换	44
(一) 箱內空气换成煤气	44
(二) 箱內煤气换成空气	45
六、中間斗的排气置换	45

(一) 斗内原为煤气换成煤气	43
(二) 斗内原为煤气换成空气	45
(三) 中间斗充碳	46
(四) 充碳过程中防爆要点	47
七、使用二次空气的条件	47
(一) 开始使用条件和方法	47
(二) 連續使用二次空气	48
八、发生爐的探火操作	48
(一) 探火	48
(二) 探总层	48
(三) 西美式爐探火操作	49
九、备用爐的管理	49
(一) 备用爐的条件	49
(二) 备用爐的操作	49
十、熄爐	50
(一) 操作步骤	50
(二) 熄爐的注意事项	50
十一、出灰机的操作	51
(一) 石井式爐出灰机的操作	51
(二) 西美式爐出灰机的操作	51
(三) 运转中的注意事项	52
十二、蒸汽收集器、廢热鍋爐的操作	52
(一) 正常操作要点	52
(二) 注意事项和紧急处理	52
十三、出灰岗位	53
(一) 出灰地点	53
(二) 出灰操作	53
(三) 出灰注意事项	54
十四、異狀原因及处理方法	54

第一章 緒 論

水煤气爐是內熱式的气化爐。燃料在爐內經燃燒加熱后，向爐內通入蒸汽，这样可发生水煤气，該煤气的成分 $\text{CO} + \text{H}_2$ 在 85% 左右， $\text{CO}:\text{H}_2$ 約为 1:1.35。这种煤气是一种較好的气体燃料，还可以做为有机化学合成工業的原料，在目前我国合成工業正在发展的时期，將被广泛的应用。

一、水煤气概述

先在爐內底部裝灰块，使高出爐条上面，再放少量的焦碳和木柴，破油布用火点燃，待木柴燃着后，再少量均匀的向爐內間断加焦。利用自然通风。当燃料加至規定的高度时（即三米）准备造气。水煤气的制造，是先向爐內通入空气即吹风，鼓风使爐內焦碳进行燃燒，使热量蓄积在燃料层內。所生成的吹风气，經蓄热室、廢热鍋爐（或不經過廢热鍋爐）、烟囱放空。然后停止向爐內鼓风，关闭一空气閥，关闭烟囱閥，隨即由爐底通入水蒸汽制造水煤气，这时为上吹阶段。在停止爐底通蒸汽，而由爐頂部通入水蒸汽制造水煤气，这时为下吹阶段。在另从爐底部通入水蒸汽制造水煤气，这叫二次上吹阶段，其目的是为下循环吹风打下安全基础。接着不断的鼓风做下次循环造气。上吹的水煤气，經過蓄热室，廢热鍋爐，洗滌塔，入大罐，下吹水煤气直接入洗滌塔送入大罐，在吹风之前有空气吹淨，吹风完了有蒸汽吹淨，这可以調正煤气質量。

二、制造水煤气的原料

一般用作制造水煤气的原料，均采用挥发物少的燃料，如无烟煤或焦炭及半焦。对原料的主要要求是灰分熔点要高，粒度要较大并且均匀，另外还要求热稳定性要大，以防止入炉破碎。我厂使用的原料是以古城煤，经低温干馏炉所出的半焦，其挥发物小于7%，块径20~50毫米，灰分熔点 T_2 大于1250°C，作为制造水煤气的原料。

三、制造水煤气的原理

往气体发生炉内通入的水蒸汽遇到赤热的焦炭发生下列作用：

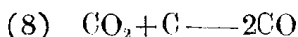
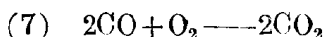
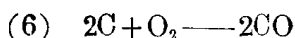
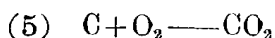
- (1) $C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$
- (2) $C + 2H_2O \longrightarrow CO_2 + 2H_2$
- (3) $CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$
- (4) $CO_2 + C \longrightarrow 2CO$

上列(1)(2)两式的反应称为水煤气的反应，其反应生成物即为水煤气，因在反应过程中是吸热反应，经过一段时间以后，炉内温度必然下降很快。所以经过一定时间后，停止向炉内通入蒸汽，而通入空气来恢复炉内热量。当炉温高时(1)式反应增多，获得优质的煤气，当炉温低时反应(2)式增多，发生劣质的煤气。当炉温度在700°C左右时反应(2)式在进行，炉温度在1000°C以上时几乎全是反应(1)式在进行。

空气鼓风过程：

鼓风主要是使燃料中的碳素与空气中的氧进行激烈的氧

化反应——燃烧，燃烧发生的热量大部分蓄积在燃料层和蓄热室，供给蒸汽与碳反应发生水煤气之用。在水煤气爐中鼓风时主要反应如下：



上列各式主要以(5)式反应为主，同时也有(6)、(7)、(8)式反应生成。这时生成的气体是吹风气，在这过程中是放热反应，故燃料层的温度可繼續升高，到升高到一定的限度时，关闭一空气阀，重新往爐内通入蒸汽，进入造气阶段。为了提高燃料层的气化效率及爐子生产能力，应采用較高的空气吹风强度，在短時間內吹入更多的空气量以縮短造气无效時間，增加造气有效時間。

四、制造水煤气的过程

水煤气爐是間歇性的生产方式，时而发生水煤气，时而生成吹风气，当发生水煤气时須向爐内通入蒸汽，我們称做蒸汽相，当生成吹风气时須向爐内吹入空气，我們称做空气相，这两相合併起来組成制造水煤气过程的一个循环。

循环步骤 每一循环共分六个步骤：

1. 吹风 2. 蒸汽吹淨 3. 上吹
4. 下吹 5. 二次上吹 6. 空气吹淨

吹风 由爐底向爐内通入空气，使爐内燃料层中碳燃烧加热。所生成的吹风气由爐上进入蓄热室，因吹风气中含有CO及少量的CH₄，故在蓄热室入口处通入二次空气使其燃

燒，把气体的热量蓄积在蓄热室的花磚上以預热下吹蒸汽。吹风气由蓄热室进入廢热鍋爐。当吹风气經過时利用吹风气的廢热得到部分水蒸汽。最后通过烟囱將吹风气放至空中。

蒸汽吹淨 在停止向爐內通入空气时，由爐底部向爐內通入水蒸汽来发生煤气，用此煤气把系統內的吹风气排出，保証水煤气的質量，此时的气体經過路綫同吹风气路綫一样。

上吹 水蒸汽由爐底部繼續通入爐內，向上吹，发生水煤气，由爐上出来經過蓄热室，廢热鍋爐，洗滌塔，入煤气罐（石井式）。西美式爐，水煤气由爐上出来經過蓄热室，廢热鍋爐，洗汽箱，电濾器，洗滌塔，入水煤气罐。

下吹 經過一段上吹后，爐內下部温度下降較快，而爐內上部温度下降較慢，为充分利用碳层热量，停止由爐底通入水蒸汽，而改在蓄热室下部通入蒸汽。蒸汽进入蓄热室后利用吹风气时所蓄积的热量得到过热，由上部进入发生爐，經過燃料层发生水煤气，由爐底出来去洗滌塔經冷却后送入煤气罐中（石井式爐），西美式爐煤气由爐底出来去洗气箱，电濾器，洗滌塔經冷却后送入煤气大罐中。

二次上吹 水蒸汽重新改由爐底通入爐內，气体所經過的路綫和上吹完全相同，其目的是將爐底煤气全部吹走，避免下一步驟通空气时产生混合性气体而发生爆炸，也就是給下循环吹风时打下安全基础。

空气吹淨 停止向爐通入蒸汽，而改为通入空气，用初生成的吹风气，把爐上部和系統管綫內的煤气吹入大罐以便准备吹风，經過很短時間隨即进行吹风。

循环時間分配

1. 時間分配表:

石井式	項目	吹 風	蒸汽吹淨	上 吹	下 吹	二次上吹	空气吹淨
	時間 秒	53~60	0~3	28~30	75~80	12~15	0~5
西美式	項目	吹 風	蒸汽吹淨	上 吹	下 吹	二次上吹	空气吹淨
	時間 %	31	3	12~17	38~40	10	0~3

2. 循环週期時間为 3 分鐘, 这是苏联和国内各厂所公認的較好時間, 時間短則使各閥門开关頻繁, 影响产量并使爐温波动較大, 操作困难, 但吹風時間愈短而风量愈大, 对生产就越有利。二次上吹以吹淨爐下所存煤气为度, 所以時間不应过長, 一般由 12 到 15 秒。

五、操作原則

石油六厂煤气車間水煤气工段, 石井式, 西美式的水煤气发生爐均用石油五厂所产的低溫半焦。由于低溫半焦的特性, 其机械强度低, 比重較小, 因此規定以下原則:

1. 为了保持爐內透气性均匀, 半焦的块度必須严格控制, 保持均匀, 最好使块徑的上限为下限的二倍。

2. 半焦的机械强度較低, 运轉过程中易于破碎成焦粉。为了防止焦粉入爐, 使爐內透气性不均而生成熔渣, 必須加强半焦在入爐前的篩选工作。假如較多的焦粉和小块入爐, 就会引起爐內通风阻力加大, 透气性不均, 将会降低爐床断面的利用率, 至使产量質量下降, 并造成爐內惡化不易处

理，严重的还要被迫停爐。

3. 半焦堆积比重較小，爐吹風時容易被吹風氣帶出，在允許帶出量的限制內使吹風強度加到最大，是對設備效率氣化率有利的，否則會影響效率。

4. 半焦活性強，蒸汽分解率大，蒸汽用量在低限以上，少用蒸汽是有利的。

5. 焦碳塊徑應保持均勻，假如塊徑大小差別過大，就會造成爐內惡化。爐在加料時大塊溜向爐壁而小塊集在中部，爐內產生大小塊分佈不均的現象，氣體流通不可避免的发生短路現象，當空氣鼓風時，阻力較小的地方，通風量較多，溫度較高，灰分生成的早；阻力較大的地方通風量少，溫度較低，因此在燃料層氣化反應強度將會發生較大的差別，這樣不僅影響了燃料層高限制的氣化效能的發展；同時將產生局部氣化過早生成灰分，生成大塊熔渣。因燃料層的下降不均，使氣化較慢處的焦炭未氣化完全即進入灰層，以致使灰中含碳量增加。因此規定燃料塊徑在一定範圍是很重要的。

六、原料規格

1. 粒度(塊徑) 20~50 毫米 小于 20 毫米者不多于 5%

2. 工業分析	灰分	固定碳	揮發物
	<17%	>75%	<7%

3. 灰分熔點 T_2 1250°C

水煤氣質量

1. 有效值: $(CO+H_2)$ 85%

2. 比值: (CO/H_2) 1:1.2~1.4

生产能力

1. 日产量 石井式爐 75000 米³/爐
 西美式爐 100000 米³/爐

2. 气化率: 1500 米³/吨焦

3. 灰分含碳量 < 20 %

4. 水煤气的組成

CO ₂	O	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
7 %	0.2 %	35 %	50 %	1.0 %	6.8 %

七、控制指标

石井式:

1. 总风量 18000~20000 米³

一次风量 12000~16000 米³

2. 蒸汽用量上吹, 8.0~9.0 吨

下吹, 9.0~10 吨

3. 爐内各层分佈

灰层 600~1200 毫米

火层 300±100 毫米

炭层 1700±200 毫米

总层 2900±100 毫米

4. 各处温度

用二次空气爐上 350~600°C

不用二次空气爐上 150~200°C

爐下 < 250°C

蓄上 600~800°C

廢出 150~250°C

洗出 $<30^{\circ}\text{C}$

5. 各处压力(毫米水柱)

項目	爐 下	爐 上	蓄熱室出口	洗滌塔入口	廢熱鍋爐出口
吹風	800~1000	300	200	150~200	100
上吹	600~800	500~700	600	700~1000	
下吹	500~600	600~800	700~800	400~600	100

西美式:

1. 总风量 18000~24000 米³一次风量 15000~20000 米³

2. 蒸汽用量上吹 8.0~9.0 吨

下吹 9.0~10 吨

3. 各层分佈

探火棒長度

一孔 950 毫米,探火棒全黑;

二孔 1500 毫米,探火棒后半部稍紅;

三孔 2200 毫米,探火棒后半部紅 400~800 毫米;

四孔 2200 毫米,探火棒全无火。

4. 各处温度

用二次空气爐上温度 350~600 $^{\circ}\text{C}$ 不用二次空气爐上温度 150~200 $^{\circ}\text{C}$ 爐下温度 $<250^{\circ}\text{C}$ 蓄上温度 600~800 $^{\circ}\text{C}$

廢出温度 150~250

洗出温度 $<30^{\circ}\text{C}$

5. 各处压力(毫米水柱)

項 目	爐 下	爐 上	蓄 入	蓄 出	廢 出	洗汽箱	洗滌塔
吹風	850~900	200	150	100	5.0	0	0
上吹	800~900	500~600	500~700	400~500	300~400	400~500	200~400
下吹	700	700~100	600~700	700~900	0	200~500	200~300

第二章 工艺流程图

石井式

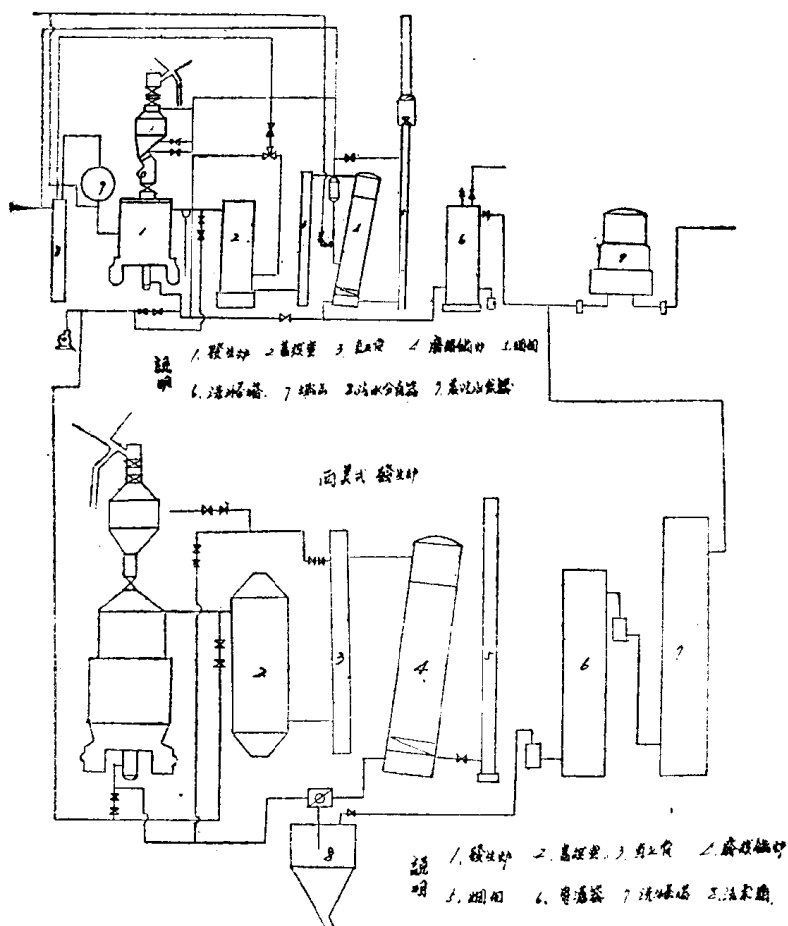


图1 水煤气爐工艺流程

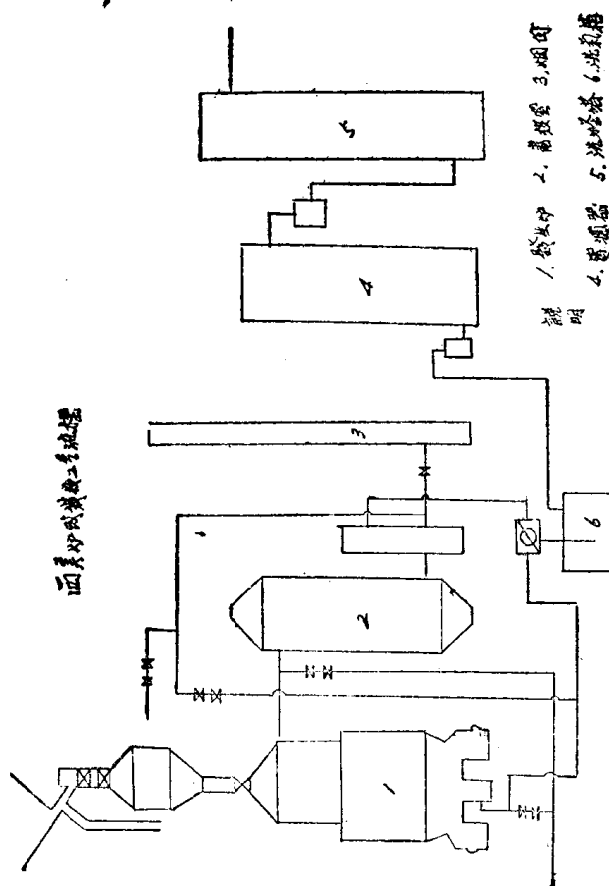
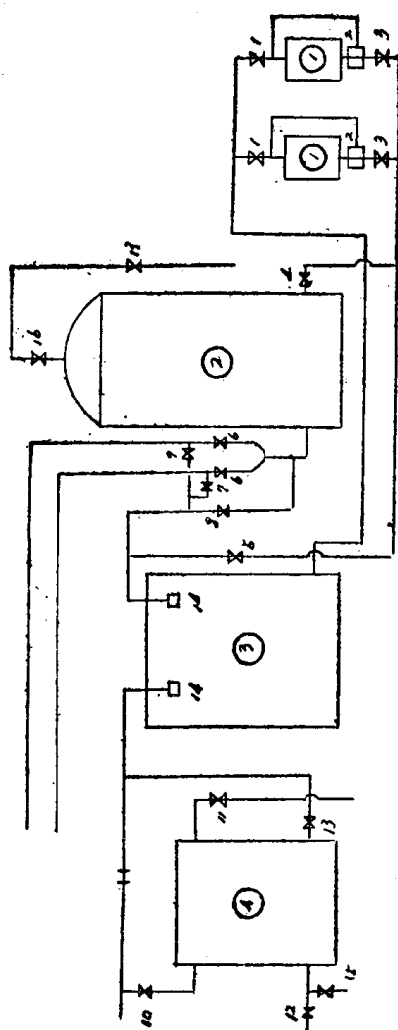


图2 水煤气炉改装流程



说明 ① 油泵 ② 高压油罐 ③ 减压油罐 ④ 冷却器

1. 泵出口 2. 泵出口 3. 泵出口 4. 高压油罐出口 5. 高压油罐出口 6. 高压油罐出口 7. 高压油罐出口 8. 安全放油口 9. 高压油罐出口 10. 冷却器出口 11. 冷却器出口 12. 冷却器出口 13. 冷却器出口 14. 冷却器出口 15. 冷却器出口 16. 冷却器出口

图3 油压流程