

技工学校教学用书

# 管式炉焦油加工 设备操作工

本溪钢铁公司第二焦化厂 編著

冶金工业出版社

263.2  
467-02

V422.4  
B348

技工学校教学用书

# 管式炉焦油加工 设备操作工

本溪钢铁公司第二焦化厂 編著

冶金工业出版社

管式爐焦油加工設備操作工  
本溪鋼鐵公司第二焦化廠 編著

1960年7月第一版

1960年7月北京第一次印刷 3,525 册

开本 850×1168 • 1/32 • 字数 120,000 • 印张  $5\frac{10}{32}$  • 定价 0.56 元  
统一书号15062 • 2230 冶金工业出版社印刷厂印 新华书店科技发行所发行  
各地新华书店經售

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許可証出字第093号

263.2  
467-02

V422.4  
B348

技工学校教学用书

# 管式炉焦油加工 设备操作工

本溪钢铁公司第二焦化厂 編著

冶金工业出版社

管式爐焦油加工設備操作工  
本溪鋼鐵公司第二焦化廠 編著

---

1960年7月第一版      1960年7月北京第一次印刷 3,525 册  
开本 850×1168 • 1/32 • 字數 120,000 • 印張  $5\frac{10}{32}$  • 定價 0.56 元  
統一書號15062 • 2230 冶金工業出版社印刷廠印    新華書店科技發行所發行  
各地新華書店經售

---

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

为了适应技工培训的需要，我們組織了这一套适用于炼焦化学工厂各工种的技工学习丛书，本书是其中的一种。

本书以淺显的理論，結合实际生产操作，对管式炉焦油的加工及其馏分的处理，作了詳細的叙述。参加本书編寫工作的有本溪鋼鐵公司第二焦化厂焦油車間齐會澤等同志。

本书适合做为技工学校的培訓教材及焦油蒸餾操作工人的讀本，也适于初級技術人員閱讀。

## 目 录

第一章	焦油的性质及其组成	5
第二章	影响焦油产率和质量的因素	14
第三章	焦油精制加工的意义	19
第四章	管式炉蒸馏焦油的生产流程和设备	26
第五章	焦油蒸馏加工前的处理	50
第六章	管式炉焦油蒸馏系统的开工和停工	57
第七章	管式炉焦油蒸馏系统的正常操作制度	83
第八章	管式炉焦油蒸馏系统的操作调节	97
第九章	馏分结晶分离的生产流程和设备	113
第十章	馏分结晶分离的技术操作	135
第十一章	馏分的洗涤脱酚和脱吡啶盐基	155

## 第一章 焦油的性質及其組成

煤焦油是煤在煉焦過程中的產物。這裡所討論的焦油僅指一般鋼鐵冶金工廠中高溫煉焦所產生的焦油而言，不包括低溫焦油或其他焦油。

焦油在常溫時是一種粘稠的液體，呈棕褐色以至黑色，具有特殊的气味，20°C時的比重介於1.12—1.22之間，50°C時的比粘度為9°~15°（恩氏），閃點為96~105°C，每公斤的發熱量約為8000仟卡。

焦油及其各種餾分的比重都是隨着溫度的升高而降低。一般常以20°C作為計量比重的標準。而將實際溫度下所測的數值換算到20°C再作比較。換算的公式如下：

$$r^{20} = r^t + a(t - 20),$$

式中  $r^{20}$ ——20°C時的比重；

$r^t$ —— $t$ °C時的比重；

$t$ ——實測比重時的溫度；

$a$ ——係數，對焦油和萘餾分來說為0.0007，對其他較輕餾分則為0.0008。

例如：在95°C時實測的焦油比重為1.105，求該焦油在20°C時的比重，則  $r^{20} = 1.105 + 0.0007(95 - 20) = 1.165$ 。

焦油及其各種餾分的平均分子量如表1所列。

可以應用以下實驗式求得餾分的平均分子量：

$$M = \frac{T50\%}{3.8},$$

式中  $M$ ——分子量；



表 1

焦油及其各馏分的平均分子量

名 称	平均分子量
輕 油 馏 分	110.35
酚 油 馏 分	123.40
萘 油 馏 分	124.3
洗 油 馏 分	142.7
葱 油 馏 分	194.6
焦 油	209.3

$T_{50\%}$ ——該馏分在蒸餾試驗时 餾出 50% 时的絕對溫度 (絕對溫度即是普通溫度加  $273^{\circ}\text{C}$ )。

对于酚油馏分及洗油馏分來說, 用下列公式計算所得結果更較准确:

$$M = \frac{T_{50\%}}{3.74}$$

按組成來說, 焦油系約 400 种化学物质的混合物, 成份異常复杂, 到現在为止焦油中化学物质也沒有完全的研究清楚。

魯里 [1] 比較全面地将煤在炭化过程中所产生的化合物系列表共計 348 种, 其中絕大部份是在高溫焦油中存在的。近來人統們研究的焦油成分又有增加, 約达 400 种。[2]

构成焦油的五种主要元素为: 碳 (占 91.2%), 氢 (占 5.4%), 氧 (占 1.3%), 氮 (占 1.8%) 和硫 (占 0.3%)。此外焦油中也含有极少量的其他元素和稀有金屬。

組成焦油的化合物主要可分为以下四类:

1. 碳氢化合物: 包括苯 (甲苯、二甲苯)、萘 (甲基萘)、葱、菲、芘、蒽、茚、芴、蒹等。
2. 含氧化合物: 其中有酚类, 如酚 (甲酚、二甲酚)、萘酚等, 也有其他多种杂环的含氧化合物, 如氧芴、氧蒽 (即古馬隆) 等。

3. 含氮化合物: 包括吡啶(甲基吡啶、二甲基吡啶)、喹啉(異喹啉)、吡啶、吡嗪、咪唑以及氰化苯、氰化萘等。

4. 含硫化合物: 包括噻吩、苯駢噻吩等。

根据苏联乌克兰煤化学研究院 1951年的資料, [3] 一般焦油含有各种主要化合物的数量如表 2 所列。

表 2

焦油中主要化合物的含量

成分名称	焦油中含量(%)	成分名称	焦油含量(%)
氰化苯	0.019	氧芴	0.691
萘	9.033	葱	1.213
α-甲基萘	1.005	菲	4.967
β-甲基萘	1.510	咪唑	1.356
其他萘衍生物	1.134	芘	1.235
吡嗪	0.210	酚	0.257
联苯	0.229	甲酚	0.636
芴	1.601	二甲酚	0.345
芴	1.035	喹啉	0.171

在上述四类化合物中, 含氧化合物中的酚类是酸性化合物; 含氮化合物中的吡啶、喹啉、吡啶等是硷性化合物; 其余均为中性化合物, 而中性化合物中又以碳氢化合物为主体, 为组成焦油

表 3

各馏分中酸性、硷性及中性成份的分布情况

馏分名称	对焦油产率(%)	酸性成分(%)			硷性成分(%)			中性成分(%)		
		对馏分	对焦油	对焦油中含酚类	对馏分	对焦油	对焦油中含硷类	对馏分	对焦油	对焦油中的中性成分
輕油	0.5	3.2	0.016	0.8	0.6	0.030	0.2	96.2	0.471	1.2
酚油	2.2	40.0	0.880	40.2	2.4	0.053	2.9	57.6	1.496	2.5
萘油	9.0	7.2	0.648	33.2	1.6	0.144	11.7	91.2	8.156	20.7
洗油	9.0	3.6	0.324	15.6	4.8	0.432	35.0	91.6	8.194	20.8
葱油	23.0	9.9	0.208	10.2	2.7	0.621	50.2	94.5	21.635	54.8
共計	43.7	—	2.076	100.0	—	1.280	100.0	—	39.952	100.0

的主要部份。下面一例說明〔3〕各馏分中酸性、硷性及中性成分的分布情况，如表3所列。

巴茨〔3〕于1950年在乌克兰煤化学研究院发表了关于各种馏分中中性成分的含量数字如表4所列，可作为一般参考。

表 4

各馏分中的中性成分含量

中 性 成 分	含 量 (%)				
	轻油馏分中	酚油馏分中	萘油馏分中	洗油馏分中	葱油馏分中
苯.....	26.74				
甲苯.....	42.75				
二甲苯.....	15.06	2.85			
苯衍生物.....	0.75	54.53	1.61	0.52	0.41
萘衍生物.....	2.29			8.13	1.52
其他衍生物.....				24.21	
含硫化合物.....	2.16		4.04	8.52	5.75
未定成分.....	0.35		1.15	3.35	
萘.....		19.12	81.22	13.85	2.08
茚.....		8.42			
氢茚.....		4.20			
$\alpha, \beta$ -甲基萘.....		7.12		14.75	2.08
氯化萘.....		0.20		13.90	
蒽.....				6.60	2.09
芴.....				1.05	2.49
菲.....				0.86	22.46
苝.....				0.57	5.26
咪唑.....				1.87	6.02
噁.....				2.77	0.14
联苯.....					
氢芴.....				0.90	1.32
蒽.....					5.68
其他高沸点物及衍生物.....					42.70

焦油中所含酚类的组成〔3〕如表5所列。

表 5

焦油中所含酚类的組成

	占焦油 (%)	占全酚 (%)
酚	0.257	12.37
邻位甲酚	0.177	8.53
间位甲酚	0.280	13.50
对位甲酚	0.179	8.60
二甲酚	0.345	16.62
高級酚	0.838	40.38
共 計	2.076	100.0

各馏分中所含酚类的組成〔3〕 (占全酚%) 如表 6 所列。

表 6

各馏分中所含酚类的組成

輕油馏分	萘油馏分	秦油馏分	洗油馏分	葱油馏分
酚 76.3	44.0	5.5	4.0	—
邻位甲酚 17.7	15.0	13.2	6.8	—
间位甲酚 3.6	20.0	24.8	9.0	—
对位甲酚 2.4	10.0	17.5	5.2	—
二甲酚 —	10.0	26.0	21.0	10
高級酚 —	1.0	13.0	54.0	90
共 計 100	100	100	100	100

焦油中所含硷性成分的組成〔3〕 如表 7 所列。

表 7

焦油中所含硷性成分的組成

	占焦油 (%)	占全硷成分 (%)
吡 啶	0.006	0.44
各种吡啶衍生物	0.098	7.92
喹 啉	0.171	13.85
各种喹啉衍生物	0.213	17.24
高沸点硷类	0.748	60.55
共 計	1.236	100.00

焦油中含硫成份的分布情况〔3〕如表8所列。

表 8

焦油中含硫成分的分布情况

馏 分	含 硫 (%)		
	对 馏 分	对 焦 油	对焦油中全硫
轻 油	0.78	0.039	0.47
酚油馏分	0.65	0.0098	1.19
萘 馏 分	1.40	0.0990	12.05
洗油馏分	0.70	0.0630	7.68
蒽 馏 分	1.00	0.2300	28.02
蒾 青	0.73	0.4161	50.59
共 計		0.8213	100.00

蒾青的成份也非常复杂。齐斯契亚科夫〔4〕列举了中温蒾青中所含 55 种化合物的化学物质，可以参阅（见表 9）。

在工厂中，日常都作全分析以检查焦油的质量。全分析一般包括以下项目：20℃时比重、水分、游离碳、灰分、蒸馏试验（各馏分及蒾青产率）、萘、粗蒽、酚、吡啶盐基含量等。如果为了生产电极蒾青，则可能增加其他较多项目。

现代化焦炉所得的焦油性质大致如表10所列。

苏联焦化产品手册〔5〕对焦油提出的规格如表11所列。















焦油的性质和技术条件除上述以外，还有几点应该注意的：

1. **固定盐含量**：因在蒸馏系统中对设备腐蚀影响很大，所以应进行分析，以确定加盐量，防止腐蚀作用。这个问题将在以后详述。

2. **焦油渣**：在炼焦炉中有细煤粉被煤气一同带出，落入焦油中，因而焦油中有渣出现，其数量波动在 0.05~0.2% 之间。配煤粒度越小，水分越低，则被带出的颗粒越多，因而焦油的灰分也就越高。装煤时过度地抽吸煤气往往是焦油中灰分增加的源泉，故当采用无烟装煤时，用蒸汽喷射会使带出的颗粒显著增加。这些沉淀物在回收车间虽然经过机械化刮渣槽处理，但是往

表 9

焦油中含有的几种主要化合物及其性質

名 称	分子式	构造式	20°C时 比重	熔 点 (°C)	沸 点 (°C)	发热量	焦油中的含量 (%)
萘	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>		1.1450	80.2	217.9	9617	7~11
蔥	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>		1.2435	217.5	342.0	9541	0.5~1.5
咪唑	C <sub>12</sub> H <sub>9</sub> N		—	246.0	354.8	8822	1.0~2.0
菲	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>		1.170	99.5	340.0	9497	4~6
苊	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>		1.220	95.0	277.5	9365	1.5~2
酚	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O		1.073	40.6	181.9	7787	0.2~0.5
邻位甲酚	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O		1.051	31.0	190.8	8146	0.6~1.2
間位甲酚	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O		1.035	35.5	201.8	8152	
对位甲酚	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O		1.035	12.0	202.8	8157	
吲哚	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> N		1.170	52.5	253.0	8726	0.1~0.2
喹啉	C <sub>9</sub> H <sub>7</sub> N		1.095	15.4	237.7	8669	
α-甲基萘	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub>		1.005	-30.8	244.8	—	0.5~1.0
β-甲基萘	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub>		1.028	34.4	241.1	—	1.0~1.5
芘	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>		—	116	294	—	1~2

往不能达到令人满意的程度。因此无论是回收車間的焦油貯槽或者是焦油車間的焦油貯槽，經過一定時間之后，都会有大量的焦油渣沉积下来，严重地影响焦油槽加热，也可能阻塞抽油管道，并可能沉积在炉管、中間槽和二次蒸发器，对管式炉系統操作起不良影响。在焦油精制过程中，灰分轉入瀝青中降低瀝青的质量，特别是当瀝青用在电极生产和炼制瀝青焦时其灰分更应严格限制。为此焦油貯槽內的焦油渣需要有系統地加以清扫，一般每

表 10

现代化焦爐所得焦油的性質

分析項目	概略数据
比重(20°C) .....	1.15~1.19
水分(%) .....	1~5
游离碳(%) .....	3~7
灰分(%) .....	0.05~0.2
萘(%) .....	7~11
粗萘(%) .....	3~5
酚类(%) .....	1.5~2.5
吡啶盐基(%) .....	0.5~1.5
蒸餾試驗(%):	
輕油 .....	0.2~0.8
酚油餾分 .....	1~3
萘餾分 .....	8~12
洗油餾分 .....	7~9
萘餾分 .....	19~23
瀝青 .....	53~58

表 11

苏联焦化产品手册提出的焦油规格

	粗焦油	电极瀝青用焦油
比重(20°C) .....	1.13~1.19	1.15~1.20
水分(%) 不大于 .....	5.0	4.0
灰分(%) 不大于 .....	0.5	0.2
游离碳(%) 不大于 .....	12.0	7.0
含硫(%) 不大于 .....	—	0.8
含萘(%) 不大于 .....	—	8.0
粘度(80°C时 θ°) .....	—	1.5~2.5
出焦率(%) .....	—	16.0~23.0

年应清除一次。

3. 杂油: 对于向焦油中混入各种杂油应加以严格限制。除焦油車間本身所产的油类外, 一般在焦化厂中可以允許最終冷却器生产的黑萘和精苯車間的含萘溶剂油混入焦油中。其他如吹出

苯残渣、再生器残渣、酚残渣、吡啶残渣及复水站残油等均不宜混入焦油内，因为这些东西大多含有络合物，会破坏焦油蒸馏的正常生产操作。允许混入的油类，在配入时也应力求均匀，通常数量应不超过焦油量的 5%。

4. **油温**：输送焦油的温度应以保持在 $80^{\circ}\sim 95^{\circ}\text{C}$ 为宜。



## 第二章 影响焦油产率和质量的因素

焦油是煤在炼焦炉炭化过程的产物，经炭化室的上升管随同煤气经集气主管到回收冷凝工段冷却以后得到的。因此，焦油的产量和质量，主要与装炉煤的性质、炼焦加热温度、炉顶空间温度、以及回收冷凝工段的操作有关，并且决定于这些因素。

炼焦配煤的挥发分对焦油产率最有直接关系。阿龙诺夫〔6〕经过研究试验，得出如图1所示的结果。

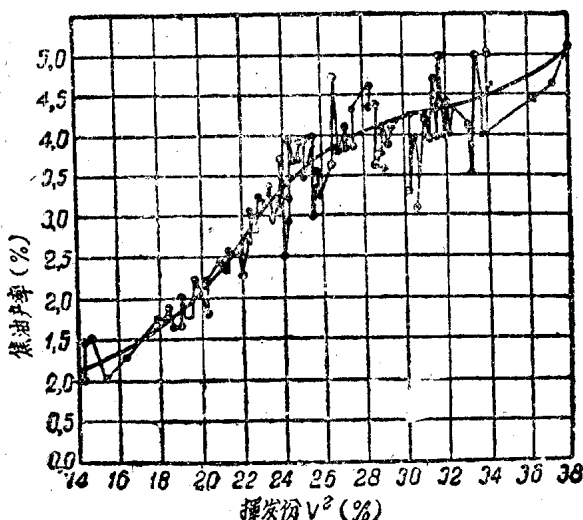


图 1 焦油产率与挥发分的关系

从图1中曲线可以看出，当普通配煤挥发分在24~30%时，焦油产率约为3.3~4.3%与一般工厂中的实际情况是相符的。阿龙诺夫并用顿涅茨煤区的煤作出下列实验公式：

$$x = -18.36 + 1.53V^2 - 0.026V^2,$$

式中 x——焦油对煤的产率(%)；