

煤氣發生站水焦油設施

〔苏联〕H·H·杰里雅金 著

西安冶金建筑学院外文教研組譯

中国工业出版社

煤气发生站水焦油設施

〔苏联〕H·H·杰里雅金 著

西安冶金建筑学院外文教研組譯

中国工业出版社

本书敘述了煤气发生站的生产給水和廢水，以及发生站的水的設施和焦油設施，即水焦油設施。

书中根据苏联許多煤气发生站的經驗，提出了調整水焦油設施的措施和減少过剩含酚廢水的途徑，論述了合理的給水系統、含酚廢水的成份与淨化方法，以及构筑物和设备特征。所介紹的方法对于解决煤气发生站含酚廢水处理問題有参考意义。

本书可供煤气发生站以及焦化煤气、石油和化学工业部門的給排水系統和淨化含酚廢水构筑物等的設計、施工和管理人員使用，也可供工业廢水处理研究人員和教学人員参考。

Н. Н. Дедягин
ВОДОСМОЛЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО
ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ СТАНЦИЙ
ГОСТОПТЕХИЗДАТ
МОСКВА 1959

* * *

煤气发生站水焦油設施
西安冶金建筑学院外文教研組譯

建筑工程图书編輯部編輯（北京西郊百万庄）

中国工业出版社出版（北京修睦閣路丙10号）

北京市印刷出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店經售

开本787×1092毫米·四張3 1/4·字数70,000
1964年10月北京第一版·1964年10月北京第一次印刷
印数0001—2,390·定价(科六)0.42元

*

統一书号：15165·3425(建工·401)

目 录

緒 論	1
第一章 煤气发生站运行管理的一般問題	5
1. 水焦油設施的廢物	5
廢物的特征 廢物脫水系統 廢物的利用	
2. 煤气发生站生产給水	21
水的用戶 給水水源和廢水的接受	
3. 廢水	24
煤气发生站廢水的成分 給水的平衡	
第二章 水焦油設備	38
1. 流槽	38
2. 沉淀池	41
3. 泵	52
4. 机械除焦油和沉淀物的設備	57
从电捕焦油器中清除焦油	
沉淀池中沉淀物的排除	
5. 噴水裝置	67
6. 冷却塔	71
类型和負荷 防止結冰	
第三章 煤气管道和水封的清洗	76
1. 粗煤气管道的清洗	76
2. 水力排除焦油渣和煤尘	78
第四章 廢水除害处理	80
1. 中和	80
2. 酚水淨化的方法	83
3. 水的处理	87
4. 有用物质的回收	90
5. 生物淨化	92
参考文献	102

緒 論

正确地組織煤气发生站的工作，对于防止工业廢水污染水体問題具有重大的意义。

煤气发生站属于固体燃料加工生产的范疇。煤气发生站按其生产能力(即按煤气生产量)、被气化燃料种类，以及制得的煤气特性加以区别。煤气发生站是各种工业企业主要車間的一个組成部分。煤气制造的工艺流程基本上取决于气化的燃料；同时它又限定着煤气发生站地区内的房屋和构筑物羣体的大小。

发生炉煤气主要是用水进行冷却和淨化的，水是生产的工艺冷却剂。

在气化无烟煤或焦炭的煤气发生站中，只有水的設施而沒有焦油設施。如果用木材、泥煤、褐煤或烟煤以及瀝青燃料进行气化，則所制得的煤气中含有焦油，焦油可在專門的设备中分离，也可在用水冷却和淨化煤气时就便分离。在这些煤气发生站中，大部分廢水为焦油所污染，水的設施和焦油設施彼此密切地交錯着，形成所謂水焦油設施，这种設施是煤气生产工艺流程的不可分割的部分。

煤气发生站一般用回水，即用冷却水之閉塞循环进行工作。其原因一方面是大多数設置煤气站的地区缺乏大的水源，因此就迫使工厂尽量限制新鮮水的耗用；而另一方面是不希望排除被煤尘、焦油、酚及其它有害物质所污染的冷却廢水。

在水焦油設施中，包括一个或几个回水的循环系統以及建筑物和工艺裝置的給排水設備，回水的循环系統有預先处理和順序冷却回水用的构筑物、运输和儲存生产廢物用的构筑物。水焦油設施的主要构筑物中包括有不同用途的沉淀池、貯槽和小室、水和焦油泵房、冷却塔、焦油貯存罐、高架桥和管道等。

处理循环水和煤气发生站廢物的构筑物，是复杂的工艺和建筑的綜合体。

在水焦油設施的构筑物中进行煤气发生站廢水的机械淨化，从水中回收大部分悬浮物质。循环系統之冷却水应除掉煤尘和焦油，使其达到能重新有效地冷却和淨化煤气的程度。

如能妥善地管理这种設施和經常地对它监督，同时采取調整措施，則可以减少或制止酚水排入水体，这样就可以不必修建淨化构筑物，或者大大地减少用于修建淨化构筑物的投資。

現有的煤气发生站的水焦油設施有很多缺点，这些缺点是工艺流程的缺陷、循环系統构筑物生产能力的不足及其它原因所决定的，而首先是对这些設施沒有正确的态度和重視不够所造成的。水焦油設施的主要缺点如下：

- 1)繁重的操作过程未完全机械化；
- 2)生产用給排水系統不合理；
- 3)循环系統构筑物超負荷；
- 4)廢物利用不充分；
- 5)排除的含酚廢水未淨化。

这些缺点还要詳細地研究。

廢物排除的机械化問題具有特殊的意义。在現有的煤气

发生站中，仅仅抽焦油以及在很少的情况下排除煤泥的工作机械化了。消除粗煤气管道、水封和沉淀池中的沉淀物属于繁重的操作。用手工来完成这些工作有很大的困难，而且费用高。废物散布在煤气发生站的场地上和建筑物上，而将它们污染。

供水系统和废水的排水系统不协调。给水的循环系统漫溢着由冷却设备和水封流出的洁净废水。由建筑物的供暖系统和由其它设备流出的清洁的蒸汽冷凝水排入循环系统的水槽。由于循环系统漫溢，被污染了的水从系统中排入水体。

造成循环系统超负荷的原因，不仅是由于生产用户的给水和排水工作组织得不正确，而且也是由于发生炉煤气生产量的增加，而必须有大量的水和废物通过循环系统的结果。其后果是沉淀池、冷却塔和其它构筑物的工作状况恶化。

由于工艺过程和个别设备的工作遭到破坏，获得的焦油湿度较大而且质量也低，这就影响到焦油的销路和使用。焦油脱水和储存用的设备和构筑物常常是没有的，焦油放入露天的土貯池中而形成焦油湖。

有时当装有三级洗涤塔时，在由洗涤塔将热水导向冷却塔的自流管道的线路土，设置深的焦油沉淀池。这样处理会损失压头，而且必须装置水泵将热水压送到冷却塔；当用地上焦油沉淀池时，这种水泵是不需要的。

当有生产废物和饱含有害物质的热水时，则给操作人员造成了困难的条件。由水、水槽和露天水封中离析和蒸发出来的物质分散到煤气发生站区域和房舍内。

在操作过程最大限度机械化和使用水力运输废物的同时，能显著改善煤气发生站工作条件的措施必须使之实现。

同时要縮减运行費用，建立系統和个别构筑物的正常維護制度，并且要为提高水焦油設施工作效率而創造条件。

有很多煤气发生站将含酚廢水排入水体，使水体毒化，从而給国民經济带来很大的損失。以人工烘干的方法〔1〕来减少气化燃料的湿度是减少产生酚水的最重要条件，而且也可能是避免将其排出的最重要条件。煤气发生站将含酚廢水排入水体的原因是：第一，水焦油設施运行得不正确；第二，沒有酚水的淨化构筑物。

当燃料气化形成过剩的含酚廢水时，必須对含酚廢水进行无害处理。对大多数排出含酚廢水的煤气发生站來說，只有将酚和其它污染物质完全除去才是解决問題的一个根本方法。如果当地有可能利用城市的生物淨化构筑物在污水排入水体之前进行最后淨化，則可以把煤气发生站淨化酚水的裝置用于工业。

煤气发生站运行管理的一般問題

1. 水焦油設施的廢物

水焦油設施系統中的主要廢物是煤尘、焦油渣和焦油。

被酚所污染的这些廢物是污染水体的根源。由于廢物沒有完全利用，它們积聚在洼地、建筑材料采掘場或田地里專門挖掘的沟槽中，污物由这些地方渗入土中将其污染或被降水冲走而流入水体。因此就必須在这些廢物形成的地方或专用的設備中将其回收。

廢物的特征

煤尘 在气化任何一种煤时，均由煤气中分离出煤尘，而且用无烟煤、焦炭及其它类似的燃料制成的煤气几乎只受煤尘的污染。

在含焦油的燃料气化时，并不是經常能从煤气中将煤尘单独地分离出来。在大多数情况下，煤尘是与焦油一起沉积在工艺設備中，只有湿度不大的烟煤(普罗科皮叶符斯克)、泥煤及契利亚宾斯克煤气化时，才能部分地把不含焦油的煤尘从煤气中分离并阻留在專門的設備——捕尘器中。

当用湿法淨化煤气发生炉生产的煤气时，煤尘几乎完全阻留在工艺設備中，而只有微量的煤尘随煤气一起帶至用戶。如果是冷煤气，設備所能阻留的煤尘占其总量的 95~

99%，而与煤气一起送至用户的为5~1%。

在捕尘器中一般可有50~65%的煤尘从煤气中分离出来。其中，当无烟煤气化时，煤尘在设备中的分布如下：在竖管中为60%，洗涤塔中为35%，有5%随煤气带出，即在用碎焦进行气化时，实际上所有的煤尘都沉落在竖管和洗涤塔中。

在使用无烟煤的煤气发生站中，从循环给水的沉淀池和水封中分离出的空气干燥煤泥的特征是：含灰分27~28%，水分16~18%，燃烧热4350千卡/公斤。

沉留在沉淀池中无烟煤煤泥的筛分组成大约如下：

顆粒尺寸 (毫米)	0.4	0.5	0.3	0.1	<0.1
数 量 (%)	11.3	3.6	9.6	19.4	56.1

这种煤泥的湿度为58%时，它的比重等于1.42，容重1.35吨/米³；湿度如为33%时，则其比重为1.20，干煤尘的比重为0.8。

从煤尘沉淀池中取出的煤尘经过几昼夜的脱水之后，湿度可达33~35%。

在制取混合煤气时，煤尘的数量约占工作燃料重量的2~5%。原燃料中粉末越多，煤气中含的煤尘就越多。

对于不同燃料，煤气从煤气发生炉排出时的煤尘含量可由以下数据说明之(克/标准米³)：

1) 用无烟煤制取混合煤气时为5~28，焦炭及碎焦为5~10，烟煤为5~10，莫斯科近郊煤和契利亚宾斯克煤为8~20，泥煤为14~21，木材为12~15；

2) 制取水煤气时为17~20。

煤气中煤尘含量的急剧波动是有很多原因的，其中装入煤气发生炉中的燃料筛分的质量、燃料的抗热强度和机械强度，以及煤气发生炉的生产能力是主要的原因。

至于在煤气净化和冷却设备内煤气中煤尘的分离问题，必须指出，最大数量的煤尘应该沉落在产生煤尘的地方，即直接沉落在煤气发生炉之后。干式捕尘器是很有效的。例如，在乌拉尔车辆厂，气化泥煤时，有80%的煤尘为捕尘器所阻留，而且证明完全可靠，因为它大大减轻了其余设备捕集焦油的工作。

当气化烟煤时，捕尘器-旋风除尘器能捕集50%的煤尘，这就大大降低了焦油渣形成的数量并可减轻沉淀池的运行工作。

焦油渣 用含焦油的燃料时，大部分煤尘阻留在竖管中，而形成焦油渣。剩下的为量不多的煤尘则与焦油一起沉落在其它设备中。

焦油渣是一种复杂的聚集体，它是由以机械方法从煤气中捕集的煤尘、焦油和焦油分解产物所组成的。就其物理性质而言，焦油渣是复以焦油的煤微粒所组成的凝结核或者是煤与焦油的混合物。一部分焦油渣由竖管的水封随冷却水流一起输入沉淀池。在焦油渣沉淀池捕集的焦油渣中，含水量为60%。焦油渣的产量约占燃烧燃料的3~6%。在天然条件下脱水的煤焦油渣是由80%的焦油、15%的煤尘和5%的水组成的。

当气化泥煤时，占燃料重量0.6%的焦油变为焦油渣。它在从沉淀池中刚取出的时候，湿度是大的。如果水从焦油渣中流出的条件良好(有专用场地，渣堆不大，有排水)，则

其含水量在經過10~16小时之后，能很快地降低到50~40%，甚至更低。当焦油渣在場地上堆积3~4昼夜之后，其所含水份仍为30~35%。

泥煤焦油渣中的焦油含量，取决于焦油渣的总产量和泥煤中粉末的含量。在粉末含量过高时，則由气化結果所得的焦油近50%損失掉，因为这部分焦油轉入焦油渣中。泥煤焦油渣中焦油的含量在夏天一般为35~40%，而在冬天則达87%，平均約占干焦油渣的60%，占10~15%則是罕見的。

泥煤焦油渣直接从水中取出后它的比重近于1，而脫水的泥煤焦油渣的比重根据重焦油的含量不同为1.115~1.188。

在生产条件下，不能从焦油渣中提出焦油，它便損失掉了，因此儲存焦油渣是不合适的，或把它就地利用，或运往廢料場。

焦油 煤气发生炉焦油的成分和性质，首先决定于气化燃料的性质和操作过程的温度条件。有时焦油的质量对于虽属同一种类但采自不同矿井的煤也是不同的。如果研究煤气淨化系統的不同部分，那末在焦油的特征方面也有出入。在靠近煤气发生炉的部分，沉积着最重的焦油；而离发生炉远的部分，則分离出更輕的焦油。最輕的焦油僅分称为輕焦油或輕油，它在淨煤气管道中离析，有一部分因未冷凝而留在煤气中。

煤气发生炉焦油是一种暗褐色或黑色的粘性液体，它比水重或比水輕，是瀝青固体燃料气化时所生成的各种有机化合物的复杂混合物。主要的化合物是沸点不同的碳氢化合物和氧氮化合物。

焦油的元素成分列于表1中[2,3]。

固体燃料气化的焦油成分

表 1

焦 油	成 分 (%)		
	C	H	O
泥煤焦油	70~80	9~15	12~20
木材焦油	60~79	6~8	12~29
褐煤焦油	78~83	7~9	4~5
烟煤焦油	84	11	3.5

煤气发生炉焦油按其性质可分为两类：大多数煤气发生炉焦油属于第一类，其特点是粘度和流动性都不大；粘度很大，在常温下不流的普罗科皮耶夫斯克的烟煤焦油属于第二类。

为了从煤气中将焦油分离出来，在很多煤气发生站上都装置了特殊的设备——电捕焦油器或捷伊先式焦油捕集器。焦油一般从这些设备顺着用蒸汽管加热的槽流入焦油坑。焦油的流动性决定于煤气中煤尘的含量。

气化普罗科皮耶夫斯克的烟煤时，能获得重焦油，这种焦油在温度 $70\sim 75^{\circ}$ 时凝結。在电捕焦油器中加热的焦油，当流入容器时，因变冷和为空气中的氧所氧化而很快地凝固。

煤的质量不同，所获得的焦油也有不同的物理性质：从固态物质到很粘的液体。如果把它加热到高于 80° 时，它就具有足够的流动性。固結了的焦油易于打碎成块。

必須指出，在低温时（在国外所采用的有低温干餾段的煤气发生炉中）获得的焦油的质量是更高的，这种焦油可作为制造有用产品的原料。

焦油分离或可被煤气带走的直径为0.1~0.001毫米的极小的微粒。这种微粒—焦油雾—是饱含煤气的小气泡。这种焦油微粒破裂并形成滴的能力与构成小气泡外膜的焦油粘性成反比。

因泥煤质量、成分和气化条件的不同，泥煤焦油具有不同的性质。当温度为60°时，它是呈凡士林稠度的不流动物质；如果温度升高到75°或更高时，则所有的焦油离开貯槽的底部，且整个地向上浮起。从热循环和冷循环的焦油分离器中导出泡沫乳浊液，这种乳浊液除了含水和焦油外，还夹杂有气相。焦油起泡的性质阻碍了它的流动和以后用简单沉淀的方法脱水。在淨煤气管道中离析出的輕焦油，甚至在較低的温度下也具有液体的稠度。在室内温度时，与輕滑潤油相似；它的颜色是暗棕色并有紅的色调〔4〕。

木材焦油的物理性质与泥煤焦油相差不多。

褐煤焦油在室内温度时与漆相似，且不軟化，它象鞋匠用的擦絨脂那样难于拉长。

焦油的产量因燃料性质和气化条件的不同而有很大变化。焦油的大致产量(以占干燃料重量的百分数計)于下：

泥煤焦油	6~7
木材焦油	4.6~9
烟煤焦油	2~5
褐煤焦油	1.4~8.8

气化烟煤时，焦油产量較小的是成煤年代久的普罗科皮耶夫斯克一类的煤；而产量較大的則是成煤年代近的煤，例如契列姆霍夫斯克的煤。

从煤气发生炉出来时，不同燃料的混合煤气中的焦油大致含量如下(克/标准米³)：泥煤18~51，木材46~78，烟煤

5~19, 契利亚宾斯克的煤 7~29, 莫斯科近郊煤 27~39 [3]。

如果在工艺流程系统中装置电捕焦油器或捷伊先式焦油捕集器, 则从煤气中捕集焦油的工作可大大减轻。在这些设备中, 大部分焦油由煤气中离析, 而其所含水分要比没有这种设备的流程系统中少得多。在后一种情况下, 从煤气中捕集焦油的全部工作均由洗涤塔承担, 而从循环水中分离焦油, 则由循环系统的构筑物承担。

通常的情况下, 在各种设备中, 从煤气分离出的焦油占煤气所含焦油总量的百分数如下: 在竖管中为 5~10%, 电捕焦油器中 80%, 最大可为 99.8%, 在捷伊先式焦油捕集器中为 75%, 什特列杰尔式洗涤机中为 13%, 在空心的洗涤塔中, 烟煤为 5%, 其它燃料为 13%, 在三级洗涤塔的热段中为 13%, 在该洗涤塔的冷段中则为 3%, 在煤气排送机中为 3%, 而留在煤气中的焦油, 如为烟煤是 2%, 泥煤则为 6%。

焦油质量的主要指标是: 比重、湿度、粘度和“不溶于汽油”的杂质和机械杂质。

烏拉尔机器制造厂泥煤焦油比重的数据列于表 2 中 [4]。

焦油一般分为两层: 上层(輕焦油)和下层(重焦油), 上层在焦油下层水之上, 下层在水之下。下层的比重为 1.21, 由于它与周轉循环系统的水流一起穿过三级洗涤塔的空气段而成为一种聚合力强的焦油。重焦油一般是很粘的, 且含大量机械杂质。

恰戈多申斯克的泥煤气化所获得的焦油比重为 1.08~0.99。重焦油在一小时内就沉淀 95%, 而全部輕焦油从系统流出之后, 立刻就漂浮在沉淀池中。由焦油沉淀池中取出的

泥煤焦油的性质

表2

选取焦油地点	下列温度(°C)时的比重				备 注
	20	40	60	80	
捷伊先式焦油捕集器	1.05	1.024	0.982	0.932	—
什特列杰尔式洗滌机	1.024~ 1.21	—	—	—	上层和下层
热循环焦油捕集器	0.908	0.8975	0.8892	0.8828	—
热循环池	1.116~ 1.189	1.031~ 1.044	0.90~ 0.95	0.873~ 0.90	—
冷循环焦油捕集器	0.6217	0.5764	0.5567	0.4789	—
淨煤气管道	0.946	0.941	0.927	0.915	—
冷却塔后的沉淀池	0.914~ 1.015	0.913~ 1.014	0.912~ 1.007	0.894~ 0.991	上层和下层
冷却塔沉淀池后冷循环池	0.81	0.804	0.793	0.777	—

輕焦油，当温度为 20° 时其比重为 0.99。

气化煤所得焦油的比重如下：烟煤 1.10~1.25，契利亚宾斯克煤 1.006，莫斯科近郊煤 1.05~1.095。

无水焦油在任何一个煤气发生站都不可能获得。甚至在特制的焦油捕集设备中，当其在高于露点温度的条件下工作时，也得不到无水焦油，这种焦油中仍含有少量的以溶解状态存在的水分〔5〕。

用电捕焦油器从煤气中分离出来的焦油，其湿度一般是 5~20%，正常的情况下等于 10~12%，而用焦油喷洒从捷伊先式焦油捕集器中获得的焦油湿度为 3~5%。从电捕焦油器中取得的焦油湿度较大，这是因为煤气中所含呈雾状的水分落于捕集器中，这种呈雾状的水分不能被阻留在捷伊先式焦油捕集器中。用循环系统中的水从煤气中洗滌出去的焦油，其湿度为 50%。

焦油的粘度决定于气化的温度和焦油本身的温度。随着

操作过程温度的升高，高沸点的焦油的数量也随之增加，从而焦油的粘度也增加了。焦油被空气中的氧气所氧化时，其比重与粘度也有所增加。

烏拉尔机器制造厂的泥煤焦油的相对粘度与温度的关系列于表 3 中。

泥 煤 焦 油 的 粘 度 表 3

以 焦 油 地 点	下列温度(°C)时的相对粘度 (°BY)			
	50	60	70	80
捷伊先式焦油捕集器	5.85	4.37	3.06	2.24
什特列杰尔式洗滌机—上层	—	—	7.20	—
淨煤气管道	1.05	0.90	0.82	0.73

契利亚宾斯克煤的焦油，所具软化温度为 $27\sim 36^{\circ}$ 。莫斯科近郊煤的焦油在温度 $15\sim 30^{\circ}$ 时便凝結，其粘度为 $1.7\sim 1.8^{\circ}\text{BY}$ 。

烟煤(普罗科皮耶夫斯克煤)的焦油在 $17\sim 25^{\circ}$ 时固結，当温度为 $90\sim 95^{\circ}$ 时，它是很稀的，可以用泵抽送。

烏拉尔机器制造厂的泥煤焦油中，所含瀝青部分或不溶于汽油的物质和机械杂质占无水焦油百分比的数据列于表 4 中。

焦油比重和粘度的变化，是由于不溶于汽油的組分含量相应地增加或减少所引起的結果。不溶于汽油組分含量的增加，是因焦油的聚合作用所致；在通过洗滌塔空气段时，水流入循环給水的热循环系統中而在什特列杰尔式洗滌机中引起聚合作用。在焦油的下层，不溶于汽油的組分要比上层大 $2.5\sim 3$ 倍。