

煤質評價的幾個問題

郑明煥

煤質研究工作，是煤田地質普查勘探中一項重要的任務。正確的確定普查或勘探區域內煤層的工業牌號，做出正確的煤質評價，對合理的利用祖國地下資源，發展國民經濟有着重要的意義。特別是在全民大搞鋼鐵迫切需要煤焦煤的情況下，做好煉焦煤的煤質評價，為當前煤田地質工作中一項突出的任務。

目前煤質評價上還存在着很多問題和缺點，妨礙煤質研究工作的進一步提高。本文試就這些問題，提出一點意見，供同志們參考。

一、煤岩成分與煤質的關係問題

影響煤質的因素很多，但歸根到底最基本的和最重要的只有兩個，即煤的變質程度和煤岩成分。這是兩個互不依賴的成因標誌。煤岩成分決定於泥炭沼澤的堆積環境；變質作用只能在煤岩形成之後，在各組分上留下影響，但不能改變它們之間數量上的比例。

變質作用對煤質的影響，已為我們所熟悉。但煤

岩成分與煤質的關係，還不是所有的同志都已十分了解。很多隊的同志蒐集了不少煤岩資料，僅僅被堆積在儲量報告中，而沒有與化學分析，工藝試驗資料聯繫起來闡明煤質。這一方面是由於過去的煤岩工作偏重於形態描述，煤岩組分沒有按工藝要求來劃分；另一方面是很多從事煤田地質工作的同志，對煤岩成分與化學、工藝性質之間的關係，缺乏了解。

從煤的工藝觀點出發，把煤岩成分劃分為三組——鏡煤組，絲炭組，角質組（包括大、小孢子，花粉體，角質層，樹脂體，木栓組織等）是比較合適的。鏡煤組具有良好的粘結性，在低變質階段到中變質階段粘結性逐漸增加，到第Ⅲ（肥煤）第Ⅳ（焦煤）變質階段達到最大值。中變質階段以後，粘結性即隨變質程度的增高而逐漸降低，以致完全消失；絲炭組的揮發分產出率（ V_r ），介乎絲炭組角質組之間，在變質過程中呈現平穩的下降（見圖4）。絲炭組的特点是揮發分產出率（ V_r ）很低，一般在15%以下，

很少能達到18%，並在變質過程中很少變化，在任何變質階段，絲炭組均不具有粘結性。角質組的特点是具有最高的揮發分產出率（ V_r ），可以達到80%以上，常比同一煤層中其它兩個組分高的多，如表1所列。頓涅茨1號煤樣牌號為Ⅱ，孢子（角質組） V_r 為76.76%，比鏡煤組高28.24%，比絲炭組高52.07%。表2所列軒崗四七層煤也有同樣情況，角質組的 V_r 為63.7%（比重液小於1.24，角質組含量為99%時的分析結果）

烟煤岩石學組分的性質（根據И.И.涅斯切林柯）

表1

號	煤 種	真比重	工業分析 (%)			元素分析 (%)		粘結性 (N _r N)	氣體開始 逸出溫度	
			W _a	A _c	V _r	C _r	H _r			
1	頓涅茨Ⅱ	—	6.79	3.79	47.37	—	—	—	—	
	a) 原煤	—	6.79	3.79	47.37	—	—	—	—	
	b) 鏡煤	1.234	7.39	1.86	37.52	76.47	4.97	10.8	286°C	
	c) 絲炭	1.410	1.13	4.56	13.69	97.78	2.85	0.0	340°C	
2	頓涅茨Γ ₂	—	2.21	6.15	38.87	80.66	5.50	19.7	310°C	
	a) 原煤	—	2.21	6.15	38.87	80.66	5.50	19.7	310°C	
	b) 鏡煤	1.256	4.04	1.24	34.99	89.08	5.30	20.8	335°C	
	c) 絲炭	1.430	1.15	4.97	15.71	89.00	3.15	0.0	380°C	
3	頓涅茨ЖΓ	—	1.57	5.31	34.28	84.28	5.18	17.9	365°C	
	a) 原煤	—	1.57	5.31	34.28	84.28	5.18	17.9	365°C	
	b) 鏡煤	1.288	1.97	0.26	32.67	83.27	5.35	19.7	395°C	
	c) 絲炭	1.420	0.68	3.71	14.57	90.39	3.20	0.0	410°C	
4	頓涅茨ΠC ₂	—	0.42	8.65	12.38	90.80	4.40	0.0	—	
	a) 原煤	—	0.42	8.65	12.38	90.80	4.40	0.0	—	
	b) 鏡煤	1.3178	0.58	2.19	12.13	90.03	4.14	0.0	—	
	c) 絲炭	1.5917	0.38	10.88	5.52	95.53	2.56	0.0	—	
5	基澤爾	—	0.58	6.24	48.97	83.28	6.26	24.4	347°C	
	a) 原煤	—	0.58	6.24	48.97	83.28	6.26	24.4	347°C	
	b) 鏡煤	1.25	—	2.20	67.85	79.10	6.97	46.2	328°C	
	c) 孢子(84%)	1.25	—	2.20	67.85	79.10	6.97	46.2	328°C	

比原煤 V^r 高27.03%，角質組雖然也有粘結性，但由於揮發分產出率很高，單獨煉焦時不能獲得高強度的焦炭，但在低溫干餾過程中，可以獲得較高的焦油產出率。

表1的資料，清楚的說明三組煤岩成分的工藝特性。我們可以看到鏡煤組與角質組是煤層的粘結性負荷者，構成煤的粘結成分，絲炭組是煤的瘦化成份，在結焦過程中起瘦化作用。從表2上可以看出煤岩成

軒崗四七層氣煤各比組級岩相組成和性質（根據王祖伯等）

液體比 重級	各比組級 煤產率	岩相組成(%)			工業分析(%)			元素分析(%)		粘結性		粘結 性物 含質 量
		鏡煤類	絲炭類	角質類	W^a	A^c	V^r	C^r	H^r	Lr	Cn	
原煤	100	57	18	25	1.44	9.24	36.67	84.56	5.30	87.2	14	
>1.40	18	37	32	31	1.42	24.87	35.49	85.76	5.45	21.6	7.1	50.1
1.40—1.35	22	43	30	27	1.72	10.41	33.33	84.91	5.23	52.9	8.2	61.5
1.35—1.30	30	52	23	25	1.45	5.66	35.28	84.90	5.33	83.6	10.6	71.5
1.30—1.28	19	73	11	14	1.80	2.87	36.93	85.02	5.29	91.9	16.7	35
1.28—1.27	6	83	5	12	1.77	1.75	38.60	84.83	5.64	93.9	17.0	92
1.27—1.26	2	69	6	34	1.70	1.05	41.62	—	—	—	—	—
1.26—1.25	1	29	7	64	—	—	44.14	—	—	92.9	—	—
1.25—1.24												
<1.24	2	0.5	0.5	99	—	—	63.70	—	—	79.7	—	—

分對煤的工藝性質的影響，同一煤層同一煤樣，粘結性和揮發分產出率（ V^r ），隨粘結成分和角質組含量的增高而上升，隨絲炭組含量的增加而下降。

絲炭組既然是煤層中的瘦化成分，能不能說它在

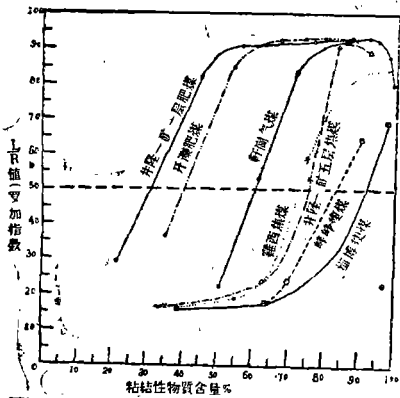


圖1. 粘結性與岩相組成關係
（根據王祖伯等）

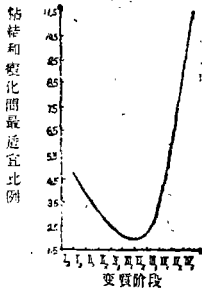


圖2. 不同變質階段煤中
粘結和瘦化成分間
最適宜比例

結焦過程中毫無積極作用呢？事實證明這樣來理解絲炭組對結焦性的影響是片面的。在適當的變質階段，加入適當比例的絲炭組分，並不降低焦炭的強度，特別在高揮發分，強膨脹的肥煤中加入適當的絲炭成份不但無害，而且有利。如梅耶爾曾把10%的絲炭組加入賴巴斯克拉斯諾頓的肥煤中進行結焦試驗，結果焦炭強度由原來63.8公斤/平方公分，提高到89.6公斤/

平方公分；膨脹壓力由8200公斤，減少到5300公斤。

由於煤的變質階段不同，達到同樣粘結力所需要的粘結成分含量和允許瘦化成分的含量是不一樣的。如圖1開灤的肥煤，達到LR值（羅加指數）60的粘結力，只需粘結成分含量45%左右，而淄博的瘦煤達到同樣粘結力，卻需要粘結成分94%以上。但在不同的變質階段的煤中，粘結成分與瘦化成分之間的比例，究竟怎樣才算最適宜呢？目前由於研究工作做的不

表2

夠，還不能得出一個

適合於一切煤田的結論。但二者之間，大致有这样的關係：由低變質階段到中變質階段，粘結成分與瘦化成分的最適宜比例，逐漸的減小，中變質階段達到最小值，中變質階段以後，這個比值激烈的增長。根據阿莫索夫，耶列明等人對庫茨基

茲煤層的研究資料（如圖2），在Ⅲ₁—Ⅲ₃（相當肥煤）的變質階段，二者之間最適宜的比例約為2:1，到Ⅳ₁—Ⅳ₂（相當焦煤）變質階段時，激增到6:1左右，也就是說，在Ⅲ變質階段以後，隨著變質階段的增高，絲炭組對粘結性的破壞愈來愈大到Ⅳ變質階段（相當焦煤）以後，絲炭組就失去了它在煉焦過程中的積極作用，任何數量絲炭組成分的增加，都意味著結焦性能的降低。

二、變質階段與工業牌號的概念問題

反映煤質研究中的另一問題，是很多同志把變質階段與工業牌號這兩個不同的術語，理解為等同的概念，把工業牌號理解為變質階段的同義語。這種由來已久的混亂叫法，直到現在還被廣泛的濫用着。這種情況影響煤質研究工作的進一步深入。

變質階段這一術語的概念，只應該理解為在變質作用的影響下，所引起煤物質本身分子

羅加指數（LR）是一種測定煤粘結力的實驗室方法，為波蘭煤化學家布·羅加教授所首創。以小轉鼓試驗大於1公厘的焦塊表示。公式如下： $LR = \frac{g + g_1 + g_2}{2}$

$+ g_1 + g_2 \times \frac{100}{3Q}$ 其中Q為試樣重量，g為試前大於1公厘的焦塊重量， g_1, g_2, g_3 分別為第一、二、三次試後大於1公厘的焦塊重量。

等变质程度不同岩相成分煤的特征
(根据阿莫索夫)

表 3

煤样号	煤 层	牌 号	变质阶段	絲炭类成分	A ^o (%)	V ^r (%)	Y (mm)
191	Полкашгинский	Ж	III ₃	13	10	31	34
73	IV Внутренний	K _I	"	24	24	31	20
158	III "	K	"	32	10	25	16
8	Третий	K _I —K ₂	"	40	15	26	14
162	Лутугинский	K ₂	"	40	4	25	15
341	Бзымянный	CC	"	44	16	25	8
110	Мощный	CC	"	45	10	—	—

結構和性質的改變達到了某種程度，它反映煤物質結構側鏈基的斷裂，縮合和多環碳網“核”的增長這一內在過程；而現行的工業牌號，則是根據工業要求制定的技術指標，反映煤的加工技術性能。它是由 V^r 與 Y 兩個指標決定的。我們知道 V^r 與 Y 是兩個多因數的函數，不是由變質程度一個因素決定的，煤岩成分對它有同樣的影響。等變質階段而煤岩成分不同的煤層，常常有完全不同的工業牌號，如表 3，所有煤層變質階段都是相同的，由於絲炭組含量不同，V^r 相差 6%，Y 相差 26 公厘，因而牌號由 Ж 變化到 С.С.。表 2 的資料也可說明同樣情況，當鏡煤組、絲炭組，角質組含量

煤變質階段的表示法
(根據阿莫索夫) 表 4

分別為 43%、30%、27% 時，V^r 為 33.33%，粘結性為 8.2 (И.Г.И)；當鏡煤組、絲炭組，角質組的含量分別 60%，6%，34% 時，V^r 升高為 41.62%，當角質組含量達到 99% 時，V^r 竟增加到 63.7%。這是同一煤層同一煤

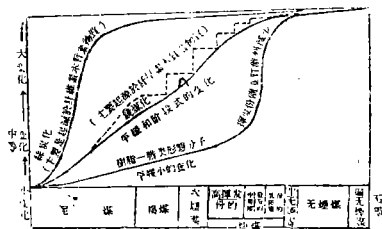
近似相應的煤類和牌號	變質階段	變質階段劃分成亞組表示法
褐 煤	0	0 ₁ 0 ₂ 0 ₃
長 焰 煤	第 一	I ₁ I ₂ I ₃
氣 煤	第 二	II ₁ II ₂ II ₃
肥 煤	第 三	III ₁ III ₂ III ₃
焦 煤	第 四	IV ₁ IV ₂ IV ₃
瘦 煤	第 五	V ₁ V ₂ V ₃
貧 煤	第 六	VI ₁ VI ₂ VI ₃
高變質的貧煤	第 七	VII ₁ VII ₂ VII ₃
無 煙 煤	第 八	VIII ₁ VIII ₂ VIII ₃

樣的試驗結果，所經歷的變質作用應該是一樣的，但 V^r 與粘結性的變化卻如此懸殊。由此可見，把工業牌號與變質階段這兩個術語混同起來，會導致怎樣的錯

誤。為了使這兩個術語不致混淆，建議採用表 4 以第一、第二……表示變質階段和現行以 Ж、Г……所表示的工業牌號區別開來。

三、三種煤岩成分在變質過程中的變化規律和 V^r 能否代表變質程度問題

按照現代概念，煤物質分子結構的基本單元，是由六角多環碳網“核”和聯系着各種元素功能團的側鏈基所構成的。側鏈基具有較小的熱穩定性，在變質和熱處理過程中，逐漸裂解，縮合而增大多環碳網



第 3. 絲炭，鏡煤及角質組在變質過程中的組煤岩成分變化 (示意) (根據鵠爾柯夫斯基·揚)

物理化學性質的不同，是由分子結構不同和碳網“核”與側鏈基的比例不同決定的。絲炭組在形成以後，既不具有粘結性，揮發分很低，在顯微鏡下不透明，而且在變質過程中很少變化。這反映絲炭組在泥炭形成以後，側鏈基的斷裂、縮合已達到很高的程度，多環碳網“核”已佔主導地位，角質組與絲炭組相反，V^r 很高，有很好的透明度，并在中變質程度以前，呈現緩慢的降低，反映角質組有較小的碳網“核”和側鏈基的數量比，并側鏈基的斷裂和碳網“核”的增長速度較慢。中變質程度以後，V^r 急劇的減少，反映側鏈基在這個階段大量的斷裂和碳網“核”的急劇增長。

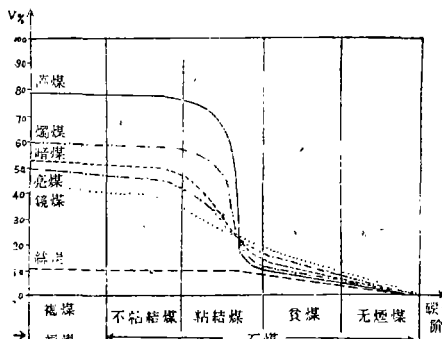


圖 4. 煤岩相的跳躍——揮發份與碳化階段的关系 (根據：鵠爾柯夫斯基·揚)

在顯微鏡下的透明度和高揮發分產出率的特征，逐漸消失，而漸趨與鏡煤組一致。鏡煤組的 V^r 和透明度，由低變質程度到高變質程度，呈現平穩的下降；反射率、折 射 率 呈 現 平 穩 的 上 升，這顯示側鏈基的斷裂

中哈薩克斯坦 金屬成礦綜合預測圖(續)

К.И.薩特巴也夫院士

五、金屬成礦綜合預測圖的主要理論成果

1. 中哈薩克斯坦區全部成礦作用, 根據年代可分成6個大地構造階段, 而根據地質地球化學特征可分成50個金屬成礦類型, 其中27個為內生的, 其特征和發展階段載於表1內。

2. 在中哈薩克斯坦區, 已有重要事實證實內生成礦不只一個年代。該區的內生金屬礦床生於前寒武

紀, 加里東運動早期(薩拉伊爾期)和晚期。華力西早期和晚期。這方面的直接地質證據是年代較新地層的岩石內混有早期成礦作用生成的礦石碎塊; 含礦侵入體的絕對年齡鑑定成果也證實了這一點。這些證據完全推翻了施聶捷爾亨關於大含礦區一次金屬成礦作用的理論。

3. 中哈薩克斯坦區不同年代生成的礦床一般分佈距離很遠, 達數百公里。

中哈薩克斯坦區成礦特征和發展階段

表1

順序	成 礦 階 段	主要的 大地構造	成礦類型的 數量				
			內生的	外生的			
1	前古生代	地 槽	3	1	鐵、鎳、石棉	金、鎢(白鎢礦)、鈦	銅、錫、鈷、鉻
2	加里東早期(寒武紀加奧陶紀)	地 槽	5	3	銅、金、硫、銀(重晶石)	金、鈾、鐵、鈷、錳、鉛鋅、銀、石墨、磷	鈷、鎳、鉛石、硼
3	加里東晚期(哥蘭加下泥盆紀)	地 槽	5	1	金	銅、鐵、錳、鈷、鋁	銀鉛、鎳、鈷
4	華力西早期(中泥盆盆加中石炭)	陸 棚	5	3	鐵、錳、煤、鋁(剛玉、水鋁石、紅柱石)	銅、鉛、鋅、錳、銀、鈾、鉍、鈦	金、鎢、鎢(白鎢礦)、輝鎢礦、銀、鈷、硼
5	華力西晚期(上石炭加二疊)	陸 台	9	3	銅、鉛、鎢、鋁、銀	鐵、錳、鋅、銀、鎳、錫、硫、硼、磷	碑、鎳、汞、鈷、帶、錳、鎳
6	齊魯利-阿爾卑斯階段	陸 台	—	12	鋁(鋁土礦)鈦(砂礦)煤、鎳(風化鐵殼)銅(膠結帶)	硫(硫酸鹽)、錳、錫和金(砂礦)、礦物鹽	鎢、鈷、磷、鈾

應該在主要金屬方面或伴生元素方面, 它們的地球化學成分都有顯著的區別。這些事實說明了中哈薩克斯坦沒有施聶捷爾亨(Шнейдерхен)提出的“再生”內生礦床。

4. 通過對中哈薩克斯坦內生成礦的分析研究證實了金屬成礦, 特別是有色和稀有金屬成礦僅在地槽

和碳網“核”的增長速度是平穩的, 不象其他兩組呈現“跳躍”的形式。但是應當指出, 不管三組成分原來的分子結構, 工藝性質和它們在變質過程中所表現的規律怎樣不同, 隨着變質程度的增高, 都將逐漸接近而趨向一致。

我們了解到三組煤岩成分的性質和分子結構的關係以後, 它們在變質過程中的變化規律之後, 就不難理解, 綜合煤樣的 V_r 在煤岩成分不均一的情況下, 是不能反映出真正的變質程度的。單一的絲炭組和角質

帶的這種盛行的理論概念已不成立, 在中哈薩克斯坦許多規模最大的, 往往是世界上最大的銅、多金屬、鎢、鉬礦床就是華力西晚期的產物, 而這時該區還是一個長期受深部構造斷裂破壞的典型陸台。由此可見, 關於地槽和陸台上金屬成礦特征以及地殼主要大地構造單元內部詳細分類等重要問題, 還需要作進一

步的 V_r , 由於在變質過程中, 呈現“跳躍”的變化, 用來確定變質程度, 也是有困難的。只有鏡煤組的揮發份產出率(V_r)和反射率, 折射率隨變質程度的增高而呈現平穩的下降和上升(如圖3, 圖4)。它們與變質程度的關係接近是一條直線, 可以正確的反映變質程度由低到高的變化過程, 準確的劃分變質階段。表4所列的阿莫索夫的變質階段的劃分, 就是根據煤的反射率確定的。可以肯定, 這種方法比用綜合煤樣的 V_r 來確定變質階段, 有更高的科學性和準確性。