

中小型冶金企业丛书

炼焦化学产品的回收

本溪钢铁公司 編

冶金工业出版社

冶金工人技術叢書

炼焦化学产品的回收

第二册

本溪鋼鐵公司編

冶金工业出版社

炼焦化学产品的回收

本溪钢铁公司编

编辑：肇彬哲 设计：赵香苓 鲁芝芳 校对：哲人

1958年11月第一版 1958年11月北京第一次印刷15,500册

787×1092·1/32·80,000字·印张4 $\frac{22}{32}$ ·插页4·定价0.45元

北京新华印刷厂印

新华书店发行

套号1067

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

目 錄

緒論.....	3
一、煤在炼焦时所得到的产品.....	3
二、炼焦化学产品的应用及其在国民經济中的作用.....	6
第一章 炼焦煤气前冷却的第一阶段冷却及冷凝.....	9
一、集气管的作用及构造.....	9
二、集气管的比較.....	12
三、使用循环氨水冷却煤气的理論与操作.....	14
第二章 炼焦煤气管道及其附屬装置.....	17
一、出爐煤气管道.....	17
二、回爐煤气管道.....	20
第三章 炼焦煤气的第二阶段冷却及冷凝.....	24
一、在直接式冷却器內进行炼焦煤气前冷 却的技术操作程序.....	24
二、利用管式冷却器进行炼焦煤气前冷却 的技术操作程序.....	32
第四章 煤气冷凝液的分离及煤焦油的生产.....	52
一、冷凝液的分离过程及設备.....	52
二、氨水及焦油的处理.....	59
三、煤炼焦时煤焦油的生成及其組成.....	66
四、煤焦油制品的应用.....	71
五、液体的輸送.....	72
第五章 煤气的輸送.....	79
一、鼓风机的作用及其位置的选择.....	79
二、鼓风机的种类及选择.....	80
三、离心式鼓风机的构造及操作原理.....	82
四、离心式鼓风机的操作和煤气压力的調节.....	86

第六章 煤气中焦油的清除.....	92
一、清除煤气中焦油的目的.....	92
二、清除焦油的设备.....	93
第七章 氨的回收与硫铵.....	101
一、概說.....	101
二、硫铵制造.....	106
三、半直接法飽和器的技术操作原理与各种注意事項.....	122
四、硫铵結晶的分离与干燥.....	128
五、硫铵質量問題与倉庫.....	133
第八章 吡啶砒的回收.....	135
一、吡啶砒的組成、性質及用途.....	135
二、吡啶砒的回收.....	136
三、吡啶生产中的化驗分析.....	145

緒 論

一、煤在煉焦時所得到的產品

煤在煉焦過程中所驅逐出來的揮發性物質，就是煤氣和氣體狀態的化學產品。而殘留在炭化室內的固體即為焦炭。這些揮發性物質是煤當中的有機物質（碳氫化合物）因受煉焦溫度的影響起複雜的分解而成的。茲分三組，列舉于下：

- ① 氫、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯、丙烯、丁烯、乙炔、二氧化碳、一氧化碳、硫化氫、氮、氧和氨。
- ② 苯、甲苯、二甲苯、二硫化碳和水蒸氣。
- ③ 萘、石炭酸、蒽和瀝青等。

第一組是氣體，第二組在通常溫度下是液體，而第三組則是固體。

這些揮發性物質經回收車間用汽液分離、冷卻、冷凝和吸收等處理方法即得出煤氣、煤焦油、氨、苯族碳氫化合物、萘及硫化物等。但這些產品在原料狀態時，用途不大。所以在近代焦化廠中都進行精制和作其他工業部門的重要原料。

1. 煉焦化學產品的種類

煉焦化學產品的種類很多，並隨加工精制過程的發展而增加，據不完全的統計可達 300 餘種。不過由於目前科學技術水平所限和無加工上的經濟意義，而沒能一一制得。這就有賴於我們煉焦化學工作者的努力使之日臻完善。表 1 為一般典型的近代焦化廠產品一覽表。

表內的硫酸車間，在近代的工業先進國家如蘇聯均不設在焦化廠內。因為一方面硫酸的製造屬於化學工業系統，另一方面硫酸車間所發散出來的氣體對冶金工廠的金屬設備具有強烈的腐蝕作用。但在我國目前硫酸產量供不應求的情況下，在鞍山和本溪的焦化廠內暫時地利用了遺留下來的硫酸生產設備。

2. 煉焦化學產品的數量及質量

煉焦化學產品的數量及組成由煉焦過程（首先是溫度）及原料煤質量所決定。

煉焦化學產品的數量受煉焦條件所影響。影響最大的是溫度（特別是炭化室頂部空間的溫度）。溫度越高，則化學產品的分解也越多。

當炭化室頂部空間溫度超過 750°C 時，焦油中游离碳含量就由 2.5% 增至 15%，比重也由 1.2~1.14 上升至 1.20~1.22。

炭化室的高溫也影響粗苯的組成，使其中的甲苯及二甲苯含量減少。

炭化室裝煤不滿對化學產品的質量起着特別不好的影響，因為它會使炭化室頂部空間的體積增大，使化學產品在高溫的空間停留更多的時間，則造成化學產品分解的機會增多。此外，化學產品的數量及質量還受煉焦煤氣（或稱荒煤氣）吸出條件的影響。當煤氣的吸出速度不夠時，則炭化室內的壓力上升，產生的氣體漏入燃燒室或爐子外邊，這不僅會使化學產品損失，也會使焦爐的爐溫不正常；另一方面當煤氣的吸出速度太快時，炭化室內形成負壓（低於大氣壓力

的压力)，燃烧室中的废气从縫隙中漏出，爐子外边的空气从炭化室上的装煤孔和爐門縫被吸入，这就会使一部份化学产品被烧掉以致使化学产品在煤气中的含量减少。这两种情况都会使宝贵的化学产品損失，同时也使其质量变坏，因而规定煤气的吸出条件，使集气管内的压力保持在5~10公厘水柱之間。

虽然化学产品的数量及质量受許多因素的影响而有某种程度上的变化，但据統計結果，一般产品的回收率如表2所示：

表 2

		焦化产品生成率 (%)			
装入煤	干煤 水份 92.00 8.00	1. 全焦量	① 冶金焦 67.64 ② 中块焦 1.80 ③ 粉焦 2.52	71.96	100.00
		2. 煤焦油	3.20		
		3. 氨	0.29		
		4. 粗苯	0.90		
		5. 干煤气 (200公尺 ³ /每吨煤)	13.05		
		6. 煤气中硫	0.29		
		7. 总水量 ① 煤中水量 8.00 ② 分解水量 2.74	10.74		
		8. 計算差額	-0.43		

二、煉焦化學產品的应用及其在國民經濟中的作用

现代焦化工业是国民經济中的重要主导部門之一，炼焦的产品——焦炭、化学产品和煤气，对其他工业部門的发展是起着重要作用的。

首先是焦化工业与钢铁工业有着极为密切的关系。它供给炼铁炉所必需的冶金焦炭，又供给炼钢炉和轧钢加热炉的工业燃料——煤气。而炼焦炉加热却大量地使用炼铁煤气，这样就越发增加了焦化工业与钢铁工业的相互依赖性。

其次，焦化工业还有力地为农业服务。如生产的硫酸铵则被广泛地作为肥料；又如杀虫剂和硫磺等作为消灭农作物病虫害的有效药剂。

化学产品又是许多工业部门的重要原料。如苯胺染料工业就是建立在炼焦化学产品的基础上的。当焦油及粗苯中提取的品种增多时，苯胺染料的品种也增加了。十九世纪中叶就开始用化学产品中的芳香族化合物作合成染料，现在全世界的天然染料几乎都被合成染料所代替了。

在同一时期还开始了药品的合成工业，至今用化学产品作为原料已经合成了数以百计的药品。其中主要有：比拉米东、消炎粉、磺胺制剂、安梯比林、非那西丁、阿斯匹林、糖精、肉桂酸及维生素等。

1914年以后又用甲苯及苯酚作为原料，合成了强力的炸药，如三硝基甲苯和苦味酸（黄药），等对国防事业是相当重要的。

合成氨及人造液体燃料工业也极大地利用了炼焦煤气中的氢气。

炼焦煤气不仅用于冶金工厂、锅炉及其它加热设备上，也可以大量地供应家庭日常生活的需要。目前利用炼焦煤气已经成功地代替了电石气（乙炔）用来切割和焊接金属。也可用于煤气发动机及其他方面。

近世各国都用从煤气中分解出的一种成份（丁二烯及苯

乙烯)作人造橡胶的原料。

此外在建筑及修筑公路方面也广泛地使用着焦油精制的产品。最近二十年来瀝青焦和电极的生产,对制鋁工业的发展起了很大的促进作用。

但化学产品的应用范围也决非仅限于上述各項。不久炼焦煤气将在化学工业特别是有机合成工业上起更重要的作用。

从另一方面来看,焦化工业本身又是其它工业部門产品的巨大消費者,其中特别是炼焦煤、矿酸、火碱、純碱、石灰等产品用得最多。譬如,在重工业发达的国家里,炼焦用煤的数量約占全国开采量的15~20%。焦化生产也需要大量的动力资源,如电力、蒸汽、水及煤气等。

焦化产品及所需原料的运输,在铁路和水路运输中占有很大的比重。

这就是我們应当明确的焦化生产与国民經济中其它一切部門的关系和焦化工业在任何一个工业发达的国家中对国民經济状况的影响以及所占的地位和重要性。

第一章 炼焦煤气前冷却的第一 阶段冷却及冷凝

装入炼焦爐炭化室內的煤,当加热溫度达到 290°C 时,即开始生成煤气(黄烟)而由上升管逸出。經過从桥管上噴洒下来的循环氨水进行前冷却的第一阶段冷却及冷凝;以后进入集气管,再經吸气管进入煤气冷却器去进行前冷却的第二阶段冷却及冷凝等处理。茲按照煤气吸出的順序,将炼焦爐上处理煤气的设备叙述如下。

一、集气管的作用及構造

1. 上升管

在炼焦爐的每个炭化室的頂上,都設有一个或两个上升管,以桥管与集气管相連通,为引出炭化室內生成煤气的第一个导管,其連接关系如图1所示。

旧式上升管都用长约2公尺或2公尺以上的鑄鉄圓管制成。借管壁的散热,使高溫的煤气当經過上升管时得到部份冷却。

新式的則不然,为减少这个冷却现象而改用短的上升管,长约1.5公尺。并在管的內壁砌衬有粘土耐火砖;在外壁还用石棉

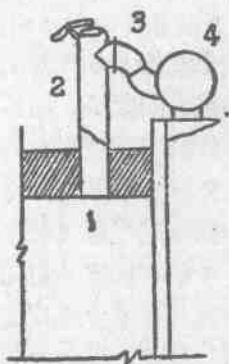


图1 上升管、桥管及集气管
1—炭化室; 2—上升管; 3—
桥管; 4—集气管

等保温，保持由炭化室内逸出来的煤气的温度。因为这样做就使之少受空气的冷却，能减少从煤气中凝结出来的焦油等附着于上升管的内壁以及变成石墨及游离碳的现象。此外短的上升管还节省材料，操作时也方便。

从前有人建议在上升管内设蒸汽锅炉，以便被煤气所带出来的热量得到利用。但因为直立式锅炉在管理上的困难，至今仍未得到工业上的广泛应用。还有人建议用这种废热来蒸馏焦油（炼油）。现在仅有德国的奥斯达腓里特工厂，用高约4公尺的上升管，来发生压力为 8公斤/公分^2 的蒸汽。每生产出1吨焦炭，可发生蒸汽约120公斤。这么多的蒸汽，可足够供给全部炼焦及各化学车间的需要。但是，由于操作及设备的复杂，还影响化学产品的产量及质量，所以不受欢迎，而都愿意采用短的上升管。

2. 桥 管

上升管与集气管之间的连通管为桥管。它是用铸铁浇成弯的或直的管子。因其形状的特殊及长度甚短，温度又不算高，故都不砌衬耐火砖。

在桥管上部有一个正对着集气管方向的氨水喷头。用喷入的氨水进行煤气前冷却的第一阶段冷却及冷凝。

另外在桥管的中间或末端还设有铸铁制的蝶型阀。当用阀柄将其扳至水平位置时，即很快地被由喷头喷出来的氨水充满，形成了煤气的水封，使上升管与集气管不能互相通气；而氨水则可以从阀的边缘满流至集气管内。利用这种水封作用使该炭化室在空室时（推焦至装煤前或检修时）与集气管隔绝，及使集气管与大气隔绝，以免煤气由集气管内跑掉

或使空气被吸入集气管内。

3. 集 气 管

集气管的主要作用如下：

- 1) 收集炼焦爐炭化室内在炭化过程中所发生的煤气，并及时地送出去；
- 2) 把由各炭化室内逸出来的煤气混合均匀，使化学产品及煤气保持一定的质量；
- 3) 借喷洒下来的循环氨水，使炼焦煤气温度由 $650 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 冷却到 $80 \sim 85^{\circ}\text{C}$ 。

集气管是用厚度为 $10 \sim 16$ 公厘的鋼板焊接或鉚接而制成的，管的断面呈圓形或 U 字形。与炭化室成垂直方向横置于炼焦爐的頂上，并設有鋼架支撑。在集气管与鋼架等的接触部分还設有适应于因温度的变化而发生膨胀及收缩的移动装置。

为保持压力平稳起见，可将集气管分成段，以一組炭化室（每組炭化室数为 $22 \sim 37$ 个）为一段。其断面积应能通过最大的煤气发生量以及考虑到冷凝液的流动所占去的断面积。新式集气管的直径或当量直径约为 1300 公厘。

新式集气管在长的方向上，按着一定距离設有氨水噴头并每隔 1 公尺左右設一个清扫孔，以便除掉沉积在管底上的焦油渣，使管内畅通。另外在集气管上还安装有一两个放散管，以备鼓风机发生故障时将煤气由此管放掉（也可以从上升管頂上放掉）。在上升管上还安設有一个蒸汽噴口，其位置正对着桥管。它的用途是当往炭化室里装煤时，可通入压力为 $6 \sim 8$ 公斤/公分² 的蒸汽，将所发生的大量煤气及許多煤尘

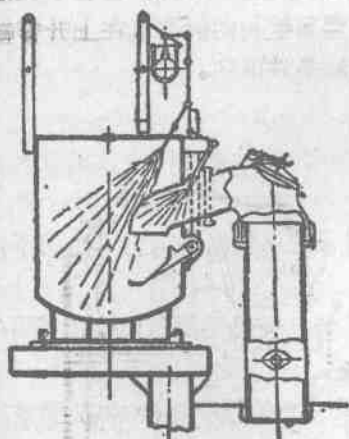


图 2 U 形集气管

吹入集气管内，使之不至于从装煤孔及平煤孔等处跑掉。这样不但可以减少化学产品及煤气的损失，而且还可以减轻炼焦炉上冒黄烟的现象。既便于操作，又改善了劳动条件。这就是所谓的无烟加煤法。所以现在的新式炼焦炉集气管上均有此种装置。集气管的构造见图 2 及图 3。

二、集气管的比较

图 2 及图 3 所示为两种新式的典型的集气管。前一种是垂直侧壁 U 字形断面的，后一种是圆形断面的。

U 字形断面的集气管比圆形断面的具有许多优点：

1) 在制造上大为方便和节省；在结构上具有足够的坚固性，能简化安装工程和节省成本。

因为集气管的上顶同时可作为操作台；集气管中心距离上升管中心的尺寸较圆形断面的可缩短 380 公厘，减少了集气管的支架，并为支架分配负荷，造成了有利条件。

2) 改善了桥管中的水封。它消除了水封不够的情况，水封系位于集气管的内部，因此它的温度不超过 $100 \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，能避免游离碳与焦油渣的沉积，清扫也很方便。在更换蝶型阀时，也不须要象圆形断面的集气管那样拆卸上升管的弯头（桥

管)。在圆形断面集气管清扫蝶型阀时，只能通过小孔进行，这样还不能清扫得干净，需要較长的时间且在上升管辐射出大量热的情况下操作，劳动条件很坏。

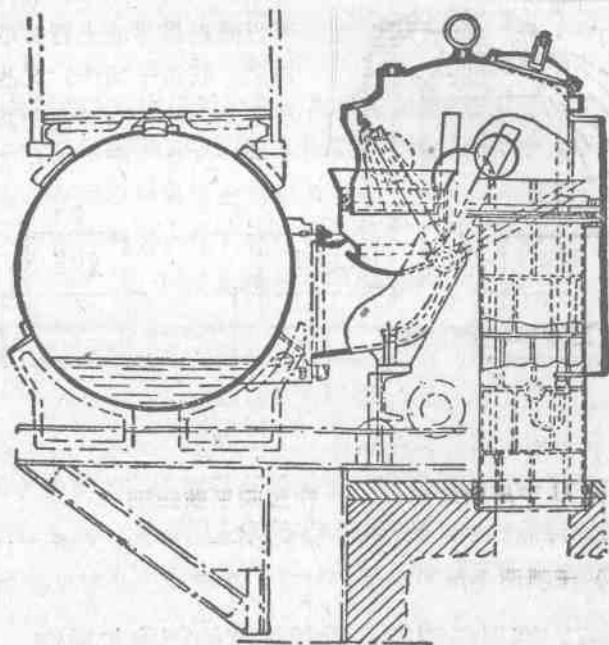


图 3 圆形集气管。

依照每个炭化室上升管的数量可分为单集气管及双集气管两种。在单集气管中又可依其位置的不同而有在炭化室的一侧者及中央者两种。如图 4 所示。

集气管在炭化室的一側者最为常见。在中央者只有老式旁側装煤式的炼焦爐采用。若在爐頂上沒有装煤車行走，才可以設置于中央。这样可以較均匀地吸出煤气。

工业上曾研究过单集气管或双集气管排气对于化学产品及煤气的产量和質量的影响。实验証明，双集气管排气时，由于造成煤气排除的更有利条件，因而爐頂空間溫度降低 $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，而且在結焦过程中炭化室煤气平均压力也稍降低，減少了煤气中的焦油及苯族碳化氢热分解的程度。

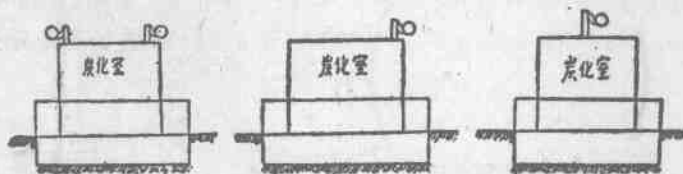


图 4 集气管在焦爐上的位置

由于炼焦爐装設双集气管能够改善爐上的劳动条件和提高无烟加煤的效率，及具有許多技术上的优点，因之最近几年来被广泛地采用。

三、使用循環氨水冷却煤气的理論与操作

1. 使用循环氨水冷却煤气的道理

由前面所述可知，从炭化室内逸出来的煤气应当迅速地由高溫冷却下来，以免化学产品及煤气的分解。这种冷却可以按如下所述的方法来进行。

1) 間接冷却。用上升管当作鍋爐来发生蒸汽即为一