



小方爐建設及操作講義

中国科学院煤炭研究室編

石油工业部审訂

石油工业出版社

內 容 提 要

這本書是中國科學院煤炭研究室，為在大連舉办的方型爐操作幹部培訓班編写的教材。

全書共分六講。第一講簡要的闡述了煤的綜合利用的方向；第二講對如何選擇爐型作了介紹，並着重談到氣燃內熱式干餾爐的特點。第三、四講詳述了方型爐的建設及操作。最後兩講對煤焦油簡易加工及低級酚精制、油品評價等作了介紹。

這本書在全國各地大力推广氣燃式方型爐中，除适合作為培訓幹部、工人的講义外，也可以供煤煉油厂工人和技术人員在工作中參考。

統一書号：15037 760

小方炉建設及操作講义

中國科學院煤炭研究室編

石油工業部審訂

*

石油工業出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可証出字第083號

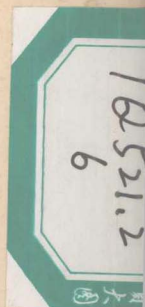
石油工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 * 印張23 $\frac{1}{2}$ * 45千字 * 印1—1,500册

1959年7月北京第1版第1次印刷

定價(10)0.32元



目 录

第一講	煤的綜合利用和低温干餾的关系	1
第二講	干餾炉型选择和小方炉的特点	3
一、	分类	3
二、	气熱內熱式干餾爐的特点	6
三、	怎样选择爐型	6
第三講	小方炉及回收系統的設計与施工	14
一、	工艺流程	14
二、	小方爐結構設計	17
三、	回收系統設計	23
四、	小方爐在施工上的一些問題	24
五、	今后改进的意見	28
六、	小方爐生产的焦炭和煤气的利用	29
第四講	方型炉操作制度选择和安全操作	30
一、	煤的干餾	30
二、	影响焦油收率的因素	31
三、	小方爐操作規程	37
第五講	煤焦油簡易加工	46
一、	概論	46
二、	几个加工方案的介紹	49
三、	煤焦油加工步驟說明	53
第六講	低級酚精制及油品評價	60
一、	低級酚的精制	60
二、	油品的分析	61

第一講 煤的綜合利用和 低温干餾的关系

如果把煤作为燃料，对人类的生活只起到供給热能的作用，就称为煤的单效利用。如果把煤先进行加工，取得气体、液体、固体产品，然后分別加以利用，对人类生活起到不只一种的作用，就称为煤的綜合利用。因此除了損失重大的直接燃烧以外，其他煤的加工工业都已具备了煤的綜合利用的形式。

煤的綜合利用的方式頗多，不能一一例举，但可根据其加工产品的用途和加工的工艺方法分为两大类：

1. 根据产品用途分类：可分为动力-化学綜合利用，冶金-化学綜合利用，石油-化学綜合利用，城市煤气-化学綜合利用等等。

2. 根据加工工艺方法分类：可分为煤的高温干餾，低温干餾，气化，加氢，气化合成等綜合利用。

两种分类方法都有缺点，第一种分类法的缺点是，煤的加工产品都可以作石油，化学，动力燃料之用，因此除一般鍋炉用煤先加工后燃烧习惯称为煤的动力綜合利用外，根据产品用途分类並無实际意义。第二种分类法的缺点是看不出产品的用途，但这些分类有极其明确的技术条件，其产品用途亦为大家所易知，因此以加工工艺方法分类至少至其

产品用途列表于后:

表 1

分 类	爐型及反应器	技 术 条 件	产 品 用 途
高溫干餾 綜合利用	各式間接加热爐	900—1050°C	冶金焦, 高溫焦油, 苯, 氨, 酚, 萘, 蒽 等石油及化学产品
低溫干餾 綜合利用	各式內热, 外热內 燃, 外燃, 气体載 热, 固体載热爐	500—700°C	气化焦, 小高爐焦, 低溫焦油, 酚等石油 及化学产品
直接气化 綜合利用	各式固定床, 移动 床, 流化床爐	1000°C以上, 常压, 30气压	燃料煤气, 合成气, 焦油
直接加氢 綜合利用	高压反应器	300—700气压	石油产品, 酚, 硫
气化成 綜合利用	各式合成原料气发 生爐, 各式合成反 应器	同气化, 常 压, 25, 150, 250气压	石油产品, 甲醇, 氨, 醛等化学产品

上列各个煤的綜合利用工艺方法中, 最基础的是煤的低溫干餾和气化两个方法。而其中低溫干餾工艺技术条件不高, 設備简单, 易为羣众所掌握, 产品应用范围广闊, 切合目前需要, 因此低溫干餾綜合利用工业尤为重要。气燃方型炉是最近我們自己創造出来的一种新低溫干餾炉型, 結構简单, 器材不多, 易于建造, 热效率高, 操作調节灵活, 不难掌握。因此方炉是普遍推广煤綜合利用工业的十分重要的工具。

我国煤矿資源異常丰富, 根据1959年計劃产煤將接近 4 亿吨 (其中絕大部分是烟煤), 則焦油含量有三千万吨之多。如能以产煤的一半进行綜合利用加工, 每年可得焦油及化学产品一千五百万吨左右。这是极其珍貴的国家財富, 可惜目前都被白白的燒掉了。因此中央提出了煤炭綜合利用方

針，我們必須千方百計加以貫徹，迅速堵住煤炭直接燃燒的重大損失。

第二講 干餾爐型選擇和 小方爐的特點

固体燃料的干餾方法很多，总的要求是要选用一个很好的設備，將原料加热到足夠的溫度，除要求使化学产品焦油，煤气很快的导出爐室，还希望得到優質焦炭。在保證焦油不因在爐內停留時間过长重新分解，以提高焦油效率，同时还可得到優良質量的冶金焦炭，在我国目前將更有其重要意义。

一、分 类

爐型就加热方法可分为：（1）从爐子外部隔着爐壁对內部煤进行間接加热的外热式爐。（2）从爐外送入干餾用的高温气体热载体（或液、固体），使热载体直接与煤粒接触进行热交换的內热式爐。（3）是利用前面两种方法併用的内外併热式爐。

从爐体外形构造又可分为立式及臥式爐。立式爐如撫順爐和現在的小方爐，系利用煤料的重力自动向下移动，构造簡單，消耗动力少。臥式爐如現代的水平爐等，須用較大动力推焦。

也有按操作方法进行分类，分为間歇式及連續式爐。

我国幾种主

項 目 爐 型 別	处 理 噸/日	虛容 系數 日 处理 量/ 虛容 积	截 面 强 度 公 斤/ 米 ² 小 时	空 气 用 量 米 ³ /噸	爐 出 煤 气 米 ³ /噸	爐 出 溫 度 °C
撫順爐	100—270	1.34— 1.96	900— 1300	190—220	650—720	90—100
魯奇爐	330—735	—	485— 1025	110	約280	243
百叶窗爐	5,8	—	—	—	250	200
梓甸方型爐	57	2.02— 2.3	1200— 1400	320	650—700	120
紅旗二號爐	1.2/爐室	—	—	—	自給	—
小方爐	12—15	1.5— 1.8	300	350—400	600—800	80—120
粉煤流体化干 餾爐(北京石 油学院)	10	—	—	0.6—1.1 米 ³ /小时	—	—
固体热载体 (撫順)	10—400	—	—	—	100	400—450
成堆干餾	15—150	—	—	—	1000	—

此外，尚有高效率的机械化設備的流体化干餾炉和为解放井下劳动的地下干餾。

外热式炉主要是依賴輻射，传导而使煤料受热，本法因加热速度慢，不能达到高效率生产的目的。内热式炉是以热载体加热，热气流很快的从燃料层流过，进行对流热交换，这种方法的生产效率較高。当然，若以气体热载体加热小块

要 爐 型 比 較 表

表 2

采 油 率 %	輕 油 量 公斤/噸	氮 量 公斤/噸	干 餾 溫 度 °C	停 留 時 間 小時	特 點
65—85	8—11	3			以頁岩為原料，可用大於4毫米的顆粒原料
91	—	—	700	4.95—2.22	要求原料勿小於20毫米，不能用煤粘結力超過13°的煤
82	—	3—3.5	500—600	2.12	以粉粒煤或頁岩為原料，氣流橫通加熱，熱損失大
83—94	10—13	1.2	700	8—9	以塊狀頁岩為原料
約50	10	3	900—1000	13	粘結性粉煤為原料，主要煉冶金焦，焦油，多芳香烴
92	14	1.7	850以上	10	可以弱粘或不粘塊或顆粒，頁岩為原料
63.5—107.5			450—530	15分鐘	可用粘或不粘粉煤為原料
—	—	—	500	2—10分鐘	以100微米以下粉煤為原料，接觸面大傳熱快，以一台鼓風機就保證了流體化狀態，熱效高
60—80		3.7		30—50	可以頁岩煤為原料，粘結性不強的煤已試驗成功

或粉粒狀煤料時，若載熱氣流壓力過低時，會因煤料阻力使載熱氣流難以通過，若用足夠壓力的氣流時，因熱氣流快速的通過料層破壞和改變了燃料層的密度，甚或使燃料顆粒被氣流帶走，這是內熱式爐的嚴重缺點。從燃料傳熱性能很低，為達到強化干餾的目的，減小燃料塊度就會相應的減短加熱時間，故近年來在干餾用原料的塊度上已開始由塊向粉

粒原料方向发展,即采用流体化,或固体热载体的干馏方法。

二、气燃内热式干馏炉的特点

1.煤料在炉内依靠它本身重力下降,勿需另设动力设备。

2.利用自产部分煤气与空气在炉内混合燃烧。热量利用充分。

3.燃烧产生的热气体和煤料直接接触,热交换迅速,从而提高了处理能力。

4.利用回炉煤气在炉下部回收红热焦炭显热,热气流在排出炉室前,又与冷煤进行热交换。热利用效率高是气燃内热式炉的最大特点。

5.煤料在一个炉室内经过干燥,预热,干馏,焦炭焙烧和冷却等五个过程,设备紧凑,简单。

三、怎样选择炉型

炉型选择可根据产品需要、厂型大小、建厂材料作为选择依据。亦可根据原料种类、性质、块度、储量、供应量等决定。最重要的是产品要求、原料条件、建厂规模等。在大跃进的高潮中,人们解放思想,破除迷信,大家创造了不少节约或利用代用材料的宝贵经验,建厂材料和技术力量已不成为问题了。

1.根据产品要求来选择炉型。

煤于干馏过程中产生的主要产品有焦炭、焦油、煤气和化学肥料氨等。结合目前我国正在以钢为纲,重点的发展钢铁工业的时期,在炉型选择上应选择能生产冶金用焦炭的炉

型，結合生产冶金用焦炭的同时，还必须結合提高焦油产率，以保証內燃机用燃料，潤滑剂和提高有机化学工业原料酚类。

在利用固定原料时，焦油等化学产品的效率和性質与加工炉型有关，当然，因原料性質不同产品組成成分也有很大差別，但就炉型选择上必須考虑到炉型問題。

为制取冶金用燃料焦炭，以粘結性粉煤为原料选用外热式炉型，可以得到較好質量的焦炭，如紅旗炉，外热式水平炉，东风号，革新号等均可。堆式炉亦可利用增填气柱等方法得到很好的冶金用燃料焦炭。

若用不粘結性的粉煤为原料，則外热式炉就不能生产得到具有一定机械強度和一定块状的焦炭。当然流化床的炉子因用粉状原料更不能制得冶金用焦炭。若考虑对这样焦粉也利用到冶金工业上来，势必对焦粉进行再次加工，如作为外热式炉原料煤的配料或采用与石灰混合成型的“团矿”方法做为冶金燃料。

对不粘結或弱粘結的烟煤若选用大于一定块度的煤料为原料，利用內热內燃、內热外燃或堆式炉，在操作条件上經過一定改变之后，可以提高焦炭質量（如內热內燃炉提高燃烧层温度，堆式炉采用燭焦的办法等，現已在28立方公尺土洋結合的高炉炼鉄試驗成功）。

当然在考虑焦炭除供为冶金燃料外，还与其他动力部門綜合做为鍋炉燃料，將热的半焦直接送入鍋炉燃烧，这就可以利用最近发展較新的流体化或固体热載体的炉子將是更有利的。

另外从取得焦油产品目的来看，一般外热式高温炉子，

焦油中多芳香屬的苯、萘、蒽等化合物，且收量亦少，但煤气发热值較高，氨收量大，是外热式炉的特点。

在內热式炉內因所得焦油很快的由热空間逸出炉外，未遭到进一步分解。焦油在成分上多烷及环烷烴类，尚有較多数量的酚类，並且收量也高。但煤气产量少。

当內热式炉用載热气体加热，它与分解所得煤气混合一起，故煤气量大質稀，发热值較低，氨收量低不易回收。

从要求产品焦油以制取液体燃料和化工原料来看，采用內热式炉还是有利的。

2. 根据原料选择炉型。

按原料来选择炉型应考虑原料以下几个性質：（1）結性，（2）含油率，（3）热強度，（4）膨胀性，（5）灰分含量，（6）灰分融点，（7）硫含量等。

过去根据原料性質来选择炉型曾是选择炉型的重要依据。近年由于人們的不断創造和找到燃料本身性質規律之后，改变了操作方法或預处理原料等，根据原料选择炉型似已不做主要因素来考虑了，但結合現有物質条件，它还是考虑炉型的重要依据。

就原料种类来选择炉型：一般泥煤、褐煤、烟煤，含油率高于7%，頁岩含油率高于5%时，就可用为炼油原料（参看表3）。

泥煤或褐煤易粉碎，且含水分亦高，为求得优質冶金焦炭，势必在使用前加压成型。

如只为出油目的时，应用內热式炉，因煤料对热气流阻力大，从而增加了运轉上的困难，故苏联現采用联合热載体的干餾方法。

我国L、頁岩基本性質表

表 3

項 目	工 業 分 析			膠質層測定		20克鋁甌干餾試驗				附 記
	Wa%	Ac%	Vi%	x, 毫米	y, 毫米	半焦	焦油	水分	氣體 + 損失	
1. 頁岩:										
撫順①	1.80	77.89	85.31	—	—	86.13	6.69	3.88	3.30	已做工業上煉油原料
撫順②	1.90	75.14	87.27	—	—	84.03	8.17	4.65	3.18	
茂名①	2.27	70.24	80.47	—	—	80.84	8.89	6.00	4.27	已做工業上煉油原料
茂名②	1.45	74.36	77.25	—	—	81.85	8.20	6.78	3.17	已做工業上煉油原料
茂名③							7.93	20		參考茂名頁岩油廠設計
盤街	1.33	61.45	65.69			83.26	9.68	3.35	3.71	
梓甸		73.0	19.1	—	—	82.90	9.50	3.77	4.07	
2. 泥煤										
廣東合浦	15.73	35.20	30.04	—	—	57.00	8.13	18.5	13.38	成堆干餾成功
3. 褐煤										
雲南小龍潭	9.03	11.10	48.31	—	—	55.73	4.98	27.75	15.16	
吉林舒蘭	3.81	10.77	61.66	—	—	57.32	11.81	20.95	9.92	
內蒙扎蘭諾爾	23.56	6.04	46.85	—	—	49.82	5.63	36.01	8.54	

橫表

項 目 名	工 業 分 析			膠質層測定		20克鋁甌干燥試驗				附 記
	Wa%	Ac%	Vr%	x, 毫米	y, 毫米	半焦	焦油	水分	氣體 + 損失	
4. 烟煤										
撫順①	1.73	6.90	40.60	45		15	71.74	15.53	5.75	已做工業上煤油原料 7.06
撫順②	2.58	7.52	42.82	51		5	69.63	15.93	8.75	已做工業上煤油原料 5.86
撫順③	2.19	4.50	45.26	54		9	66.84	18.46	8.38	已做工業上煤油原料 6.47
吉林辽源	1.30	19.75	43.36	56		7	77.71	13.16	7.52	已做工業上煤油原料 5.57
黑龙江鶴崗	1.37	14.60	35.47	44		9	78.70	11.43	3.12	已做工業上煤油原料 6.87
辽宁阜新	3.01	9.45	39.41	57		0	72.25	9.38	10.50	
阜新新邱	5.94	17.78	40.21	47		0	58.20	5.35	20.53	
山西大同①	1.87	7.88	32.55	46		0	80.22	9.20	6.50	已做工業上煤油原料 4.15
山西大同②	1.30	9.50	28.65	35		0	83.58	6.78	5.88	已做工業上煤油原料 3.84
丰丰	0.4	15.86	31.72	24		30	82.05	7.90	2.60	可試用 7.84
双鴨山	0.90	11.63	33.99	33		17	78.63	11.66	3.94	7.16
乐平	0.40	18.27	30.88	55		31	59.04	13.78	2.74	—
淮南	1.17	17.41	25.90	—		—	81.22	9.64	5.13	4.01

粘結性煤一般多選用外熱式爐，它可煉得優質冶金焦炭。若用為內熱式爐原料時，容易結焦，堵爐，特別對某些粘結性煤又具有較大的膨脹性，則會造成爐料不能在爐體內順利運轉的困難。故有人提出對粘結性煤採用預熱氧化的辦法，破除其粘結性。這種預處理對某些粘性較強的煤還不能徹底解決，並且會因預處理而減低了液體產物焦油的收率。

對某些膨脹性的煤用於外熱式爐時，會因膨脹壓力過大，而脹壞爐牆，造成事故，故一般多用做配煤原料。

現在一般內熱式爐利用粘結性煤還有很多困難。故內熱式爐用煤的粘結性要求控制在一定指標範圍之內，若超過這個限度，就會破壞爐体的正常操作，造成爐內干餾層傾斜，影響焦油收率和焦炭質量；甚或爐內嚴重結焦，煉爐，局部架空，熱氣流不能平均分配而由空洞上竄，致造成爐出口溫度上升，和導致由出焦口產生生焦，焦油和煤氣產量下降，有時爐內造成掛焦停爐。由此可見，煤種和干餾爐有着重要關係。

為鑑別煤粘結性人們採用了混砂法，在內熱式低溫干餾爐中進行干餾粘結性煤，究竟以多大粘結力煤可以正常運轉的指標還難確定。一般情況下煤粘結力在0—6之間時，可以保證正常操作。粘結力在7—10之間，按正常操作則發生煉爐現象，可用扎釘子方法破壞；若粘結力在11—13之間則必須採用破除粘結性的方法，如利用含氧熱煙通氣氧化，或與不粘結煤混合配用的方法。

粘結力指標並不適合於各種煤種。如淮南新孜煤，雖然粘結力、粘結性及膠質層指標均低於撫順煤，但實際生產中這樣煤的粘結現象卻非常嚴重。故粘結力等分析方法還不能

我国主要矿区煤粘結力与粘結指数比較表

表 4

煤 种	粘結力	粘 結 性 指 数 (混砂法)	煤 种	粘結力	粘結性 指 数
淮 南	7	14.5	山西渾源	0	15
淮 南	11	15	山西渾源	0	12
河南义馬	0	16.23	大同	5	10
河南义馬	0	10	大同	9	14
撫順古城子	6	17.5	甘宁竈街	0	9
撫順古城子	5	16.5	甘宁竈街	0	10
撫順楊坨坑	12	18.5	吉林营城	0	11.5
撫順楊坨坑	9	17.5	吉林营城	0	14
撫順龍鳳坑	12	20.5	內蒙清水河	5	15
撫順龍鳳坑	16	23.0	內蒙清水河	3	11
撫順老虎台	12	14			
撫順老虎台	15	15			

完全滿足选用煤种上的要求。

粘結性煤的破粘:

天津第二发电厂鍋炉用的粘結煤,在干餾过程中不能取得半焦,便采用炉渣做为混和剂,做了混渣破粘試驗。結果証明,如开灤煤混砂法为22号,經混渣20%在250℃用含氧10%的烟道气氧化1.5小时后,混砂粘結力降至15号,含油率降低1%左右,且煤膨胀性亦有显著降低。

石油部生产技术司采用預热法破粘結性,它与氧化法同样是破坏煤表面粘結性的。其方法原理是借热的作用使煤表面部分高分子物質分解,形成低粘結力的外层。試驗結果如下:

預熱破壞粘結性結果

表 5

項 目	原 煤	預熱時間 (小時, 340—360°C)				
		20	40	60	70	90
粘 結 力 (混砂法)	33	22	20	16	14	12
含油率 (%)	7.69	7.50	7.40	6.15	6.62	5.56

3. 根据建厂規模来选择炉型。

因炉型不同，其生产效率亦不相同，从设备材料，投資和人力节省来看，建厂时选择炉型是很重要的問題。例如年产3000吨 焦油的成堆干餾厂职工总数約为200人，但一个年产10000吨的內热炉的干餾厂只要250人，如以方炉为例，10座方炉年产焦油3000吨，只需100人左右。

在采用同型炉子，大規模建設較采用几个較小規模有利，如建設十个方炉可合用一套較大的回收設備，在材料上就有很大节省。

目前全民办工业，若多建大厂，則設備复杂投資大且建設時間长，为此，选用能够遍地开花的小土羣或土洋結合的炉子較比有利。

第三講 小方爐及回收

系統的設計與施工

一、工艺流程

小方爐干餾採用的流程和一般成堆干餾的流程差不多，是最簡單的一種。

工艺流程如图 1 所示，由小方爐、水封罐、冷却塔、油水分離槽、排送機、鼓風機、水泵、涼水架和管道等主要設備組成。參考圖 1。

煤的干餾過程在小方爐內進行。塊度為 25—80 公厘（或 10—50 公厘）的原料煤從爐頂連續加入爐內。爐底部進入煤氣，中部進入空氣。煤氣在爐子中部燃燒，供給干餾過程中原料煤需要的熱量。原料煤在爐頂加進爐子以後，借本身重力向下移動，經過干燥預熱干餾焙燒及冷卻等過程，最終以焦炭的形式從爐底水封槽取出。由加熱用的氣體熱載體和煤在干餾過程中生成的液體及氣體產物所組成的煤氣，從爐子上部的爐出口引出爐外。

煤氣自爐出口引出後溫度約在 100°C 左右。用冷卻水噴淋冷卻，使它的溫度達到 $60—70^{\circ}\text{C}$ 。煤氣和帶有部分焦油的冷卻水一齊進入水封罐內。水和焦油從水封罐的溢流口流滿後，淌入油水分離槽，煤氣則經過水封罐進入冷卻塔內。水封罐是煤氣管道上的一個閘門，必要時可用水充滿此罐，把管道隔斷。煤氣在冷卻塔中進一步用冷卻水噴淋冷卻，同時除去