

全国試用教材

燃料化学工艺学

第二分册

第三篇 炼焦化学产品

1961年8月

目 录

第三篇 炼焦化学产品的回收與加工

第一章 概 論	1
第一节 炼焦化学产品的組成与产率及影响产物生成的因素.....	1
第二节 提高炼焦化学产物产量与质量的途徑.....	7
第三节 現代焦化厂回收与加工車間生产过程概述.....	8
第二章 炼焦煤气的初步冷却过程与煤气的輸送	10
第一节 煤气的初步冷却系統.....	10
一、煤气初步冷却过程的作用.....	10
二、煤气初步冷却系統的選擇.....	10
第二节 集气管和煤气总管.....	15
一、集气管的作用和煤气冷却的机理.....	15
二、集气管的物料平衡和热平衡.....	16
三、煤气总管.....	18
第三节 初步冷却器及其輔助設備.....	18
一、列管式煤气冷却器.....	18
二、直接式煤气冷却器.....	20
三、冷却氨水用的噴淋式冷却器.....	22
四、凉水架.....	22
第四节 冷凝液的分离与儲存.....	24
一、从煤气管道中分离焦油和氨水的設備.....	24
二、焦油和氨水的分离設備.....	25
三、冷凝液排出器.....	28
四、各种接收槽和儲槽.....	28
第五节 煤气的輸送.....	29
一、炼焦煤气的輸送系統.....	29
二、鼓风机.....	29
三、鼓风机前后煤气压力的調节.....	31
第三章 煤气中焦油霧的清除	32
第一节 清除煤气中焦油霧的意义与方法.....	32
第二节 清除煤气中焦油霧的設備.....	33
一、钟罩式除焦油器.....	33
二、工业用电除焦油器.....	33
第四章 氨与鉻的回收	35
第一节 煤气中氨的生成及其在煤气与氨水中的分佈.....	35
第二节 凝氨水的生产.....	37

一、用水吸收煤气中的氨	37
二、氨水的蒸餾与濃氨水的制取	38
第三节 廢氨水中鎘的回收	45
一、氨水中鎘的来源	45
二、鎘的回收与精炼	46
第四节 硫銨的生产	48
一、硫酸吸收氨的反应过程与生产硫銨的主要方法	48
二、半直接法制取硫銨	49
三、直接法制取硫銨	63
四、无飽和器法制取硫銨	65
五、生产其他銨盐的方法	68
第五章 吡啶碱的回收	69
第一节 吡啶碱的組成与回收方法	69
第二节 回收吡啶碱的工艺流程和設備	70
第六章 粗苯的回收	73
第一节 粗苯的組成性質及产率	73
第二节 用洗油回收煤气中的粗苯	74
一、洗油吸收粗苯的原理	74
二、影响洗油吸收粗苯的各种因素	75
三、回收粗苯所用洗油的质量指标	78
四、炼焦煤气的最終冷却	79
五、洗油吸收粗苯的工艺流程及設備	82
第三节 富油中粗苯的蒸出	87
一、从洗油中蒸出粗苯的系統	87
二、洗油的再生	90
三、脫苯过程的主要設備	92
四、利用管式炉加热自富油中蒸出粗苯	97
第四节 粗苯工段生产控制要点	98
第五节 回收粗苯的其他方法	99
一、加压吸收法	99
二、用固体吸附剂吸收法	99
三、加压冷凍法	100
第七章 炼焦煤气的淨化及其利用	101
第一节 炼焦煤气中苯的清除	101
一、油吸收法	101
二、冷洗法	102
三、溶介法	102
第二节 炼焦煤气中氰化氢的清除	102

一、干法脫氰化氫	103
二、濕法脫氰化氫	103
第三節 煉焦煤氣中硫化氫的清除	105
一、干法脫硫	106
二、濕法脫硫	109
第四節 煉焦煤氣的分离与利用	118
一、深度冷凍分离煉焦煤氣	118
二、煉焦煤氣及其組份的利用	119
第八章 煉焦化学工廠污水的處理	121
第一節 煉焦化学工廠污水的特性和淨化方法	121
第二節 含酚污水的机械淨化	122
第三節 含酚污水的蒸汽脫酚	122
一、蒸汽脫酚的技术操作系統	123
二、脫酚塔的构造和操作	124
第四節 生物化学法脫酚	125
第九章 粗苯的加工	127
第一節 粗苯的組成及其性質与应用	127
一、苯属烴	128
二、不飽和化合物	130
三、含硫化合物	131
四、酸性和碱性化合物	132
五、飽和烴	132
第二節 粗苯精制方法概述	132
第三節 粗苯及其餾份的硫酸精制	134
一、硫酸洗滌的基本原理	135
二、粗苯餾份酸洗的过程及設備	140
第四節 粗苯之間歇式初餾及最終精餾系統	143
一、粗苯之間歇式初餾	143
二、粗苯之間歇式終餾	145
三、精苯車間的安全問題	148
第五節 粗苯之半連續式及連續式精餾系統	148
第六節 自初餾份生产工业二硫化炭及其他产品	153
一、工业二硫化炭的生产	154
二、二聚环戊二烯及人造干性油的生产	155
第七節 古馬隆-蒽的树脂的生产	155
一、古馬隆和蒽的聚合性質及其树脂的应用	155
二、制取古馬隆-蒽树脂的步驟	157
三、古馬隆-蒽树脂的生产流程和操作	158

第八节 粗苯的加氢精制	160
第十章 高温焦油的蒸馏	163
第一节 高温焦油的特性与应用	163
一、高温焦油的组成	163
二、高温焦油馏份的物理化学性质	169
三、高温焦油产品的应用	172
第二节 焦油加工前的准备工作	173
一、焦油的储存与运输	173
二、焦油质量的均匀化	174
三、焦油的脱水和脱盐	174
第三节 焦油的蒸馏	181
一、焦油的蒸馏方法	181
二、焦油蒸馏的工艺流程	182
三、用管式炉加热焦油进行蒸馏的工艺流程	186
四、管式炉焦油蒸馏的设备与操作	188
第十一章 高温焦油馏份的加工	188
第一节 焦油馏份的结晶	196
一、馏份的结晶	196
二、结晶的设备	198
第二节 结晶的过滤干燥与压榨	200
一、离心分离与压榨	200
二、粗萘的过滤与离心干燥	201
第三节 精萘的制取	201
一、结晶萘的生产	201
二、升华萘的生产	203
第四节 粗萘的精制	204
一、溶剂法	205
二、钾熔法	207
三、精馏法	207
第五节 酚类及吡啶碱的提取与精炼	208
一、焦油馏份中提取酚类及吡啶碱时的基本化学反应	208
二、馏份的洗涤	209
三、酚盐的分介与粗酚的制取	211
四、粗酚的精馏	212
五、硫酸吡啶的分介与粗吡啶的精馏	214
第六节 沥青的冷却与加工	216
一、沥青的冷却	216
二、高软化点沥青的生产	217
第七节 焦油馏份中新产品的制取	218
一、高温焦油馏份中新产品的分离	218
二、扩大焦油产品生产的远景	220

第三篇 煉焦化学产品的回收與加工

第一章 概 論

煉焦化学产品在国民經济中有很重要的意义，它与国防工业，医药工业，无机化学工业，有机化学工业及农业都有密切的关系。煉焦化学产品中煤焦油、氨、粗苯、煤气等都是化学工业的重要原料。

煉焦化学产品过去是煉焦厂的副产品。现在，随着塑料、有机化学工业与化学工业的发展，已經摆脱了副产品的地位，也成为煉焦厂的主要产品了。

煉焦化学产品包括什么东西？它們的組成与产率受那些因素影响？如何能提高这些产品的回收率？在煉焦厂中分为那几个工段回收它們进行加工？下面我們就討論这些問題。

第一节 煉焦化学产物的組成和产率及影响产物生成的因素

煤在炭化室中加热，首先水份被蒸发，然后煤开始軟化与熔化，在更高的溫度下轉变为焦炭，在煤的軟化阶段，煤分解而放出气体与蒸汽—分解之初次产物。初次产物在高温作用下經過一系列的变化而形成分解之最后产物，分解产物在煤之軟化阶段产生最多，半焦阶段次之，以后則随溫度之升高而減少。

水汽除大部份系原煤中水份蒸发而得外，另一部份乃由于有机物质分解所生成。

煉焦产物的平均产率如下（按重量%計）

焦炭	73—78
煤气（回收化学产品后）	15—18
焦油	2.5—4.5
热解水	2—4
粗苯	0.8—1.1
硫化化合物	0.2—1.5
氨	0.25—0.4

在正确与稳定的煉焦条件下，化学产品的产率主要取决于煤的变质程度。变质較淺的烟煤，揮发份产率較高，則化学产品的产率也較多。

剛从煉焦炉里出来的煤气称为出炉煤气（或荒煤气），它包含（克/标米³）：

水蒸汽	250—450
焦油蒸汽	80—120
粗苯	30—60
氨	8—16
硫化氢	6—30
氰化氢	0.5—1.5

此外，在煤气中还含有少量的輕吡啶碱(0.4~0.6克/标米³)，羰(10克/标米³)、各种有机硫(二硫化碳CS₂、噻吩C₄H₄S等，其数量为2~2.5克/标米³)及其它化合物。

经过回收化学产物与净化硫化氢及氰化氢与硫化物等杂质后的煤气，称为回炉煤气，回到焦炉去燃烧以供应炼焦所需热量。其组成如下：

组份	H ₂	CH ₄	C _n H _m	CO	CO ₂	N ₂	O ₂
含量%	54~59	23~29	2~3	5.5~7	1.5~2.5	3~5	0.3~0.7

热值为4200~4700大卡/标米³，其中粗苯等于2克/标米³，煤气比重约0.48~0.52公斤/标米³

焦油中酸性物、碱性物与中性物的含量也是变化很大的。为什么焦化产物的组成与产率会发生这么大的变化呢？除了与炉子的构造形式有关外，主要的影响因素，可以从两方面来考虑，一方面是装炉煤的性质，它对于初次产物的生成影响较大，一方面是炼焦的操作条件，它对于最后产物的生成影响较大。下面从结焦温度、炉顶空间下的平均温度、炉顶空间的大小、加热速度、煤气的吸出条件、装炉煤的堆积比重、原煤的性质与成份对化学产品产量与质量方面的影响进行讨论。

一、化学产品的生成与结焦温度的关系。

从表3-1中可见焦油组成中，酸性物与中性成份随炼焦温度升高而降低，而碱性物则渐增，随着温度升高，中性油中芳香烃增多，烯烃及脂肪烃与环烷烃降低，粗苯组成中苯是随温度升高而增加的，但甲苯到800°C时达到最高值，以后反而降低，这说明了结焦温度较高时，对甲苯的生成是不利的，石蜡烃(脂肪烃)与溶剂油也都应随温度的升高而降低的。

表3-1 焦化温度对焦油和粗苯组成的影响

炼焦温度 G°	焦 油 之 组 成						粗 苯 之 组 成			
	蒸 餾 液 (%容積計, 瀝青不計)			中 性 油 (%容積)			(%)			
	酸性物	碱性物	中性成份	烯 烃	芳 香 烃	石 蜡 烃 及 环 烷 烃	苯	甲 苯	石 蜡	溶 剂 油
500	21.3	0.0	44.9	10.2	49.8	40.0	4.3	10.7	36.3	48.7
600	20.5	0.0	41.6	13.8	51.7	34.5	7.4	8.5	35.3	48.8
700	20.5	0.0	39.4	13.2	62.4	24.4	16.9	21.1	20.7	41.3
800	14.0	0.0	35.8	10.5	78.0	11.5	31.4	31.5	11.3	25.8
900	8.7	0.4	33.8	13.0	78.8	8.2	50.7	29.2	5.3	19.8
1000	7.9	0.7	29.2	9.4	85.8	4.8	55.0	23.0	4.1	17.9
1100	3.8	1.2	21.4	13.3	35.1	1.6	57.2	22.7	1.9	18.2

表3—2数据说明了煤焦油组成随温度变化的情况，随着炼焦温度的升高，所得到的焦油比重是递增的，游离炭百分率的增高，说明了炉内气体产物裂化与叠合程度不断加深，应该注意到，在800°C左右时，馏份的产率较好。

表3—2 煤焦油组成随炼焦温度而异高所发生的变化

温度°C	比重	元素组成					游离炭 (%)	分 馏 段		
		H	C	N	O	S		0-170°C	170-235°C	235-270°C
500	1.02	8.5	84.3	0.7	5.9	0.6	0.88	6.9	18.8	16.6
600	1.06	8.7	84.2	0.8	6.3	0.5	0.94	4.8	17.9	14.5
700	1.08	7.7	85.5	1.0	4.9	0.6	2.38	5.4	18.2	15.8
800	1.10	7.2	86.2	1.0	5.0	0.6	3.55	5.4	17.5	13.3
900	1.13	6.4	87.9	1.3	3.7	0.7	5.79	5.6	13.7	10.8
1000	11.6	6.3	88.4	1.2	3.5	0.6	6.77	3.2	15.4	9.2
1100	1.20	6.0	88.5	1.2	3.9	0.7	9.43	2.5	14.8	8.3

二、化学产品的组成与炉顶空间的平均温度的关系。

从实验室研究中得到了表3—3的数据，所谓额外过热温度，就是相当于炉顶空间的平均分解温度，这些数据表明，高温化合水的产量决定于炼焦温度。炼焦温度高时，化合水就多些，而额外分解温度对化合水的影响不大。但是，焦油的产率却决定于额外过热温度，后者温度增高时，焦油的产率降低。氨与粗苯的产率与两种温度有关，当炼焦温度高时，氨与粗苯产率都增加，不过，当额外过热温度高时，在较低炼焦温度下，氨的产率是升高的，而在较高的炼焦温度下，它的产率是降低的。

表3—3 实验室数据说明炉顶空间温度对化学产物回收率的影响

炼焦温度°C	额外过热温度°C	炼焦化学产物对煤回收率 (%)			
		高温化合水	焦 油	氨	苯类碳氢化合物
600	700	4.23	5.23	0.059	0.030
600	800	4.85	3.88	0.164	0.800
600	900	—	2.85	0.218	0.570
900	无过热	5.04	5.06	0.336	1.217
900	600	5.52	4.60	0.364	1.200
900	700	5.50	3.59	0.328	1.163
900	800	5.87	3.17	0.308	0.870
900	900	6.10	2.76	0.209	0.720

三、炉頂空間的大小对主要焦化产品回收率与质量影响

表3-4說明，在装煤量未滿或差一吨的情况下，炉頂空間增大，荒煤气在炉頂空間停留時間長，如此炉頂空間溫度升高，使煤气及化学产物裂化較深，焦油的比重增加，游离炭含量也是增大的，粗苯回收率虽然增加，但宝贵的甲苯含量降低了。煤气发生量增高，H₂含量也增多，也說明了裂化較多。所以，装煤未滿的情况是不好的，某些焦炉由于調火不善，或者是炉体构造不好，都容易发生与上面相似的后果。某厂的炼焦炉，由于縮短結焦時間，提高了火道溫度，也造成了炉頂下部空間的溫度过高，达900°C以上，因而，粗苯中甲苯含量降至5-8%，就是一个明显的例子。这里也說明了提高焦炭产量与改进焦化产品质量之間是存在一些矛盾的，作为技术工作人員就应该設法統一这种矛盾，既保証較高的焦炉生产能力，也达到化学产品的一定的质量。

表3-4. 装煤量不足时，煤气和化学产物的产量和质量的变化情况

装煤量	炉頂下部空間溫度 (°C)	焦油			粗苯			氨对干煤回收率 (%)	一吨干煤煤气发生量 (标米)	
		对干煤回收率 (%)	比重	游离碳 (%)	对干煤回收率 (%)	苯 (%)	甲苯 (%)			二甲苯 (%)
正常装煤未滿 (差一吨)	690	2.73	1.178	6.2	0.83	73.4	16.9	—	0.23	325
	740	2.53	1.188	8.9	0.95	79.1	14.5	—	0.23	352

加煤后炉頂空間的高度与气体在炉頂空間停留的时间关系列于表3-5中，我們應該使炉頂空間气速不低于2.5-3米/秒，又炉頂空間增大时，炭化室頂部有石墨析出，使焦炉操作发生困难。

表3-5 炉頂空間大小与气体在其中停留时间的关系

加煤后炉頂空間的高度 (毫米)	炉頂空間的平均体积 米 ³	炉頂空間中气体的平均停留时间 秒	炉頂空間中的气体平均速度 米/秒
200	0.69	1.8	3.3
300	0.90	2.5	2.5
400	1.19	3.2	1.9
500	1.44	3.8	1.6
700	1.94	5.2	1.2

四、焦炉煤气吸出的条件对煤气质量的影响。

集气管中应有一定的压力制度，以使煤气吸出的条件能夠維持正常状态，当吸出速度不

夠时，炭化室的压力上升，煤气向外洩漏，造成了焦化产物的损失，当吸出的速度太快时，空气或廢气漏入炭化室中，发生燃燒，使焦化产物的產量降低，所以最适宜的煤气吸出条件，对于新型炼焦來說，应在集气管中維持5—8公厘水柱的表压。

炼焦煤气吸出的条件与集气管的个数有关系，如果采用两根集气管代替单集气管。由于煤气在炉頂空間下的停留時間縮短了，煤气的裂化程度減輕，所以煤气的質量提高了。表3—6說明煤气中甲烷量較高，因此煤气的热值較高，虽然煤气的產量有一些降低。使用双集气管的缺点是增加了鋼材的用量，同时炉頂上面的溫度較高，使劳动条件惡化。

表3—6 煤气吸出方法与煤气质量的关系

吸取方法	热值为4000 大卡/标米 ³ 产量%	气 体 組 成		重 度 公斤/标米 ³	Q _H 大卡/标米 ³
		H ₂	CH ₄		
单集气管	100	59.1	25.8	0.447	4306
双集气管	99	57.8	26.7	0.459	4333

五、装炉煤的堆积比重对主要化学产物产量与质量的影响。

(一) 装炉煤粒度的影响

装炉煤的粒度增大时，如表3—7所示，可以增加装煤量，焦油和粗苯的產量与質量有良好的轉变，如焦油的比重与游离炭減少，含酚量增加，粗苯產量增加而其中甲苯含量也較高。这些，可能是由于炉室中某些部分的流速有变化，造成了焦化产物生成过程中的特殊的保护条件，防止了額外的分解。

表3—7 装炉煤粒度对化学产品回收率的影响

粒 度	装 煤 量		焦 油				粗 苯			
	吨	对量 标的 准%	煤 气 中 的 含 量 (克/立方米)	比 重	游 离 碳 (%)	焦 含 油 酚 中 量 (%)	煤 气 中 的 含 量 (克/立方米)	粗 苯 成 分 (%)		
								苯	甲 苯	二 溶 甲 苯 及 油
正常	14.5	100.0	43.3	1.143	3.9	2.4	21.9	97.8	24.0	5.3
粗大	16.0	110.3	56.6	1.130	2.9	6.2	23.9	58.9	26.2	3.8
同上	16.1	111.0	54.0	1.145	3.1	4.9	23.0	58.0	27.1	7.7

(二) 装炉煤的水份

水份对焦化产物的影响是复杂的，它是通过装炉煤的堆积比重和炉頂空間溫度的变化表达出表。特别是在炉頂空間溫度提高时，起保护作用，防止分解。如表3—8的数据就說明了这个效果。装炉水份增加时，引起堆积比重降低，在炉頂下空間溫度为700°C时，焦油在煤

气中的含量是降低的，但是粗苯回收率却是增加的，粗苯中甲苯含量也是增加的，当炉顶下空间温度增至850°C时，装炉煤水份的增加起着保护作用，所以粗苯回收率和粗苯中甲苯含量仍是增加的。

表3-8

配合煤 的水份 (%)	焦 油			粗 苯	
	煤气中含量 (克/立方米)	焦油中的萘 (%)	焦油中游离碳 (%)	粗苯回收率	粗苯中甲苯含量 (%)
炉顶下部空间温度为 700°C时					
4.0	85.0	8.7	5.4	25.0	17.0
8.0	69.0	7.9	7.2	27.0	19.0
13.0	74.0	9.8	6.0	30.0	20.0
炉顶下部空间温度为 850°C时					
4.0	45.0	17.5	12.0	17.0	2.8
8.0	43.0	12.6	7.3	18.2	11.2
13.0	45.0	11.5	7.0	19.0	13.0

六、配煤的性质与组成对主要化学产物生成的关系。

配煤的挥发物含量，以及配煤的含氧量含氮量对焦化产物的产率有一定的关系。

(一) 化合水的生成量——与配煤中的含氧量有密切关系，煤中氧含量的55~60%变为化合水，此数量随配煤挥发份含量的减少而增加。在一般情况下，化合水产率约为干煤量的2~4%，在配煤中原有的水份则在100°C以上就蒸发出来了，它们是氨水生成的主要来源。

(二) 焦油产率——它是随配煤挥发份的增加而增加的。对于顿涅茨煤区的煤，可以按下列计算*：

$$X = -18.36 + 1.5x^r - 0.026v^{r2}$$

x = 焦油产率%

v^r = 配煤挥发份% (可燃基)

上式根据实验数据得来，在v^r = 20~30%较为准确。

(三) 粗苯的产率——与煤的变质程度有关，烟煤的年代愈轻，挥发份含量愈高，粗苯的生成量也愈大。按蒭植煤炼焦时所得实验数据，粗苯产率可根据下式估计：

$$y = 1.61 + 0.144v^r + 0.0016v^{r2}$$

y = 粗苯产率%

* 别列沙金克：瓦斯煤的结焦特性与化学产品的回收33—35页(1953)

v^r —配煤的揮发份% (可燃物基)

上式也是在 $v^r = 20 \sim 30\%$ 的範圍內較為正确。粗苯中甲苯的产率，則隨煤的變質程度的升高而增高，即煤的揮发物較低时，甲苯产率較高。

(四) 氨的生成量——配煤中含氮量的 $0.11 \sim 0.15$ 轉变成成为氨，由于配煤的含氮量一般变动不大，所以氨的产率一般为配煤的 $0.2 \sim 0.4\%$ 。

(五) 煤气的生成量——一般情况，焦炉煤气的產量为 $280 \sim 350$ 标米³/吨煤，按經驗公式：

$$Q = a\sqrt{v^r}$$

Q—煤气产率%

a—系数，对于气煤 $a = 3.3$ ，对于焦煤 $a = 3$

上面列举了配煤的性質与組成，以及炼焦的工艺操作条件，对主要的焦化产品生成的影响。总而言之，可以归纳为下列几点：

(一) 炼焦的工艺操作条件，对于主要焦化产品的生成具有非常重大的影响，为了获得适当的焦化产物，焦油、粗苯和煤气，最低的必需溫度是 800°C ，炼焦溫度提高时，将引起焦油組份的分解。随着炼焦溫度繼續升高，粗苯等也将分解，此时，液体产物产率将降低而气体产物会增加。

(二) 有特殊作用的炉頂空間的溫度和炉頂空間的大小，應該使炉頂空間达到实际操作中最适宜的高度(距頂約300毫米)，並使溫度低于 800°C (750°C 較好)

(三) 装炉煤的水份和粒度都会对煤的热解过程发生影响，煤气吸出时应維持一定的制度。

(四) 焦化产品与配煤的性質和組成有直接关系，最主要的因素是煤的變質程度。从焦化产品着眼，煤的經濟价值是隨變質程度的降低而提高的。年代較輕的煤，揮发份的含量高，焦化产物的产率也較高。

第二节 提高炼焦化学产品产量與質量的主要途徑

根据以上所講的影响主要焦化产物生成的因素，可以得出提高焦化产品产率与質量的主要途徑如下：

一 保証正常的加热制度，使結焦溫度与炉頂空間溫度能符合要求，控制加热使溫度均匀，防止过熱。並建立測溫制度。

二 炭化室应保持稳定的装煤量，並儘可能装满。

三 減少炉門、干燥器、上升管和装煤孔处的冒烟，炉牆损坏后，应及时进行修理。

四 在具有双集气管的焦炉上，为了使荒煤气迅速逸出，減少分解。可将新装煤的炭化室接到压力为3毫米水柱的机側集气管上，而到結焦末期时，則将该室接到压力为8毫米水柱的焦側集气管上，以保証較好的气体吸出条件。

五 改进煤的質量，在不严重影响焦炭质量的前提下，儘可能多配入气煤和肥煤。

六 采用通入水蒸汽或在配煤中添加焦油、石油殘渣等方法来提高焦化产物的产率。采

用吹入水蒸汽的办法，可以获得部份水煤气，但因此会降低焦炭质量，也延长结焦时间，并不是适宜的。采用煤料加油法提高焦油粗苯和煤气产率是目前公认为较有前途的方法。

第三节 现代焦化厂回收与加工车间生产过程概述

现代焦化厂的生产任务是炼出冶金焦和回收炼焦化学产品。在焦化厂的回收车间中，从炼焦煤气中回收焦油、氨、粗苯等，在加工车间中，将粗苯精炼为纯苯、甲苯、二甲苯、溶剂油等，将焦油精炼制取酚类，吡啶碱类、萘、蒽及馏份油如洗油等。为了使焦化产品的回收与加工能有效地进行，现代焦化厂常将回收车间按煤气流动系统（图3-1）分为下列几个工段：煤气冷却冷凝工段，氨回收工段，脱硫（或煤气净化）工段，粗苯回收工段等；加工部份常分为粗苯精制车间与焦油加工车间，在大型焦化厂里，焦油加工车间还分为蒸馏工段、结晶工段、洗涤工段、酚与吡啶工段等。

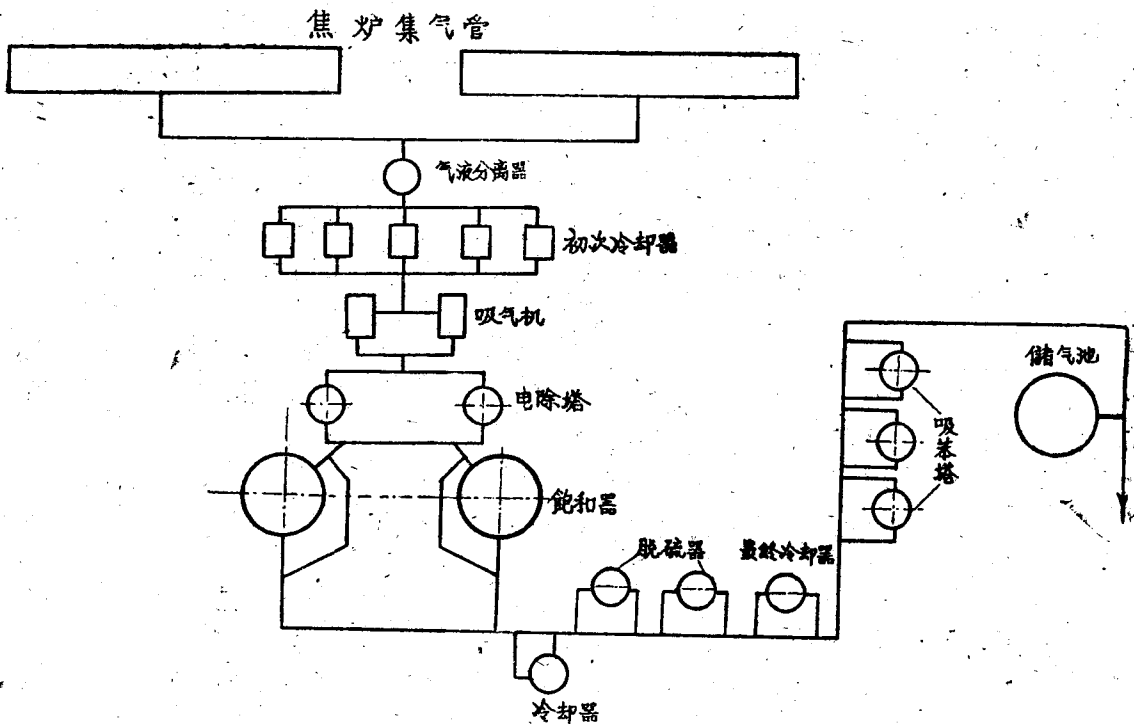


图 3—1 焦化厂气体流动途径及回收工段分佈图

煤气冷却冷凝工段的任务是将焦炉煤气从炉内吸出，并从出炉时的600—700°C冷却至25—30°C，使其中大部份的焦油冷凝下来，然后用鼓风机送去后的回收工段。因为，在较低的温度下才有利于从煤气中回收氨和粗苯等的吸收操作。所以煤气出炉后先进行冷却冷凝是必要的。

氨回收工段的任务是回收煤气中的氨制造浓氨水或硫酸，因为氨容易溶解在水或其他吸

收剂中，使其他吸收操作复杂化，先回收氨又可减少损失，故氨的回收一般在煤气冷却冷凝后就进行。也有放在煤气冷却冷凝之前用直接法回收氨的。

脱硫工段的任务是净化煤气中的硫化氢，有时还可制得硫磺。如果是煤气净制工段，则除了脱硫设备外尚有脱萘及氰化氢设备。脱硫如果在粗苯回收之前进行，对吸苯洗油质量的稳定有好处，因为硫化氢会促进洗油的老化。但某些工厂为了简化脱硫前冷却的过程，或者只对部份民用煤气脱硫，也有工厂将脱硫设备放在粗苯回收工段后面。

粗苯回收工段的任务是从煤气中回收粗苯。焦油和粗苯分别送去粗苯精制车间和焦油加工车间。

炼焦煤气在焦化厂中一部份用作回炉煤气，供焦炉加热，一部份可以经过净化后作其他用途。

第二章 炼焦煤气的初步冷却过程 与煤气的输送

第一节 煤气的初步冷却系统

一 煤气初步冷却过程的作用

从炭化室上鼻管出来的荒煤气，温度达600—700°C，其中含有大量的焦油和水蒸汽。这些产物，如果不冷凝下来，首先，它们将妨碍其他化学产物如粗苯与氨气的回收以及煤气中硫化氢的净化。焦油在饱和器中，使硫酸变黑，质量降低；焦油与萘在吸苯塔前的最终冷却器中，会造成堵塞；在干法的脱硫箱中，它使吸附剂活性降低等等。其次煤气中氨、粗苯的回收，以及硫化氢的净化，都必须在25—40°C的较低温度下进行。否则，吸收效果就不好；再次，高温煤气的体积很大，用鼓风机输送时，功率消耗很大。而且，在高温下操作，困难较多，煤气的输送管直径也必然要大些。因此，高温的焦炉煤气必须进行冷却。在初步冷却过程中，煤气被冷却至25—40°C。

煤气首先在集气管中用氨水喷淋冷却至80—85°C，在煤气总管中进行自然对流的冷却，然后在初步冷却器中进行的强制冷却。

炼焦煤气的初步冷却虽然是简单的物理方法，然而在设备构造上有某些技术性的困难。其原因为：

- (一) 在设备中需要冷却与水汽相混的煤气。
- (二) 冷却煤气的设备的表面上凝集着焦油和萘破坏了正常的热传导。
- (三) 氨水中的氨盐，氰酸盐和硫化氧及其他化合物对设备起腐蚀作用。

二 煤气初步冷却系统的选择

煤气的冷却和焦油蒸汽、水汽的冷凝，可以采用不同型式的冷却器，由于冷却器型式的不同，所采取的流程亦不同。通常有以下两种冷却器：直接式冷却器和间接冷却器或管式冷却器。

下面分别讨论采用不同煤气冷却器的流程：

(一) 煤气在管式冷却器中冷却时的流程——间接式冷却流程(图3-2)：焦炉煤气由集气管沿着吸气管通到煤气冷却器2，在冷却器前的煤气管道上设置气液分离器1，将煤气与焦油、氨水、焦油渣等冷凝液分离。焦油、氨水和焦油渣从气液分离器进入澄清槽4，在这里去掉焦油渣，并把焦油和氨水分开，沉淀下来的焦油渣通过澄清槽底部的运输机，定期地排到小車5中。澄清出水的焦油从澄清槽下部连续地通过焦油排出器17流至焦油中间槽11，并由此用泵12压到焦油贮槽8。和分离出焦油的氨水从澄清槽的上部满流到中间槽10，从此用泵13打到集气管，进行喷洒煤气。由于这部分氨水在焦炉和冷凝工段循环使用，故称为循环氨水。

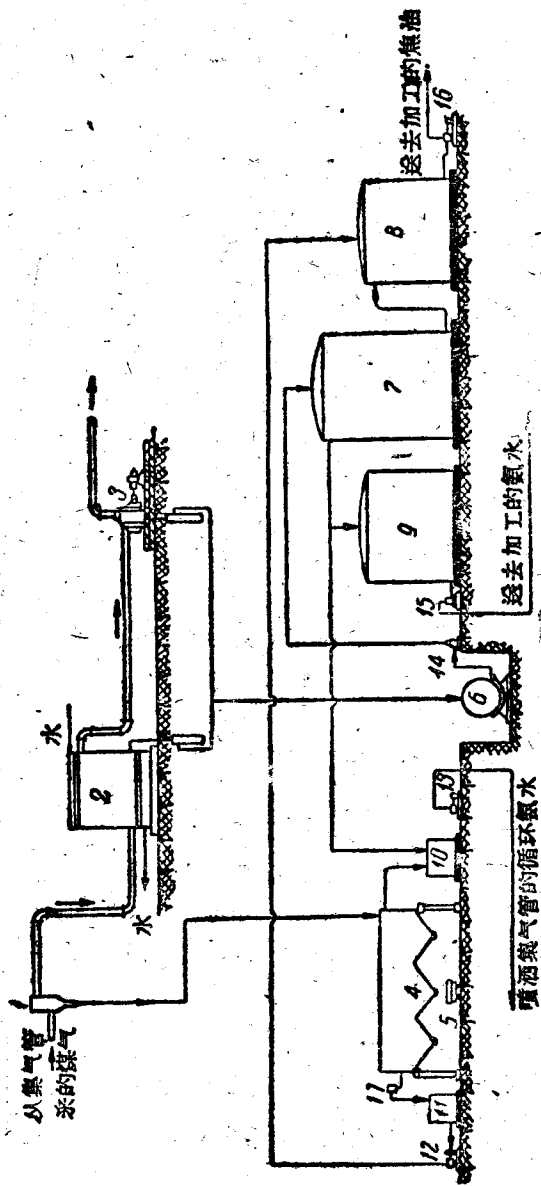


图 3-2 間接式冷却流程

- 1—气液分离器； 2—冷却器； 3—鼓风机； 4—澄清槽；
- 5—装焦油渣小車； 6—冷凝器中間槽； 7—焦油氨水分離器；
- 8—焦油貯槽； 9—氨水貯槽； 10—集气管循环氨水的中間槽；
- 11—焦油中間槽； 12, 13, 14, 15, 16—泵； 17—焦油排出器

气液分离器后的焦炉煤气进入并联着的管式冷却器2，在这里用工业水或循环水进行冷却。冷水走管内，煤气走管间。煤气被冷却到25~30°C，在这样的温度下，几乎全部的焦油和大部份水汽被冷凝下来，经过水封进入冷凝液中间槽6，从这里用泵14打到分离罐7，进行氨水和焦油的分离。澄清出水的焦油从分离罐7的底部进入焦油贮罐8。分离罐上部流出去掉焦油的氨水，这部分氨水称为冷凝氨水。由于在集气管内喷洒煤气而使循环氨水部分蒸发，引起了循环氨水的不足。为了补充循环氨水，可使部分冷凝氨水由分离罐7送至循环氨水槽10，剩余的氨水由分离罐7进入贮槽9，并用泵15打到氨蒸馏塔。剩余的氨水可由循环氨水泵13的出口管路上连一分支管路，在保证循环氨水供应量的前提下，将其多余部分送至氨水贮槽9。

冷凝氨水和剩余氨水量的计算：

(一) 原始数据：

装入煤量(湿煤)	100吨/时
煤气产量	300米 ³ /吨干煤
集气管后煤气温度	85°C
煤气冷却器后煤气温度	30°C
循环氨水量	5米 ³ /吨干煤
集气管中蒸发水量(体积%)	2.5%
配煤水份和化合水(湿基)	10%

(二) 计算(参阅图3-3)：

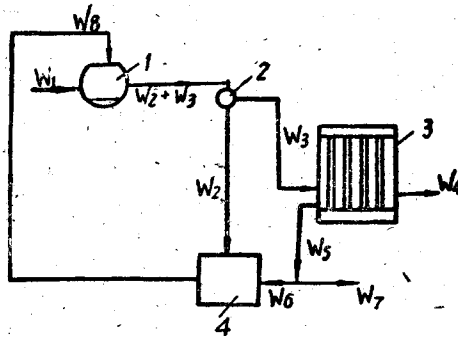


图3-2 冷却流程的水分平衡图

1. 由焦炉煤气带入集气管的水量 W_1 ： $W_1 = 100 \times 10\% = 10 \text{米}^3/\text{时}$ ；
2. 循环氨水量 W_8 ： $W_8 = 100 \times 90\% \times 5 = 450 \text{米}^3/\text{时}$ ；
3. 由汽液分离器分出的氨水量 W_2 应为循环氨水量去掉蒸发水量：
 $W_2 = 450 - 450 \times 2.5\% = 448.75 \text{米}^3/\text{时}$ ；
4. 汽液分离器后煤气中所带的水量 W_3 ：
 $W_3 = 10 + 450 \times 2.5\% = 11.25 \text{米}^3/\text{时}$ ；
5. 煤气冷却器后煤气中所带出的水量 W_4 ：
 $W_4 = 100 \times 90\% \times 300 \times 35.2/1000 = 950.4 \text{公斤时/或} 0.95 \text{米}^3/\text{时}$ ；