

選煤概論

閻慶甲編譯

龍門聯合書局出版

論 概 煤 選

閻 慶 甲 編 譯

龍門聯合書局出版

龍門聯合書局敬贈

前 言

本書是根據美國麻省工程學院教授李查德及羅克二氏合著的“選礦教程”中“選煤”一章，並參考國內有關選煤的書，編譯而成的。除章節系譯者加編外，第一章一二節中且稍有改動。

選煤也可以說是一種專門的學問，本書只簡略地介紹一些選煤的基本原理、常用的方法和普通的機械。對於一般學習選礦的人而言，可提供一些概念；對於具有實際經驗的工人同志而言，亦可作為參考，以獲得理論上的指導。但如想專門研究，還必須參閱各種講述選礦選煤的書籍。

國內出版專門討論選煤的書還很少，在國家正在大力從事經濟建設的今天，煤的採掘及應用範圍，必將日益擴大，選煤的技術亦必將日益發展，那麼，本書的出版也許會有點幫助吧！

本書文字力求淺顯易懂，盡量避免歐化的句子，名詞的譯例亦力求通俗，並盡量附註其他的譯法，又特將比較專門一點的名詞（在它下面用橫線標出），按它在本書中出現先後的順序，排列成漢英名詞對照表，附錄於正文之後，以便讀者參照引證。

譯者學淺識陋，書中錯誤之處在所難免，尚請讀者及方家多加批評，俾得加以改正。又本書原稿蒙晉德俊李敬和二同志校閱指正，併此致謝。

崗陵甲

一九五〇年九月於鞍山

目 錄

第一章 緒 論.....	1
第一節 選煤的意義.....	1
第二節 選煤的目的.....	1
第三節 原煤中的夾雜物.....	2
第四節 選煤的方法.....	4
第二章 選煤操作概要.....	6
第一節 選煤的各項重要操作.....	9
第二節 破碎.....	9
破碎機械的種類.....	10
單輥軋破機.....	10
雙輥軋破機.....	12
尖刃軋破機.....	14
鏈磨.....	14
粉磨機及磨粉機.....	15
旋轉破碎機；不拉德福特破碎機.....	15
第三節 粒度分類及品位分類.....	17
初步粒度分類.....	17
品位分類.....	18
再篩.....	19
粒度分類所用的器械.....	19
篩面.....	19
篩的布置.....	20
實地應用舉例.....	21

第四節 人力揀擇及機械揀擇	23
人力揀擇	23
機械揀擇器	24
埃莫雷板石揀擇器	24
巴爾蒂螺旋分選器	25
片石揀擇器	27
第五節 機械淨選	28
濕選與乾選	29
用機械淨選的煤的粒度	30
使用濃密度媒介物的濕選機	30
強斯法	31
其他重液證法	36
上行水濕選機	37
赫卓太特爾選煤機	37
莫尼水選機	39
莫尼圓錐分選器	40
長槽濕選機	42
羅氏法	42
水簸	46
威爾毛特·西帕來克斯水簸	47
愛爾摩水簸	48
鏈帶西門士分朋水簸	50
維薩克水簸	53
分選桌	54
泡沫淨選法與特稜特法	54
氣體桌	55
氣體簸	59
斯他木帕拿洗淨選機	59
空氣砂法	59
其他乾選法	60

淨選結果的估量	60
浮沉試驗	60
濕選能力曲線	64
粒度分類試驗	67
選煤操作中淨選結果的估量	67
濕選效率	68
日常松澀試驗	71
第六節 去水及乾燥	72
目的	72
煤中水分的性質	72
方法	72
第七節 細煤的收回；水的澄清和循環	77
攝式選煤廠所用的水	77
細煤的收回和水的澄清	78
第八節 煤在廠內的運搬	78
破碎和磨損	78
輸煤管	79
運搬器	80
升運機	81
自動裝料器	82
第九節 其他操作	82
黃鐵礦的收回	82
去屑	82
煤的化學處理及油處理	84
附 錄 一 選煤裝置實例	86
第一節 淨選烟煤的裝置	86
第二節 淨選無烟煤的裝置	92
附 錄 二 漢英名詞對照表	1-4

第一章 緒 論

第一節 選煤的意義

“選煤”的意思，就是說利用機械方法的處理，從原煤中選製出品質較高的各種煤。所謂原煤，是指最初由礦山採掘出來的、還沒有經過任何處理的煤。“煤的製備”或“煤的淨選”，也是指選煤而言。

選煤通常有“乾選”及“濕選”兩種方法。顧名思義，乾選是不用水的，而濕選則需要水。不論乾選或濕選，都是要除掉天然和煤聯合在一起的夾雜物，從而提高煤的品質，使適合於各種不同的用途。

可是，有很多地方所出產的煤，並不需要在出售前去除夾雜物。這種煤的準備工作，僅只是“分選”而已——就是用過篩的方法，把煤分成各種不同的粒度；有時還并用軋破的方法，以便多得到一些較小粒度的煤。

另外，還有很多地方所產的煤，除了過篩和軋破的機械分選以外，更利用人力揀擇，從較大的煤塊中，去除一部份的夾雜物；這樣也就可以得到相當完滿的淨選。

第二節 選煤的目的

選煤的目的，一般說來，固然是在於得到較高品位的煤；但是還應當從下列兩個立場去分別地加以研究：即煤生產者的立場，和煤消費者的立場。

煤生產者從事選煤的目的，在於從原煤中，取得分量最適宜的、可適合於各消費場合不同需要的煤；換句話說，就是所製出的各種品位各種粒度的煤，要盡可能的在數量上得到合宜的分配，滿足各方面使用

的需要：要盡可能地減少廢棄和生產操作過程中的費用，因而保證了生產者經濟核算制的執行和企業本身的發展；同時又要照顧了各級不同消費者的經濟負擔能力。所以煤生產者在進行選煤操作時，最重要的一點，便是考慮怎樣才能獲致生產者與消費者雙方面最大的經濟補償。

就煤消費者的立場而言，則希望由工業方法之選煤，而得到一種價廉物美的煤——這種煤比較純淨，其中所含不燃燒物質的成份較少。

淨煤的優點，可簡述如下：一、較有效地燃燒，及所燃每單位重量之煤可發出較多的熱。二、可獲得最大量熱的有效應用。三、每單位熱值所分攤的運輸及裝卸費用較少，包括由選煤廠運煤到消費地點、及處理不燃燒的煤渣或煤灰之費用在內。四、煤灰較少，比較清潔——這是對於家用燃料特別重要的一點。

第三節 原煤中的夾雜物

選煤和選礦的不同之點，在於：選礦是從較大體積的原始礦石中，選出較小體積的精礦產品，由此而提煉選取更少量的有用礦物，在選製過程中，會把較大量的原始礦石作為廢物而捨棄了；而選煤則是把體積不大的石渣中的夾雜物揀出，生產出佔原煤體積較高百分數的淨煤。此點可由下列事實得到證明：在美國，濕法選煤所棄去的石渣，平均只佔原煤的百分之八、九上下（按重量計算）。

煤內的主要夾雜物，可分別以灰分、和硫分為代表。“硫分”包括硫化鐵、有機硫、或硫酸鹽；其中硫化鐵，亦稱黃鐵礦，通常是白鐵礦，礦山術語亦稱為“硫球”；硫酸鹽通常是少量的，且對於選煤操作影響很小。“灰分”主要由板岩或頁岩、黏土、方解石、石膏、和當煤層構成時，由原始植物分解所遺留下來的某些礦物組成。在極為罕見的例子中，也可能包含有其他的夾雜物，例如磷酸鹽礦物。

夾雜物的物理形態 依據夾雜物和煤在一起時的物理形態，它們可分成下列二類：一、不能去除的夾雜物——它們和煤密切混合在一起，構成煤的組織的一部份，不能用機械方法加以分離。二、可去除的

夾雜物——它們結塊地夾雜於煤內，可用機械方法加以分離。

不能去除的夾雜物在原煤中所佔的百分數，決定了可由原煤選得的最純淨部份中，灰分和硫分的最低量，因此，這此灰分和硫分的分量也就是選煤操作所得產品中可能達到的最低限度。和此不能去除的夾雜物的百分數相當的極限值，定名為“固定的”或“黏附的”灰分和硫分。很明顯的，作為淨選目標的極限值，多少依靠着煤的軋碎程度而定；因為，煤軋碎得愈精細，夾雜物被分析或游離出去的機會愈多，極限值便愈為減小。在選煤問題中，“黏附的灰分及硫分”較直接而普遍的意義，在本書第二章第五節中，討論煤的浮沉試驗和煤的濕選能力時，將有更清楚的說明。

不能去除的夾雜物，通常為下列三種：有機硫，細密散佈的硫化鐵，和勻細分散的灰分物質（包括因原始植物分解而殘餘的礦物物質）。有機硫是真正的煤質的一部份，不管煤軋碎得多麼精細，都不能用機械方法加以去除。硫化鐵，像在裂面內的薄片或鱗片、或像顯微鏡下能見的散佈粒子，雖可藉精細軋碎和仔細分選，去除到一定的限度（即去除一部分）；但實際上，選煤操作所軋碎的程度，通常都不能使硫化鐵和煤分離。煤中勻細地分散着的灰分物質，按灰分逐漸增多的順序排列，可呈現為下列五種不同的形態：一、有光煤、二、無光煤、三、骨煤、四、碳質頁岩、五、頁岩。其中無光煤、骨煤、碳質頁岩三者中，灰和煤的成分彼此密切交互接合，以至於機械方法的分離是不易做到的，甚至不可能的。

可去除的凝集的夾雜物 係由頁岩、黏土、及硫化鐵組成。偶然也有極少量的方解石和石膏。頁岩、黏土、和板石係成層地存在於煤層之間，像由裂罅內滲入似的；或者是在開採和裝運過程中，由煤層之上部或下部帶入的外來的夾雜物。在現代，由於機械裝運日益發展，代替了人力裝運，外來的夾雜物比以往增加了一些。至於可去除的硫化鐵則有三種不同的形式：第一種像球團狀存在於煤層之內，直徑由幾分之一吋到幾呎；第二種像透鏡似的存在於煤層中，它的側面尺寸，最大者

有二三呎厚、幾百呎長；第三種則像脈狀或線狀似的存在於煤層之中。

第四節 選煤的方法

機械選煤所用的各種方法，在很多方面都類似於選礦所用的方法。在某些場合中，同一的機械，或許只要稍加更改，就可同時使用於這兩種操作。一般說來，選煤和選礦所根據的原理是相同的：不過有些原理對選礦較為重要，有些則對選煤較為重要而已。

選煤方法的一個重要特色，就是：其處理必須迅速而省費——這一點在選礦操作中，却並不是絕對重要的——因為煤須是一種廉價的產品。因此，由數個各能單獨處理大量噸位的機構所組成的簡單選煤廠是需要的。

另一個對於選煤為重要、而對於選礦則不大重要或根本無關緊要的因素，是在各個處理階段中，從開採起、經過分選、運輸、以至最後輸送到消費者手中為止，煤必須只有最少量的“磨損”。所謂磨損，是指較大塊煤（如大煤）破碎為較小的塊粒——由於處理及裝運時的磨削和擦損。磨損的分量應當最少這一點是重要的，因為煤的價值視其塊粒大小而定；一般說來，塊粒愈大，一般的品價也愈高。

現代所用選煤方法，大都依據比重分選的原理。但這個原理對於選煤的應用，却不同於對於選礦的應用；因為選礦時，要選出較重的有用礦物，去除較輕的無用物質，而選煤時，有用的煤是較輕的，所要選除的夾雜物則是較重的。第一表列示普通烟煤中各種成分的比重範圍。

第一表 煤的各種成份的比重

烟煤.....	1.25 至 1.35	頁岩.....	2.0 至 2.6
骨煤 或 腐問物).....	1.35 至 1.7	黏土.....	1.8 至 2.2
硬質頁岩.....	1.6 至 2.2	硫化鐵.....	4.8 至 5.2

從這些數字中，可明顯地看出：骨煤和比重在 1.35 至 1.6 或 1.7 之間的

居間物的分選，在比重分選中將是最感困難的。因此，濕法選煤的難易，和原煤內居間物的分量多少，有很密切的關係。在這種物質含量較高時，其中多少可容許歸於淨煤產品中，多少應選出、予以拋棄，也是需要加以考慮確定的。在例外的情況下，甚至需要對於這種居間物的再軋碎和再處理；而某幾種主要選煤法，則祇要再處理而無需再軋碎。原煤和濕選所得淨煤產品的比重分析，對濕選操作的控制，至關重要，且可以供給操作者以明確的指示，使能明瞭其所從事的分選的性能。煤的比重分析的技術和應用，將於後文詳述。

第二章 選煤操作概要

送到選煤廠去的原料，通常是由礦坑內採出的各種粒度（由大塊到細屑）的原煤。從選煤廠運出的產品，則包括一種或多種的淨煤產品和一種廢棄的物質。爲了獲得每噸原煤的最大經濟價值，通常需要製出幾種品位的淨煤：依照塊粒大小分別品位，或依照灰分和硫分的多少分別品位，或則依照二者分別品位。操作者依據供求情形、隨時調整每種品位的煤的產量，由而使其全部產量處於儘可能最經濟最有利的狀態。

無烟煤是依照以圓眼篩爲基準的某種商用粒度*供應的。其明細規格如第二表所示。表內所列粒度名稱中，顆煤亦稱一號顆煤，大米煤亦稱二號顆煤，大麥煤也叫三號顆煤。表內未列出的產量較少的他種粒度的煤，計有：大煤，在6吋以上；汽船煤， $4\frac{3}{8}$ 至6吋之間；四號顆煤， $\frac{3}{16}$ 至 $\frac{3}{8}$ 吋之間；五號顆煤， $\frac{3}{16}$ 吋以下。四號及五號顆煤混合在一起時，也叫“粉煤”或“末煤”。“櫃子煤”和較大的煤大都爲家庭用煤，其市場價格最高。“顆煤”一類粒度的無烟煤，通常也稱爲“汽鍋用煤”。第三表列示：1934年美國賓夕凡尼亞無烟煤礦所生產的各種粒度的煤之百分數，和它的平均價格。這些數字包括裝送原煤至軋碎場所的費用，也包括從舊煤爐堆中收回一定量的較細粒度之煤——那些是從前視爲廢物而分選掉的。在較長時期的統計中，可以看出一種普遍的傾向：逐漸生產較多量的較細碎的煤；同時也可以看出對細碎塊粒更精細分選的一種趨勢。這些是煤的燃燒技術改進、和碎煤實際應用技術提高的直接結果。

無烟煤較爲結實，且所含揮發性物質很少。大煤在點燃時，僅只

* 編者註：很明顯的，所謂商用粒度，完全因所在地的供求情形和經濟基礎的本質而改變，這裏所述的僅是美國的成例，應加注意。

表面燃燒，因而需要不斷地通入空氣，以促進燃燒。就因為這個緣故，才必須分成一連串不同粒度的塊粒。但是，假使把各種粒度的煤混合在一起燃燒，那麼填塞在大煤塊空隙間的較小煤塊，便堵住了空氣的入口，反而得不到良好的燃燒。

第二表 標準無煙煤規格(以圓眼篩為準)

商 用 名 稱 (按粒度分類)	篩眼直徑(吋)		容許的最大百分量				
	通 過	通不過	粗 粒	細 粒	板 石	骨 煤	灰
蛋 煤	$4\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{4}$	5	15	$1\frac{1}{2}$	2	
蛋 煤	$3\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{16}$	5	15	$1\frac{1}{2}$	2	
爐 灶 煤	$2\frac{7}{16}$	$1\frac{5}{8}$	5	15	2	3	
核 桃 煤	$1\frac{5}{8}$	$\frac{13}{16}$	5	15	3	4	
櫻 子 煤	$\frac{13}{16}$	$\frac{9}{16}$	10	15	5	5	
顆 煤	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$	10	15	—	—	15
大 米 煤	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	10	15	—	—	15
大 麥 煤	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{32}$	10	20	—	—	15

第三表 賓夕凡尼亞無煙煤礦 1934 年產量表——粒度及價格

商 用 名 稱 (粒 度)	佔總噸數之百分數	平均售價(美元/噸)
蛋煤和更大塊的煤.....	0.3	5.43
蛋煤.....	7.9	5.88
爐灶煤.....	22.4	5.23
核桃煤.....	25.5	5.98
櫻子煤.....	10.6	4.40
家用煤合計.....	66.7	5.80
顆煤.....	15.3	2.86
大米煤.....	8.6	1.66
大麥煤.....	7.6	0.97
其他(包括四號顆煤).....	1.8	0.89
汽鍋用煤合計.....	33.3	1.98
總計.....	100.0	4.53

無烟煤的淨選，比烟煤困難，故需要多加注意；因為：第一，很多開採出來的無烟煤，比一般的烟煤較為污垢，第二，無烟煤的全部產量中、大約有三分之二出售作家用燃料，因而也就需要較高的純淨標準。因此，事實上美國所生產的無烟煤的全部，是使用稱為“破碎機”的濕式或乾式選煤裝置、加以處理的；此種破碎機，在真正用以淨選的機械以外，並包括用以減小煤的塊粒、使各種粒度之間成適當比例的各種軋破機，和用以分成各類商用粒度的篩。

“烟煤”的淨選則稍有不同：它在出售前的粒度分類，既沒有那樣廣闊的範圍，也不一定那樣標準化；而且在大多數的選煤廠中，對於各種粒度的煤以及其混合品的生產量，都可視消費需要而加以伸縮，它的彈性範圍是很大的。在某些選煤廠中，原煤或濕選過而沒有分類的煤，可直接出售，而無須篩分；但卻也有相反的。在粒度分類方面，這個選煤廠和那個選煤廠之間，可能發生相當多的實際上的差別；而且，在具有同一商用粒度名稱的煤的粒度，在各廠之間也可能有實質上的差別（參閱本書第三章第一節）。例如一個選煤廠可以生產出：2吋到6吋之間的一種或兩種蛋煤， $\frac{3}{4}$ 吋或1吋到2吋之間的一種或兩種核桃煤，或者在 $\frac{1}{4}$ 吋到 $\frac{3}{4}$ 吋或1吋之間的一種“給煤機用煤”，以及所有通過2吋篩、1吋篩、 $\frac{3}{4}$ 吋篩、 $\frac{1}{2}$ 吋篩、或甚至 $\frac{1}{4}$ 吋篩的煤屑或篩屑；此外，並時常具有製造上述各種粒度的混合品的設備。上述的數字說明了各種粒度品類名稱的不精確。而且也可以發現：同一粒度的煤，在不同地區、有不同的名稱。

烟煤的產量，大都由鐵路、焦炭工業、一般製造工業、公用事業、和家庭消費者所吸收。進一步去討論：何種煤最適合於何種用途，其明細規格如何，需要怎樣的處理：是超出了本書範圍以外的，只能加以省略。然而，所應當特別注意的是：任何採煤及選煤事業的成功與否，大都視其各種煤產品的生產能力、能否適應不同而時常改變的消費需要而定，正像依靠着它自己選煤裝置（濕式或乾式）的絕對淨選（或濕選）效率（參閱本書68頁）一樣。

第一節 選煤的各項重要操作

雖然，如前所述，在無烟煤和烟煤的淨選之間，有一些重要的差別，但二者所用的淨選方法却是相同的。因此，二者將合併討論，而在必要時說明其主要差別之點。選煤的各項重要操作，可歸納為下列的八類：

1. 破碎。
2. 粒度分類及品位分類。
3. 人力揀擇及機械揀擇。
4. 機械淨選：包括試驗與控制。
5. 去水及乾燥。
6. 細煤的收回；水的澄清和循環。
7. 煤在廠內的運搬。
8. 其他操作。

上列的分類，不應當視作一種操作程序、或操作一覽表（雖然很多選煤廠全部包括這些操作），而毋寧是一種便於討論的分類方法。下面就依次加以討論。

第二節 破 碎

煤的破碎，可用以達成下列的一種或幾種目的：一、在淨選操作前，減小原煤中的粗大塊粒為較小塊粒，如屬原始的或由人力揀擇出來的大塊煤不便銷用的話；二、把人力揀擇出來的大塊煤減小，以備供應、或從事進一步的淨選；三、減小機械淨選所得的較大塊煤為較小的粒度，如果後者具有較好的銷路、或較大需要的話；四、去除原煤或中間產品（由人力揀擇或機械淨選所得）中的夾雜物（板石、骨炭、硫化鐵等），以備進一步淨選。

機械給煤機與粉煤燃燒的普遍使用、瓦斯工業對煤的需求、及燃燒技術的發展，提高了對於較破碎之煤的需要。因此，有些選煤廠具有

充分的軋破設備，以便在必要時可軋碎其全部噸位的較大塊煤。

在軋破煤時，應盡可能獲得一種齊一的軋碎產品，使有最少量的粗粒、和最少量的細粒與細煤（粗粒是指篩過後留於篩面之上不能通過的塊粒，細粒為穿篩而下之塊粒，細煤則為較細碎之煤的統稱，相當於粉煤、屑煤或更細的煤；例如：要想軋碎得到1吋到2吋之間的核桃炭時，不能通過2吋篩的粗粒應當是最少量，而能夠通過1吋篩的細粒或細煤也應當是最少量，這樣才能得到大量的1吋到2吋的齊一的產品）。這和選礦時的軋碎礦石相比，更為重要。因為：第一，軋碎、過篩、並經過淨選處理後的煤，將會自然地分成各種品位的煤，而且其中若干種會比其他各種具有較高的品價；因此，在軋碎大塊煤時，最合消費需要那種粒度的煤，應使有最大的產量。第二，在選煤操作中，細碎的煤較難處理；如果所佔比例太大，則不僅不能對細煤本身作有效的淨選，而且由於細煤的存在，也阻礙了對於他種粒度之煤的淨選及其他操作。事實上，有些選煤廠往往在淨選前先把較細碎的煤分選出來，然後依照其純淨度或則加入到淨煤產品中去，或則視同廢物、加以拋棄。

上述的需要，在煤的破碎機的設計及操作中就表現出來。煤的破碎機械與礦石的破碎機械不同；標準的礦石破碎機，不能適合煤的有效而精密的軋碎；特殊型式的破煤機已經發展起來。這些將在下面幾段中簡略地加以敘述。

破碎機械的種類 用以破碎煤的主要機械，可分類如次：

輥式軋破機：

單輥。

雙輥。

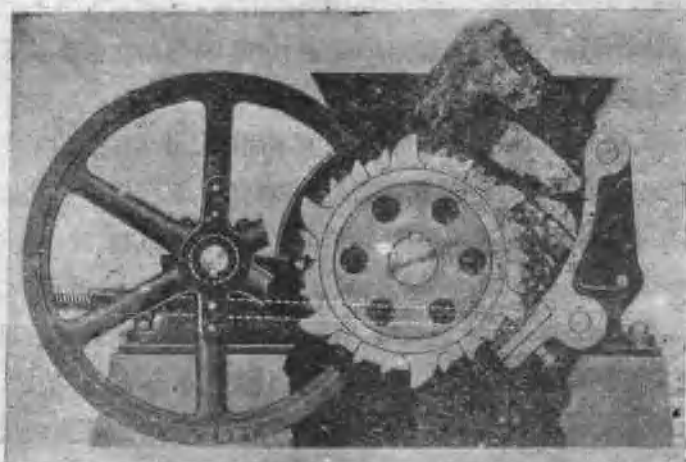
尖刀軋破機。

鈍磨。

粉磨機及解磨機。

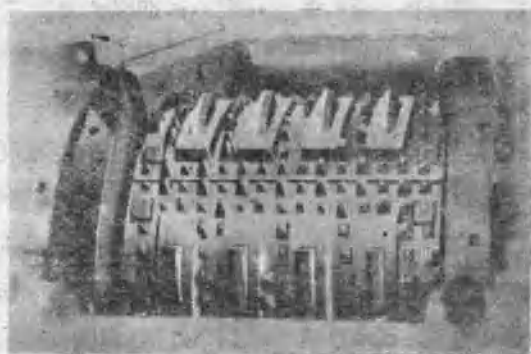
旋轉破碎機（不拉德福特式）。

輥式軋破機 第一圖a表示傑福雷單輥軋破機的斷面圖。這種



第1圖 a 僅屬單輥類破機斷面圖

機械代表軋煤機的最簡單的形式，主要為三部份：重的鑄鐵架子，軋破輥，和固定的軋破板。輥軸由副軸之齒輪傳動，而副軸則由滑輪傳動，軋破輥由一個鼓形筒、及直豎其上的許多齒形物構成，如第1圖 b 所



第1圖 b 啓開的軋組圖

示。這些齒形物是特別設計成的，用以扼緊煤塊，迫使進入軋破孔；較