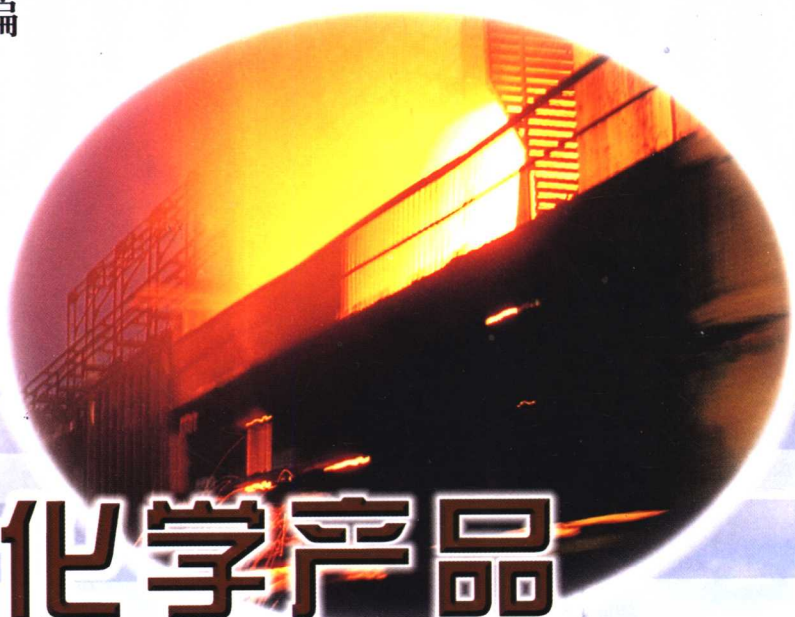


肖瑞华 白金锋 主编



煤 化学产品

工艺学



冶金工业出版社

煤化学产品工艺学

肖瑞华 白金锋 主编

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2003

内 容 提 要

本书详细论述了以煤为原料,经高温干馏、气化和液化而得到化学产品的基本原理、工艺过程、影响因素分析、主要设备及其工艺计算。主要内容有:高温干馏煤气的初冷、输送及初步净化;煤气中氨和粗轻吡啶的回收;煤气中硫化氢和氰化氢的脱除;粗苯的回收和制取;粗苯的精制;煤焦油的加工;煤气化气体的加工和利用;煤直接液化工艺。

本书可供焦化、煤气及有关化工等部门的科技、管理及生产人员阅读,也适于作为大专院校煤化工专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

煤化学产品工艺学/肖瑞华等主编. —北京:冶金工业出版社,2003.6

ISBN 7-5024-3187-X

I. 煤… II. 肖… III. 煤化工—化工产品—生产工艺 IV. TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 014137 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 宋 良 美术编辑 李 心 责任校对 白 迅 责任印制 李玉山

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2003 年 6 月第 1 版,2003 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 21.5 印张; 519 千字; 333 页; 1-3000 册

45.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

我国的化学工业是以煤化工为基础发展起来的,煤化工对满足国民经济需要,促进国民经济发展起到了十分重要的作用。

本书以物理化学、化工原理及化合物的性质为基础,以工业应用为背景,较系统地介绍了煤高温干馏、煤气化和煤液化的化学产品加工工艺。关于高温煤焦油各种馏分的进一步加工,在肖瑞华编著的《煤焦油化工学》(冶金工业出版社 2002 年版)一书中有详细论述,本书不再赘述。煤高温干馏的化学产品工艺主要参考了为库咸熙主编的《炼焦化学产品回收与加工》(冶金工业出版社 1984 年版)和《化产工艺学》(冶金工业出版社 1995 年版)两书。

本书由鞍山科技大学肖瑞华、白金锋主编,徐君参加编写了第 8 章。

书中如有不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2002.11

于鞍山科技大学

目 录

0 概述	1	3.1.2 硫酸铵生产的影响因素及其控制	44
1 煤高温干馏化学产品	3	3.1.3 硫酸铵生产工艺流程	47
1.1 高温干馏化学产品的生成和产率	3	3.1.4 饱和器的物料平衡和热平衡	50
1.1.1 化学产品的生成	3	3.1.5 酸洗塔的物料平衡	56
1.1.2 化学产品的产率	4	3.1.6 硫酸铵生产的主要设备	58
1.1.3 影响化学产品产率和组成的因素	5	3.2 磷酸吸氨法	67
1.2 高温干馏煤气的处理系统	7	3.2.1 生产工艺原理	67
1.2.1 在正压下操作的焦炉煤气处理系统	7	3.2.2 无水氨生产工艺流程	68
1.2.2 在负压下操作的焦炉煤气处理系统	8	3.2.3 主要设备及操作要点	70
2 煤气的初冷、输送及初步净化	10	3.2.4 无水氨生产的物料平衡	71
2.1 煤气的初冷和焦油氨水的分离	10	3.3 粗轻吡啶的制取	73
2.1.1 煤气在集气管内的冷却	10	3.3.1 粗轻吡啶的组成和性质	73
2.1.2 煤气在初冷器内的冷却	13	3.3.2 从硫酸铵母液中制取粗轻吡啶的原理	74
2.1.3 焦油氨水的分离	23	3.3.3 制取粗轻吡啶的工艺流程	74
2.2 煤气的输送及鼓风机	26	3.3.4 粗轻吡啶生产的影响因素及其控制	76
2.2.1 煤气输送系统	26	3.3.5 中和器的物料平衡	78
2.2.2 鼓风机	28	3.3.6 粗轻吡啶生产的主要设备	79
2.3 煤气中焦油雾的清除	33	3.4 剩余氨水的处理	80
2.3.1 电捕焦油器的工作原理	33	3.4.1 剩余氨水除油	81
2.3.2 电捕焦油器的构造	34	3.4.2 剩余氨水脱酚	81
2.4 煤气中萘的清除	35	3.4.3 剩余氨水蒸氨	84
2.4.1 煤气初冷过程的除萘	36	3.4.4 含氰氨气制取黄血盐钠	85
2.4.2 初冷与终冷过程中间的油洗萘	36	3.4.5 处理剩余氨水的主要设备	86
2.4.3 洗苯过程的煤气脱萘	39	4 煤气中硫化氢和氰化氢的脱除	93
3 炼焦煤气中氨和粗轻吡啶的回收	41	4.1 脱硫脱氰概述	93
3.1 硫酸吸氨法	42	4.1.1 煤气中的硫化氢和氰化氢	93
3.1.1 生产工艺原理	42	4.1.2 脱硫脱氰方法	94
		4.2 改良蒽醌法	94
		4.2.1 生产工艺原理	95

4.2.2 生产工艺流程	96	设备	139
4.2.3 影响因素及其控制	98	6 粗苯的精制	150
4.3 萘醌法	99	6.1 粗苯的组成及精制产品	150
4.3.1 生产工艺原理	100	6.1.1 粗苯的组成及其主要组分的 性质	150
4.3.2 生产工艺流程	101	6.1.2 粗苯精制产品的质量和 用途	154
4.3.3 影响因素及其控制	103	6.2 酸洗精制	157
4.4 苦味酸法	104	6.2.1 轻苯的初步精馏	157
4.4.1 生产工艺原理	105	6.2.2 酸洗净化法的主要化学反应及 工艺	158
4.4.2 生产工艺流程	106	6.2.3 已洗混合馏分的精馏	163
4.4.3 影响因素及其控制	107	6.2.4 酸洗精制的主要设备	167
4.5 氨水法	108	6.3 催化加氢精制	172
4.5.1 AS循环洗涤法	108	6.3.1 催化加氢方法及加氢催 化剂	172
4.5.2 代亚毛克斯法	111	6.3.2 催化加氢的主要化学反应	173
4.5.3 影响因素及其控制	111	6.3.3 莱托法高温加氢工艺流程	175
4.5.4 酸性气体的处理工艺	112	6.3.4 转化法制取加氢用氢气	178
4.6 对苯二酚法	115	6.3.5 催化加氢精制的主要设备	180
4.6.1 生产工艺原理	115	6.4 初馏分的加工	181
4.6.2 生产工艺流程	115	6.4.1 初馏分的组成及性质	181
4.7 单乙醇胺法	116	6.4.2 热聚合法生产二聚环戊 二烯	181
4.7.1 生产工艺原理	116	6.5 古马隆-茛树脂的制取	183
4.7.2 生产工艺流程	117	6.5.1 古马隆-茛树脂的生成原理	184
4.8 脱硫脱氰的主要设备	117	6.5.2 古马隆-茛树脂的生产工艺 步骤	185
4.8.1 脱硫塔	117	6.5.3 制取古马隆-茛树脂的工艺 流程	187
4.8.2 再生塔	118	6.6 苯渣树脂的制取	192
4.8.3 解吸塔	119	7 煤焦油的加工	193
4.8.4 反应塔	119	7.1 煤焦油的种类	193
5 粗苯的回收与制取	121	7.2 煤焦油组成及特性	195
5.1 粗苯的组成、性质和质量	121	7.2.1 煤焦油组成	195
5.2 用洗油吸收煤气中的苯 族烃	123	7.2.2 煤焦油的物理化学特性	198
5.2.1 吸收苯族烃的工艺流程	123	7.2.3 煤焦油的质量	200
5.2.2 吸收苯族烃的基本原理	124	7.3 煤焦油的初步蒸馏	201
5.2.3 影响苯族烃吸收的因素	126	7.3.1 煤焦油蒸馏前的准备	201
5.2.4 洗油的质量要求	130		
5.2.5 洗苯塔	132		
5.3 富油脱苯	134		
5.3.1 富油脱苯工艺流程	135		
5.3.2 脱苯工艺要点	137		
5.3.3 粗苯回收与制取的主要			

7.3.2 连续式焦油蒸馏	202	8.6.3 F-T法合成液体燃料的工艺 流程	270
7.3.3 焦油蒸馏的主要设备	213	8.6.4 MFT法合成液体燃料的工艺 流程	272
7.4 煤焦油馏分的加工	225	8.6.5 合成液体燃料的影响因素	274
7.4.1 轻油馏分	225	8.7 甲烷化	275
7.4.2 酚油馏分	226	8.7.1 甲烷化基本原理	275
7.4.3 萘油馏分	228	8.7.2 甲烷化工艺流程	276
7.4.4 洗油馏分	231	8.7.3 甲烷化的影响因素	278
7.4.5 一萘油馏分	233	9 煤直接液化工艺	280
7.4.6 二萘油馏分	235	9.1 煤直接液化技术发展概况	280
7.5 煤焦油沥青	236	9.2 煤直接液化基本原理	280
7.5.1 沥青的组成	236	9.3 煤直接液化的一般工艺过程	281
7.5.2 沥青的软化点和密度	241	9.4 煤液化产物的处理方法和液化 产品产率的计算	283
7.5.3 黏结剂用改质沥青的生产	241	9.5 煤直接液化工艺	284
8 煤气化气的加工和利用	245	9.5.1 溶剂精制煤(SRC-I、SRC-II) 工艺	284
8.1 煤气化气体	245	9.5.2 埃克森供氢溶剂(EDS) 工艺	291
8.2 一氧化碳变换	246	9.5.3 美国氢-煤工艺(H-Coal)	295
8.2.1 一氧化碳变换基本原理	246	9.5.4 日本NEDOL煤液化工艺	299
8.2.2 一氧化碳变换工艺流程	248	9.5.5 德国IGOR煤液化工艺	303
8.2.3 一氧化碳变换的影响因素	250	9.5.6 美国HRI催化两段液化(CTSL) 工艺	306
8.3 脱碳	252	9.5.7 煤共处理工艺	310
8.3.1 水洗法脱碳	252	9.6 典型煤液化工艺生产的煤 液化产物性质	315
8.3.2 碳酸丙烯酯法脱碳	253	9.7 影响煤液化产率的因素	317
8.4 煤气化气的脱硫与脱氧	255	9.7.1 原料煤	317
8.4.1 氧化铁法	256	9.7.2 氢气、供氢溶剂和溶煤比	319
8.4.2 醇胺法	257	9.7.3 反应温度、反应压力和停留 时间	321
8.4.3 氧化锌法	257	9.7.4 催化剂的作用	323
8.4.4 低温甲醇洗涤法	257	附录	326
8.4.5 常温甲醇洗涤法	258	附表1 各种温度下焦炉煤气中水蒸气 的体积、焓和含量	326
8.4.6 脱氧	259	附表2 不同温度和压力下焦炉煤气中	
8.4.7 合成用煤气化气的脱硫脱氧 流程	259		
8.5 合成甲醇	260		
8.5.1 合成甲醇的原理	261		
8.5.2 合成甲醇工艺流程	263		
8.5.3 合成甲醇的影响因素	265		
8.5.4 合成甲醇反应器	266		
8.6 液体燃料的合成	267		
8.6.1 F-T法合成反应	268		
8.6.2 合成液体燃料反应器	269		

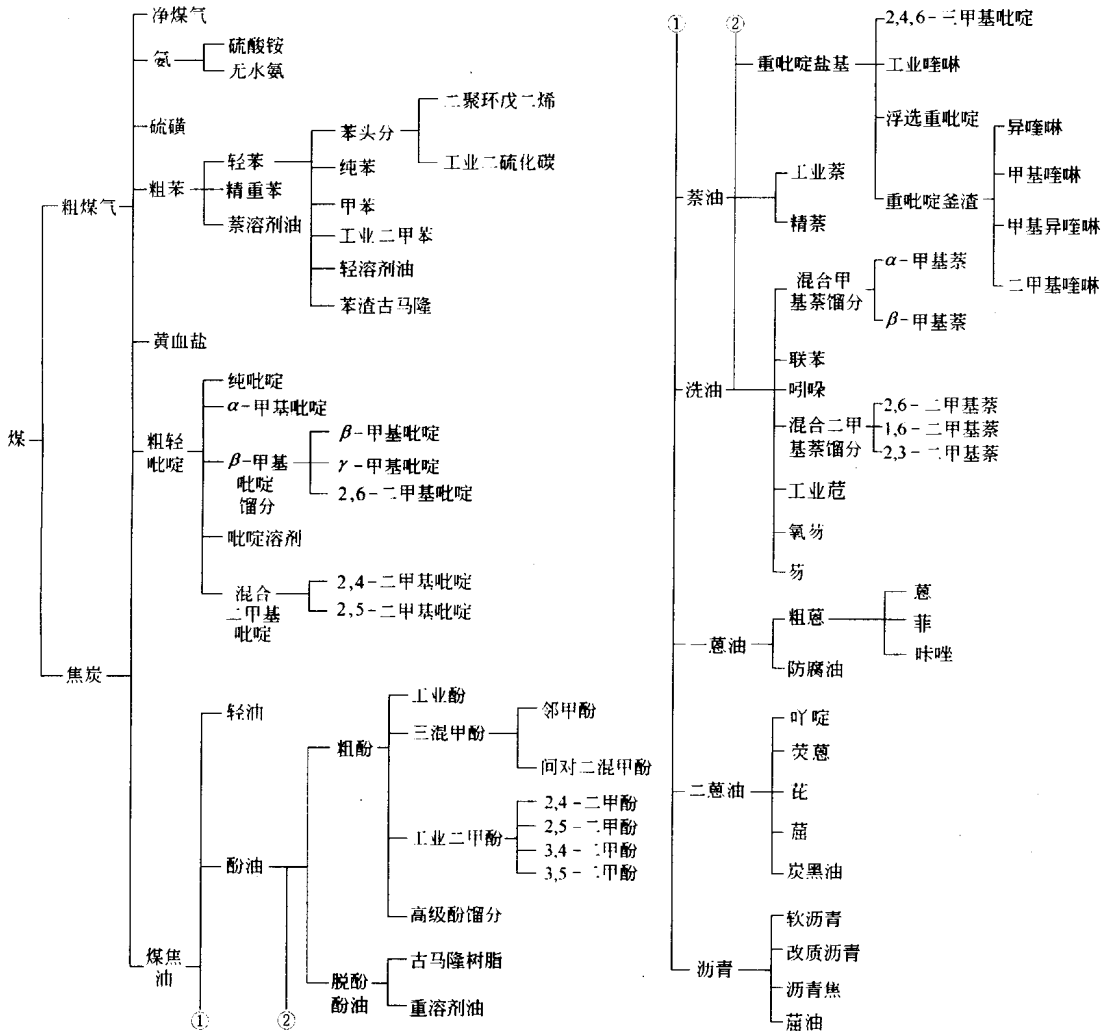
IV 目 录

萘饱和蒸气含量	329	附表 4 粗苯主要组分的蒸气压	330
附表 3 氨在水溶液内及液面上蒸汽内 的质量浓度	330	参考文献	331

0 概述

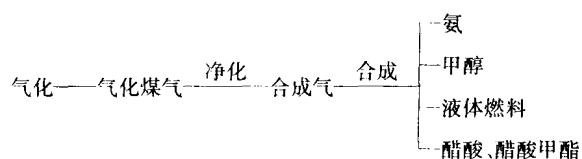
煤加工化学产品的生产工艺,是以煤为原料,经化学加工转换为气体、液体和固体产物,并将气体和液体产物进一步加工成一系列化学产品的过程。根据煤加工方法的不同,所得化学产品的种类也不同。目前煤加工方法主要有高温干馏、气化和液化。

煤高温干馏得到的主要产品如下所示:

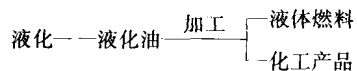


这些产品已在化工、医药、染料、农药和炭素等行业得到广泛应用。特别是吡啶喹啉类化合物和很多稠环化合物的生产,是石油化工无法替代的。

煤经气化得到的粗煤气。再经过净化和加工后,得到的化学产品如下所示:



煤直接液化得到的化学产品如下所示：



可见,以石油为原料生产的一次产物均可以用普通技术由煤来制取。以煤为原料制取的合成气作为化工原料制备含氧化合物的 C_1 化学路线很有竞争力。

煤转化利用技术,将煤转化为洁净的二次能源和化工原料,即充分利用了资源,又为保护环境提供了根本性措施。所以煤干馏、气化和液化技术的应用和发展,在国民经济中具有重要的现实意义和战略意义。

1 煤高温干馏化学产品

1.1 高温干馏化学产品的生成和产率

1.1.1 化学产品的生成

煤料在焦炉炭化室内进行干馏时,在高温作用下,煤质发生了一系列的物理化学变化。

装入煤在 200℃ 以下蒸出表面水分,同时析出吸附在煤中的二氧化碳、甲烷等气体;随温度升高至 250~300℃,煤的大分子端部含氧化合物开始分解,生成二氧化碳、水和酚类(主要是高级酚);至约 500℃ 时,煤的大分子芳香族稠环化合物侧链断裂和分解,生成脂肪烃,同时释放出氢。

在 600℃ 前从胶质层析出的和部分从半焦中析出的蒸气和气体称为初次分解产物,主要含有甲烷、二氧化碳、一氧化碳、化合水及初焦油,而氢含量很低。

初焦油主要具有大致如下的族组成(%):

链烷烃(脂肪烃)	烯烃	芳烃	酸性物质	盐基类	树脂状物质
8.0	2.8	53.9	12.1	1.8	14.4

初焦油中芳烃主要有甲苯、二甲苯、甲基萘、甲基联苯、菲、蒽及其甲基同系物;酸性化合物多为甲酚和二甲酚,还有少量的三甲酚和甲基吡啶;链烷烃和烯烃皆为 C₅ 至 C₃₂ 的化合物;盐基类主要是二甲基吡啶、甲苯胺、甲基喹啉等。

初次分解产物在炭化室内沿着如图 1-1 所示途径流动,大部分产物是通过赤热的焦炭层和沿温度约为 1000℃ 的炉墙到达炭化室顶部空间的,其余约 25% 的产物则通过温度一般不超过 400℃ 处在两侧胶质层之间的煤料逸出。

沿炭化室炉墙向上流动的气体,通过赤热的焦炭,因受高温而发生环烷烃和烷烃的芳构化过程(生成芳香烃)并析出氢气,从而

生成二次热裂解产物。这是一个不可逆反应过程,由此生成的化合物在炭化室顶部空间就不再发生变化。与此相反,由煤饼中心通过的挥发性产物,在炭化室顶部空间因受高温发生芳构化过程。因此,炭化室顶部空间温度具有特殊意义。此温度在炭化过程的大部分时间里为 800℃ 左右。大量的芳烃是在 700~800℃ 的范围内生成的。

当碳氢化合物热裂解时,分子结构会发生以下几种变化:

(1) C—C 键断裂引起结构缩小反应。C—C 键断裂所需的能量较低,先于 C—H 键的

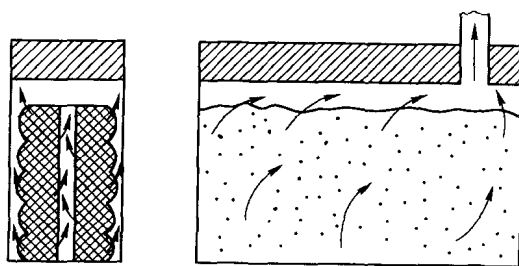
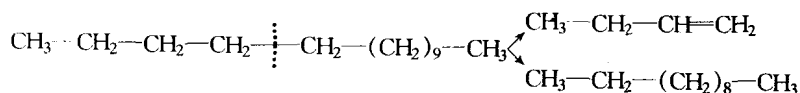


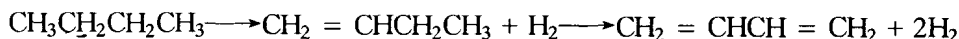
图 1-1 炼焦期间煤气在炭化室内的流动途径

断裂。烷烃的 C—C 键在焦炭的催化作用下, 约在 350℃ 时断裂。在此反应中, 分子质量较高的碳氢化合物裂解为低分子产物和形成较小的自由基。例如



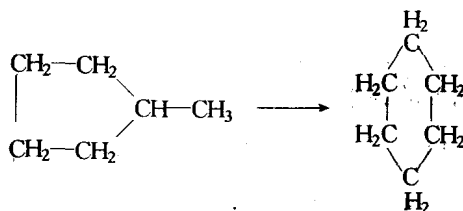
烷烃裂解时, 除可生成分子较小的烷烃外, 还可生成二烯烃或两个烯烃分子。

(2) C—H 键裂解引起脱氢反应。C—H 键发生裂解的温度在 400~550℃ 之间。饱和碳氢化合物裂解生成烯烃, 同时析出氢气, 例如

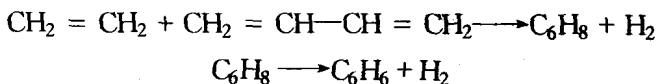


在 500℃ 时开始产生脱氢现象; 至 650℃ 时氢的生成量已很多; 在高于 800℃ 时, 烯烃产生二次裂解, 例如部分乙烯将裂解为甲烷、氢和碳。

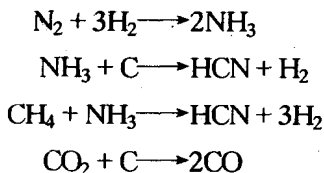
(3) 按异构化进行的重排反应。在此反应中, 碳氢化合物裂解时产生的是复合异构化, 即裂解的原始物质要受到异构作用、环化作用及脱氢作用, 而不是单纯的异构化(即氢一烃基团的互换), 例如



(4) 聚合、歧化、缩合引起的结构增大反应。高分子烷烃进行裂解所生成的烯烃和二烯烃及原料中的烯烃之间易进行反应, 从而通过聚合或环化生成环烯烃类化合物, 并经脱氢而得到芳香族化合物, 例如



(5) 其他反应



通过上述许多复杂反应和其他反应, 煤气中的甲烷和重烃(主要为乙烯)的含量降低, 氢的含量增高, 煤气的密度变小, 并形成一定量的氨、苯族烃、萘和蒽等, 在炭化室顶部空间最终形成一定组成的焦炉煤气。

1.1.2 化学产品的产率

高温干馏化学产品的产率和组成随干馏温度和原料煤质量的不同而波动。在工业生产条件下, 煤料高温干馏时各种产物的产率/%(对干煤的质量)

焦炭	70~78	氨	0.25~0.35
净煤气	15~19	硫化氢	0.1~0.5
焦油	3~4.5	氰化氢	0.05~0.07
化合水	2~4	吡啶类	0.015~0.025
苯族烃	0.7~1.4		

从炭化室逸出的粗煤气所含的水蒸气,除少量化合水外,大部分来自煤的表面水分。

粗煤气中除净焦炉煤气外的主要组成为(g/m^3):

水蒸气	250~450	焦油气	80~120	苯族烃	30~45
氨	8~16	硫化氢	6~30	其他硫化物	2~2.5
氰化氢等氰化物	1.0~2.5	萘	8~12	吡啶盐基	0.4~0.6

经回收化学产品和净化后的煤气即净焦炉煤气,其组成如表 1-1 所示。

表 1-1 净焦炉煤气组成(体积)

%

名称	组 分						
	H_2	CH_4	CO	N_2	CO_2	C_nH_m	O_2
干煤气	54~59	24~28	5.5~7	3~5	1~3	2~3	0.3~0.7

由表 1-1 可见,净煤气的组分有最简单的碳氢化合物、游离氢、氧、氮及一氧化碳等,这说明煤气是分子结构复杂的煤分解的最终产品。净焦炉煤气的低热值为 $17580 \sim 18420 \text{kJ}/\text{m}^3$,密度为 $0.45 \sim 0.48 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

1.1.3 影响化学产品产率和组成的因素

高温干馏化学产品的产率取决于配煤的性质和干馏过程的技术操作条件。

1.1.3.1 配煤性质和组成的影响

焦油产率取决于配煤的挥发分和煤的变质程度。在配煤的干燥无灰基(daf)挥发分 $V_{\text{daf}} = 20\% \sim 30\%$ 的范围内,可依下式求得焦油产率 $X(\%)$:

$$X = -18.36 + 1.53 V_{\text{daf}} - 0.026 V_{\text{daf}}^2 \quad (1-1)$$

苯族烃的产率 Y 在上述的配煤干燥无灰基挥发分范围内,可由下式求得:

$$Y = -1.6 + 0.144 V_{\text{daf}} - 0.0016 V_{\text{daf}}^2 \quad (1-2)$$

氨来源于煤中的氮。一般配煤约含氮 2%,其中约 60%存在于焦炭中,15%~20%的氮与氢化合生成氨,其余生成氰化氢、吡啶盐基或其他含氮化合物。这些产物分别存在于煤气和焦油中。

化合水的产率同配煤的含氧量有关。配煤中的氧有 55%~60%在干馏时转变为水,且此值随配煤挥发分的减少而增加。经过氧化的煤料能生成较大量的化合水。由于配煤中的氢与氧化合生成水,将使化学产品产率减少。

煤气中硫化物的产率主要取决于煤中的硫含量。一般干煤含全硫 0.5%~1.2%,其中 20%~45%转入荒煤气中。配煤挥发分和炉温愈高,则转入煤气中的硫就愈多。

煤气的成分同干馏煤的变质程度有关。变质年代轻的煤干馏时产生的煤气中, CO 、

C_mH_n 及 CH_4 的含量高, 氢的含量低。随着变质年代的增加, 前三者的含量越来越少, 而氢的含量越来越多。因此, 配煤成分对煤气的组成有很大的影响。

煤气的产率 Q (%) 同配煤挥发分有关, 可依下式求得:

$$Q = a \sqrt{V_{daf}} \quad (1-3)$$

式中 a ——系数(对气煤 $a=3$, 对焦煤 $a=3.3$);

V_{daf} ——配煤的干燥无灰基挥发分, %。

1.1.3.2 焦炉操作条件的影响

化学产品的产率及组成还受干馏温度、操作压力和挥发物在炉顶空间停留时间的影响, 也受到焦炉内生成的石墨、焦炭或焦炭灰分中某些成分催化作用的影响, 最主要的影响因素是炉墙温度(与结焦时间相关)和炭化室顶部空间温度。

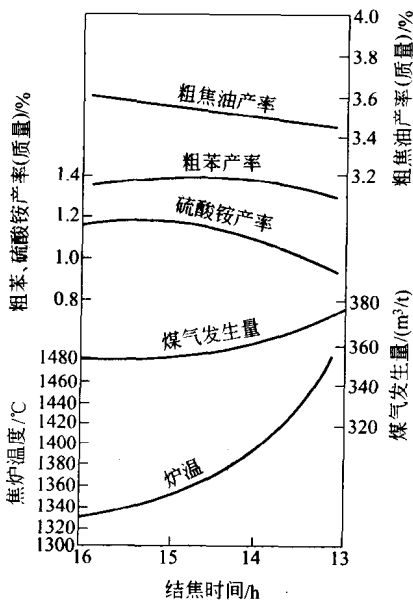


图 1-2 化学产品产率同结焦时间的关系 (炭化室宽为 450mm)

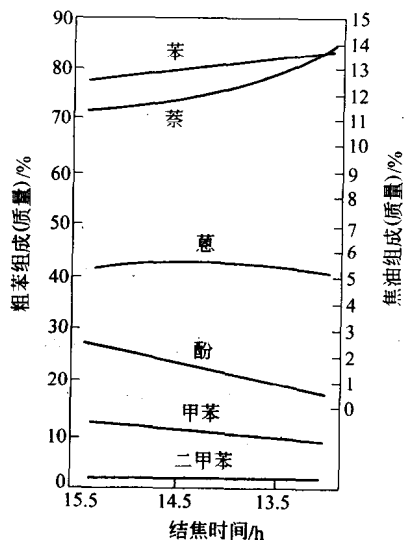


图 1-3 化学产品组成同结焦时间的关系

炭化室顶部空间温度在干馏过程中是有变化的。为了防止苯族烃产率降低, 特别是防止甲苯分解, 顶部空间温度不宜超过 $800^{\circ}C$ 。如果过高, 则由于热解作用, 焦油和粗苯的产率均将降低, 化合水产率将增加; 氨在高温作用下, 由于进行逆反应而部分分解, 并在赤热焦炭作用下生成氰化氢, 氨的产率降低。

高温会使煤气中甲烷及不饱和碳氢化合物含量减少, 氢含量增加, 因而煤气体积产量增加, 热值降低。

炉温、结焦时间对化学产品产率及组成的影响, 可由图 1-2~1-4 所示曲线表明。

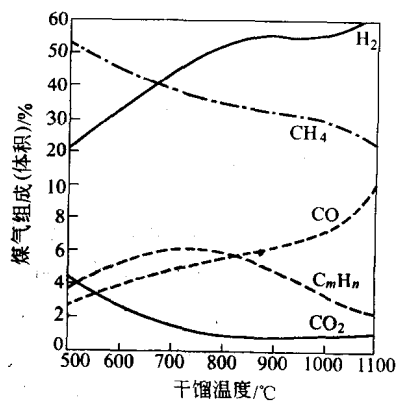


图 1-4 干馏温度对煤气组成的影响

化学产品的产率和组成还受焦炉操作压力的影响。炭化室内压力高时,煤气会漏入燃烧系统而损失;当炭化室内形成负压时,空气被吸入,部分化学产品燃烧,氮和二氧化碳含量增加,煤气热值降低。因此,规定焦炉集气管必须保持一定压力。

1.2 高温干馏煤气的处理系统

从焦炉产生的粗煤气需在化产回收车间进行冷却和输送,回收焦油、氨、硫及苯族烃等化学产品,同时也净化了煤气。因为煤气中除氢、甲烷、乙烷和乙烯等成分外,其他成分含量虽少,却会产生有害的作用。如萘会以固体结晶析出,堵塞设备及煤气管道;氨水溶液会腐蚀设备和管路,生成的铵盐会引起堵塞;硫化氢及硫化物会腐蚀设备,生成的硫化铁会引起堵塞;一氧化氮及过氧化氮能与煤气中的丁二烯、苯乙烯及环戊二烯等聚合成复杂的化合物——煤气胶,不利于煤气输送和使用;不饱和碳氢化合物(苯乙烯、茚等)在有机硫化物的触媒作用下,能聚合生成“液相胶”而引起障碍。对上述能产生障碍的物质,根据煤气的用途不同而有不同程度的清除要求,因而从煤气中回收化学产品及净化方法和流程也有所不同。

1.2.1 在正压下操作的焦炉煤气处理系统

在钢铁联合企业中,如焦炉煤气只用作本企业冶金燃料时,除回收焦油、氨、苯族烃和硫等外,其余杂质只需清除到煤气在输送和使用中都不发生困难的程度即可。比较典型的处理方法和工艺系统如图 1-5 所示。

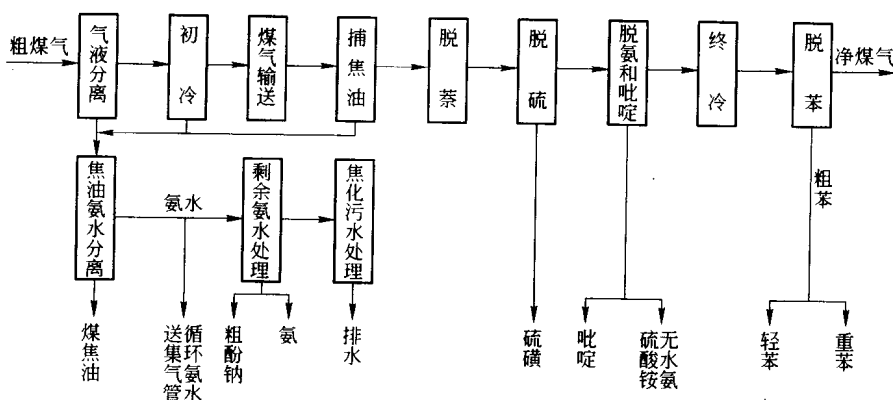


图 1-5 焦炉煤气处理系统

净煤气经过深度净化处理,进一步除去杂质和水分后,可用做城市煤气。深度净化系统见图 1-6。

经处理后的煤气净化程度可达到表 1-2 所列标准。

在图 1-5 所示处理系统中,鼓风机位于初冷器后,自风机以后的全系统均处于正压下操作。此工艺应用广泛,由于鼓风机后煤

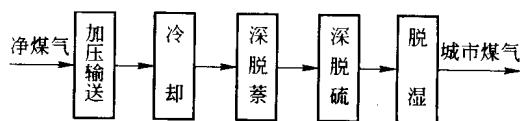


图 1-6 净煤气的深度净化系统

表 1-2 焦炉煤气的净化程度

煤气用途	煤气成分/(g/m ³)						
	氨	苯类	萘	焦油	硫化氢	有机硫	氰化氢
钢铁厂自用	<0.03~0.1	2~4	0.2~0.7	<0.05	<0.2	<0.5	<0.05~0.5
城市民用	<0.03~0.1	2~4	<0.05~0.1	<0.01	0~0.02	0.05~0.2	0~0.10

气温升达 50℃ 左右,对选用半直接饱和器法(需 55℃ 左右)或冷弗萨姆法(需 55℃)回收氨的系统特别适用。又因在正压下操作,煤气体积小,有关设备及煤气管道尺寸相应较小;吸收氨和苯族烃等的吸收推动力较大,有利于提高吸收速率和回收率。

1.2.2 在负压下操作的焦炉煤气处理系统

在采用水洗氨的系统中,因洗氨塔操作温度以 25~28℃ 为宜,故鼓风机可设在煤气净化系统的最后面,这就是全负压工艺流程。负压下操作的焦炉煤气处理系统如图 1-7 所示。

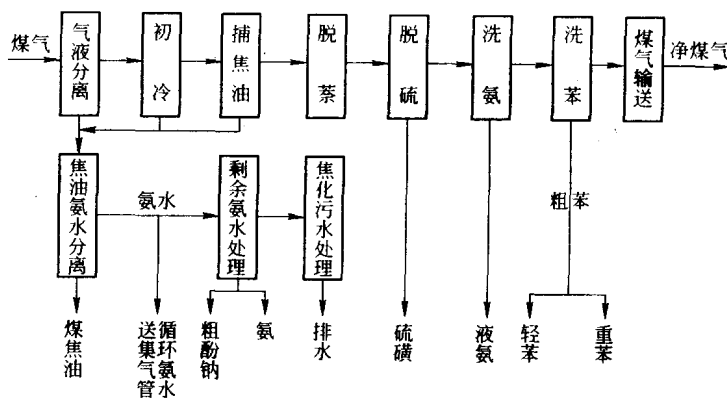


图 1-7 焦炉煤气负压处理系统

全负压流程中的设备均处于负压下操作,鼓风机入口压力为 $-7 \sim -10$ kPa,机后压力为 $15 \sim 17$ kPa。此种系统发展于德、法等国,我国也有采用。

全负压处理系统具有如下优点:

- (1) 不必设置煤气终冷系统和黄血盐系统;
- (2) 可减少低温水用量,总能耗亦有所降低;
- (3) 净煤气经鼓风机压缩升温后,成为过热煤气,远距离输送时,冷凝液甚少,减轻了管道腐蚀。

这种系统也存在如下缺点:

- (1) 负压状态下,煤气体积增大,有关设备及煤气管道尺寸均相应增大,例如洗苯塔直径约增 7%~8%;
- (2) 负压设备与管道越多,漏入空气的可能性增大,需特别加强密封;
- (3) 在较大的负压下,煤气中硫化氢、氨和苯族烃的分压也随之降低,减少了吸收推动力。据计算,负压操作下苯族烃回收率比正压操作时约降低 2.4%。

综上所述,全负压回收工艺可供采用水洗氨工艺或热弗萨姆法生产无水氨工艺的回收系统选用。

化产回收车间回收的焦油和粗苯,需于精制车间加工为各种有用产品。精制车间多设于同一焦化厂内,致使生产规模、生产品种及技术发展等均受到限制。近年来的发展趋势是将焦化厂生产的粗焦油和粗苯集中加工。目前有些国家的焦油加工厂的处理能力达到每年50万t焦油以上,产品品种超过200种,质量优良。粗苯的集中加工处理能力也达到了每年28万t,且采用加氢精制技术,可生产出多种优质产品。集中加工可合理利用新技术,劳动生产率高,节省能源,有利于环境保护。