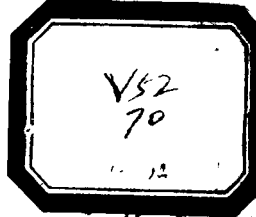


土法炼焦基础知识

孙广发 张英林 编

煤炭工业出版社

239643



內 容 提 要

這本書系統介紹土法煉焦的全部生產過程，用理論結合實際的方式，詳細介紹煉焦用煤的性質、焦炭的質量標準、煉焦用煤的準備、各種土法煉焦爐的性能、土法煉焦廠的場址選擇、生產組織與管理以及筑爐、裝爐、點火、看火、熄焦、出焦等操作過程的細節。

本書的文字簡練，通俗易懂，尤其是理論部分交代得深入淺出、細緻具體，是土法煉焦廠的技術、管理幹部和具有高小程度的煉焦工人的良好技術讀物。

1044

土法煉焦基礎知識

羽戶發 張英林編

*

煤炭工業出版社出版（地址：北京東長安街煤炭工業部）

·北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本787×1092公厘 印張1 $\frac{13}{16}$ 字數35,000

1958年11月北京第1版 1958年11月北京第1次印刷

統一書號：15085·747 印數：00,001—30,000冊 定價：0.18元

出版者的話

焦炭是鋼鐵工業的主要燃料。隨着我國鋼鐵工業的飛躍發展，一個波瀾壯闊的全民煉焦高潮已經形成。目前，廣大群眾已經積累了許多土法煉焦的實際經驗，但是，他們迫切需要系統地了解土法煉焦的基本知識，以便在現有基礎上，選擇更適宜的爐型、改進操作方法，從而進一步提高焦炭質量和成焦率。為此，我們組織河南省平頂山礦務局孫廣發和張英林同志編寫這本小冊子。不過，由於資料有限，編寫時間也比較緊，不一定會滿足要求。因此，懇切希望你們——親愛的讀者，把讀後意見或生產經驗寄給我們，以便再版時修正和補充。

目 录

出版者的話

第一章 緒言	3
第一节 焦炭的种类和用途	3
第二节 炼焦用煤	4
第三节 炼焦煤的結焦原理	11
第四节 焦炭的質量标准	14
第二章 炼焦前煤的准备工作	18
第三章 土法炼焦爐的形式和結構	26
第一节 概述	26
第二节 长爐	27
第三节 圆爐	31
第四节 其它爐型	38
第四章 土法炼焦的生产过程	42
第一节 炼焦工具	42
第二节 炼焦过程	46
第五章 土法炼焦厂的生产管理	53
第一节 場地选择	53
第二节 生产組織和管理方法	55

第一章 緒 言

第一节 焦炭的种类和用途

焦炭是炼焦厂的重要产品，也是冶金工业的主要燃料。焦炭的成分非常复杂，因为它用煤炼出来的，所以，焦炭中大部分是碳。此外，还含有少量的氢、氧和硫。从外形来看，标准的冶金焦是带有金属光泽的块体，在表面上有许多纵横交错的裂缝。

冶金焦可分成炼铁用焦炭、铸造用焦炭及有色金属用焦炭等几种。

铸造用焦炭的功用是熔化金属，所以，在燃烧时应能产生最多的热量。铸造用焦炭的杂质越少越好（特别是硫），以免金属的质量受影响。

炼铁用焦炭是高炉的燃料，也是铁矿石的还原剂。因此，这种焦炭不但应该含有最少量的杂质，同时还应该具有很高的还原能力（也就是容易将铁矿石还原成生铁）。此外，高炉使用的焦炭应具有一定的块度和足够的机械强度（也可以叫硬度）。如果焦炭的强度不够，在高炉中容易破碎成粉末，这些粉末和块度太小的焦炭会阻碍炉内通风，结果使高炉的温度不够，因而降低炉子的生产率，在严重时甚至炼不出铁来。焦炭的杂质对炼铁过程有极大的影响。例如，硫分过高，熔剂（石灰石）就应增加，因而影响高炉的生产率；焦炭的灰分在高炉中要消耗许多热量才能变成炉渣，这对炼铁过程也没有好处。

这样看来，不管是土爐焦还是洋爐焦，杂质（主要是灰分和硫分）的含量越低越好。

第二节 炼焦用煤

一、煤的分类：

煤是炼焦的原料。

由于地壳变化而埋到地下的古代植物，受地压和地热的影 响，逐渐分解腐烂，年深日久以后，这些植物就变成煤炭。根据在地下的碳化程度，煤可分为许多种：碳化程度最低的是泥炭，其次是褐煤、长焰煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤，碳化程度最高的是无烟煤。煤炭粘結性和結焦性試驗表明，气煤、肥煤、焦煤和瘦煤都具有不同的粘結性，在隔絕空气的条件下加热，可以成焦，因此，把这几种煤叫做炼焦用煤。其他煤种，象褐煤和无烟煤，必須經過加工或掺配部分炼焦煤才能炼焦。

为了合理使用煤炭，必須根据煤的工艺性能和其他指标，进行煤的工业分类。

煤炭分类的主要根据是揮发分产率($V^r\%$)和胶质层厚度(y)。煤炭是否能够炼焦，也就是煤的粘結性如何，主要决定于前两个指标。我国煤炭的分类方案如表 1 所示。

二、炼焦用煤簡介：

1. 长焰煤：

它在烟煤中是最年輕的，揮发分产率在42%以上。长焰煤的結焦性一般很弱，也有的根本不結焦。东北的阜新煤和陝西宜君县焦坪衣食村的煤就屬於这一类。在炼焦时，

中國煤分類(以煉焦用煤為主)方案*

表 1

大 類 別		小 類 別		分 類 符 號	
名 稱	符 號	名 稱	符 號	V _r (%)	(公厘)
无烟煤	A			0-10	
貧 煤	T			>10-20	
瘦 煤	HC	1号瘦煤	HC ₁	14-20	0-8
		2号瘦煤	HC ₂	14-20	>8-12
焦 煤	K	瘦焦煤	HK	14-18	>12-25
		主焦煤	K	>18-26	>12-25
		焦瘦煤	KH	>20-26	8-12
		1号肥焦煤	KK ₁	>26-30	9-14
		2号肥焦煤	KK ₂	>26-30	>14-25
肥 煤	JK	1号肥煤	JK ₁	26-37	>25-30
		2号肥煤	JK ₂	26-37	>30
		1号焦肥煤	KJK ₁	<26	>25-30
		2号焦肥煤	KJK ₂	<26	>30
		气肥煤	ΓJK	>37	>25
气 煤	Γ	1号肥气煤	JKΓ ₁	>30-37	9-14
		2号肥气煤	JKΓ ₂	>30-37	>14-25
		1号气煤	Γ ₁	>37	>5-9
		2号气煤	Γ ₂	>37	9-14
		3号气煤	Γ ₃	>37	>14-25
弱粘煤	CC	1号弱粘煤	CC ₁	>20-26	0(成块)-8
		2号弱粘煤	CC ₂	>26-37	0(成块)-9
不粘煤	HC			>20-37	-
长焰煤	II			>37	0-5
褐 煤	B			>40	-

* 見標準化雜誌第二期。——編者

这种煤粘結成长形的小块焦炭,或不結焦。在特殊情况下,长焰煤可以代替一部分气煤;有时可先用长焰煤炼半焦(炼焦温度550度),半焦破碎后加入炼焦煤中炼焦。但因炼半焦的成本较高,只有在万不得已时才能这样作。

2. 气煤:

气煤是烟煤中較年輕的,揮发分产率为35—42%。河北开灤煤、陝北及宜君七里鎮的煤都属于这一类。气煤一般都能結焦,只有氧化后或含木煤多时不結焦。用气煤炼的焦炭細长,容易破碎。气煤可以增加炼焦原料的收縮度,使焦炭容易出爐,炼焦时一般可加入10—15%的气煤。

3. 肥煤:

它的揮发分产率为26—35%,因粘結力大,結焦性較好,炼出的焦炭块度大、耐磨性强。因为肥煤焦炭上的橫裂紋多,容易破碎,单独用它来炼焦也不太相宜。因为肥煤的膨胀压力大,出爐困难(特别是使用紅旗焦爐时),有时会把爐墙撑坏。

4. 焦煤:

焦煤的揮发分产率为18—26%,結焦性很好,只有氧化很厉害的焦煤不結焦。东北的鷄西煤、陝西韓城、澄城、銅川中1层煤都是焦煤。焦煤单独炼焦时,块度大,焦块方整,裂紋少,耐磨,强度高,是土法炼焦最好的煤种。但因数量不多、收縮度較小及膨胀压力較大,因此,出爐困难,会引起焦爐的破坏。在土法炼焦中一般只加入30—35%的焦煤。

5. 瘦煤:

瘦煤的揮发分产率为12—18%，大部分結焦。河北峰峰一矿、四矿和陝西銅川一矿、三里洞煤属于这一种。一般說来，瘦煤炼焦炭的块度较大，但不耐磨，焦粉多，粘結性弱。炼焦原料中加入一部分瘦煤，可以提高焦炭的块度，减少焦炭的裂紋。

三、对炼焦用煤的要求：

在炼焦过程中，煤的成分与焦炭質量有密切的关系。对焦炭質量影响最大的煤炭成分是：水分、灰分、硫分和揮发分产率。因此，冶金部門主要根据这几种指标来鑑定煤炭，对煤炭提出要求。

1. 煤的水分：

在煤粒的表面上都吸附着一些水，这些吸附水就叫做煤炭的水分。煤炭水分以百分数(WP%)表示。在105°C的温度下烘干的煤，才叫做绝对干燥煤。煤的水分就是在这种温度下测定的。

煤的水分对炼焦过程沒有好处。如果炼焦煤的水分过高，因为水在蒸发时要吸收一部分热量，炼焦爐的温度就不容易升高，結果，炼焦時間加长，焦爐周轉慢，有时成焦率也会降低。

采出的原煤的水分一般是3—5%，经过土法洗选的煤的水分一般在15%左右。但是，炼焦爐要求原料的水分一般不要超过8%，因此，经过洗选的煤最好先风干一下，然后再装爐炼焦。

2. 煤的灰分：

煤炭在燃烧后剩下的残渣叫做灰分。形成灰分的物質

就是矿物杂质和矽石。煤中的矽石主要是采煤时混入煤中的顶板岩石、底板岩石和夹层中的岩石。煤本身也含有一部分矿物质，这是在煤炭生成过程中混入的。

在炼焦时，煤中的矿物杂质几乎全部留在焦炭中。在高炉中，焦炭的灰分要进入炉渣内。如果焦炭的灰分太高，高炉出的渣就多，这样不但降低高炉的生产率，同时炼铁过程也不好掌握。要想降低焦炭的灰分，必须选择矽石含量较少的煤做炼焦原料。如果煤中的矽石很多，应该将煤洗选；如果煤本身的矿物杂质很多，最好与矽石含量较低的煤混在一起炼焦。

炼焦煤的灰分一般不能超过12%。

3. 煤的硫分：

煤炭所含的硫磺就是煤的硫分(S%)。在炼焦过程中，煤中的硫有一小部分变成烟气，大部分(约占硫分的70%)都进入焦炭中。焦炭的硫分是一种最有害的杂质，所以，炼焦煤的硫分越低越好，一般要求不超过1.5%。

降低煤炭硫分的可靠办法是洗选。

4. 煤的挥发分产率：

煤炭中含有一些受热容易挥发的物质(主要是焦油气和二氧化碳)，我们管这些物质的含量叫做挥发分产率(V%)。

挥发分产率与煤的生成和变质程度有关：煤的变质程度越高，生成的年代越早，则挥发分产率越低。因此，褐煤的挥发分产率达50%，烟煤为15—45%，而无烟煤只有8%。

土法炼焦的热量主要靠煤中的碳素和挥发物供应。因此，挥发分产率对土法炼焦和提油有极密切的关系。

标准炼焦煤的挥发分产率为22%。在挥发分产率较高的煤中，可利用的可燃挥发物比较多，因此，挥发分产率与炼焦时间也有很大关系。就是说，含挥发物较少的煤，炼焦时间越短越好，不然，因温度不能升高，常常炼出疏松的焦炭，甚至炼不成焦。选择炉型时，必须考虑煤的挥发分产率及其结焦性。

四、鉴定炼焦煤结焦性的方法：

煤能不能炼焦可以在事先进行试验。采出一定量的煤样，粉碎到1—2公厘以下，放在盖上带有孔眼的铁盒中压实。把盒子放在高温的炉子上加热，直到不冒烟时把盒子拿下，凉透打开。煤的结焦性越好，烧成的焦饼越坚硬，用手都捏不碎；用结焦性不好的煤烧成的焦饼，强度低，非常容易碎，有时甚至烧不成焦饼。所以，用这种简单的结焦性试验就能看出煤的结焦情况。

这个试验也可以用陶土作的坩埚或其他坩埚中进行，没条件时用黄土捏的坩埚也可使用。

要注意，有时原煤不能炼焦，但洗出来的精煤却可以炼焦，因此，当发现原煤不能炼焦时，可以用精煤再进行试验。

五、土法炼焦的配合问题：

从前面可以看出，在各种炼焦用煤中，焦煤的结焦性最好。这种煤不但能单独炼焦，而且，焦炭质量极好，成焦率也高。但是，焦煤的储量有限，为了满足钢铁工业对

焦炭的迫切需要，最好在炼焦时加一些其他炼焦煤种配合装爐。

标准炼焦原料煤的揮发分产率是22%，胶质层厚度为22公厘。将几种炼焦煤种（一般是2—5种）按一定的比例掺配，使其揮发分产率和胶质层厚度达到上述要求。用这种理想的原料可以炼出品质高級的冶金焦。这种配合炼焦原料的过程叫做配煤，各种配煤成分的含量叫做炼焦配煤比。

另外，在焦煤中掺配一定数量或大部其他煤种还有很多好处，比如，加入气煤与肥煤可以提高炼焦副产品的回收率；加入气煤后，炼焦原料的收缩性大，可避免损坏爐壁和难于出焦的問題；加入瘦煤可增大焦炭的块度。

大型高爐要求質量最好的焦炭，因此在炼焦时，对配煤比的要求很严格。大型高爐用焦的配煤比一般是：气煤20%、肥煤30%、焦煤30%、瘦煤20%。

銅川礦務局的煉焦配煤比

表 2

配料編号	煤 种 煤 产 地	焦 煤		肥 煤		瘦 煤	
		銅川三矿	焦 坪	榆 次	三 里 洞	銅川一矿	
1		50%	10%	—	40%	—	
2		60%	—	—	20%	20%	
3		50%	—	—	50%	—	
4		50%	—	10—15%	40—35%	—	

对小高爐用焦炭的机械强度与块度要求都較低，可以多配較差的炼焦煤，同时煤种也可减少，甚至完全用一种質量較差的炼焦煤炼焦。但要注意，如果发现一种煤的粘結性太差，必須掺入一定数量粘結性較强的煤，以保証焦炭的質量。

这样看来，土法炼焦过程也应该用配煤炼焦。

必須着重指出，用炼焦配煤炼出的焦炭的各项質量指标，尤其是有害杂質的含量，必須符合焦炭用戶的要求，只根据炼焦过程去配煤，这是不现实的。

表 2 是銅川矿务局配煤炼焦的配煤比。

第三节 炼焦煤的結焦原理

炼焦煤在隔絕空气的条件下，加热到 350—450°C 时就会軟化。我們把这种軟化的阶段叫做胶質阶段，把那些軟化的煤粒叫胶質体。应该注意的是：軟化的煤粒可形成两种胶質体。一种是象胶水一样的流动胶質体，一种是象漿糊一样的不流动胶質体。某种煤焦用煤所能生成的胶質体的数量，用胶質层厚度(y)来表示。

煤在加热过程中会产生一部分气体，这时煤一定要膨胀。但是，炼焦爐的爐壁限制着煤炭，不叫它膨胀，因此，在爐壁上会产生一定的压力。

炼焦煤在炼焦爐中加热軟化时，生成的流动胶質体分布在不流动的胶質体之間。由于膨胀压力的作用，使炼焦煤粘結在一起。温度再一升高，粘結起来的炼焦煤就硬化，于是变成焦炭。膨胀压力越大，胶質体越多，則結焦越快，

焦炭質量越好。這樣看來，粘結是煉焦的必經過程，換句話說，受熱不粘結的煤（象褐煤和無煙煤等），在加上粘結劑（如焦煤、肥煤或瀝青等）以後才能用來煉焦。

煤的粒度、裝煤的密度（用單位體積內的裝煤重量表示，噸/公尺³）、膠質層厚度及膨脹壓力有很大關係。經驗證明，煤粒越小，煤堆越緊，則生成的膠質體越多；煤堆越緊，膨脹壓力越大。為什麼用細粒煤煉焦，裝爐後為什麼必須將煤堆搗實，道理就在這裡。

現在，我們結合長爐來描述土法煉焦爐的結焦過程。

從焦爐的火門和火道（火龍）中發出的熱量，使爐中的煉焦煤結焦。概括地說，煉焦煤的溫度超過300°C後就開始軟化，並分出煤炭所含的水分和氣體。溫度上升到500°C後，軟化的煤逐漸膨脹而變為膠質體，同時，水分和氣體劇烈蒸發，並向阻力較小的方向逸去。因此，在膠質體中生成一些大小不同的孔洞，將來，這些孔洞就是焦炭上的氣孔。溫度繼續升高到600°C時，膨脹的膠質體便開始收縮和硬化，以後，逐漸形成帶有裂縫的焦炭。溫度到800°C以上，結焦過程就全部完成。

煉焦溫度和結焦速度的關係

表 3

順 序	溫 度 (°C)	結焦速度 (公厘/時)
1	300—400	0
2	400—500	0—2
3	500—600	2—6
4	600—700	6—9
5	700—800	9—12.5
6	800—900	12.5—14

煤是热的不良导体。在炼焦过程中，煤的导热速度也可以理解成结焦速度。炼焦温度和结焦速度有密切的关系（表3）。

但是，紧密接触的煤粒的导热速度大于松散煤粒，因此，在装炉时必须将炉料夯实打紧。

在炼焦过程中，焦炭沿着与加热面垂直的方向形成，因此，炉中焦炭的裂缝都与烟道的方向直交（图1）。

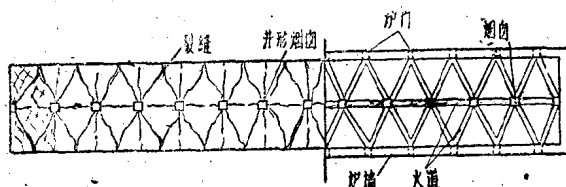


图1 焦炭在长炉中形成的裂缝

在炼焦过程中，因受热力的影响，煤中的挥发物蒸发成气体。煤焦油气和水蒸汽一同排出，这些种气体经过冷却后，便凝成煤焦油和焦水。煤焦油是宝贵的化工原料，由焦油中可以提炼出上千种的产品，焦水也是制造氮肥的原料，因此，一定要在炼焦过程中将这些宝贵的工业原料收回来。

回收焦油的方法很简便，只需要在焦炉中砌筑几条油沟。焦油气和水蒸汽经过油沟和冷却管便凝成煤焦油和焦水。由于焦油比水轻，它们自然就分成两层，焦油浮在上层，焦水沉在下层。

第四节 焦炭的质量标准

焦炭的性能和成分在不同程度上影响冶金过程，因此，不同用户对焦炭质量有不同的要求。现将这些足以影响冶炼过程的指标扼要介绍如下：

一、焦炭的水分：

焦炭的水分是相当高的，机械化熄焦时，水分平均为2—4%，人工熄焦时，则在6%左右。焦炭块度不同，水分也不同，大块焦炭的水分为2—4%，焦粉的水分为15—20%。焦炭水分均匀与否，对高炉熔炼的影响很大。因为，爐料都是按重量配成的，在高爐装料量恒定的情况下，焦炭的水分如有变动，自然会使每批爐料中的可燃物总量不同，结果，高爐操作不稳定。因此，要求冶金焦的水分均匀，同时还不能超过下列标准：机械化熄焦时，水分是2—5%；人工熄焦时水分应为5—8%。

二、焦炭的灰分：

焦炭的灰分决定于炼焦煤的灰分。在炼铁过程中，焦炭的灰分每增加1%，则焦炭消耗约增加2.5%，高爐的生产率反而降低2.4—2.5%。所以冶金焦的灰分规定为9.7—11%，鑄造焦为11.5—14%。

三、焦炭的硫分：

焦炭的硫分是炼铁过程的极有害的杂质。焦炭的硫如果进入生铁中（以硫化铁的形式存在），会使铁的脆性增加，不能鑄造强度很高的鑄件。因此，必须向高爐中加入大量熔剂，使硫进入碱性渣中，以免影响生铁质量。但是，

加入大量熔剂后，渣的熔点升高，不容易熔化。实践证明，焦炭的硫分每增加1%，则多消耗12%的熔剂，焦炭用量增加10%，高炉生产率反而降低20%。

因此，对冶金焦的硫分必须严加限制：特殊冶金焦（一级焦）的硫分不能超过0.02—0.08%，一般冶金焦（二级焦）的硫分不得大于1%，有色金属用焦（三级焦）的硫分不能高于1.6%。

四、焦炭的挥发分产率：

标准冶金焦的挥发分产率平均不得大于1.7%，有色金属用焦不得大于2%，炼铁用焦不得大于1.5%。

焦炭的挥发分产率能够代表焦炭的烧炼程度。焦炭的挥发分产率高于标准，表示未烧透，有生焦；焦炭的挥发分产率过低，这说明焦炭过火。这两种情况都应该避免。

五、焦炭的含磷量：

焦炭的含磷量甚小，且多集中于焦炭的矿物质中。焦炭中的含磷量虽然不多，但完全都进入生铁中，用含磷的焦炭根本不能炼出低磷铁。铁中含磷后，金属的脆性增加，在低温下强度锐减（冷脆）；钢中含磷，害处更大，因此，炼钢生铁的含磷量应最低。

焦炭的含磷量完全决定于煤，通常规定煤的含磷量不应超过0.015%。

六、焦炭的块度：

高炉多用重量配料。焦炭的单位体积重量（容积比重）远远低于铁矿石，因此，高炉的料柱中，约有70%左右是焦炭。