

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

山西汾河中游太原系山西系煤的煤岩特征及其与牌号规律的关系

董 名 山

(中华人民共和国地质部矿物原料研究所)

本文所论述的范围为汾河中游灵石、孝义、离山等地。这些地区的地質情况基本上与我国北方各地石炭二叠紀煤田相同。煤系地層出露良好,构造简单。所有可采煤層均位于上石炭紀的太原系及石炭二叠紀山西系,而石盒子系仅見有煤綫。当地生产小窑数目众多,采取煤岩煤样比較方便,我們所用煤样即采自生产窑洞。所有煤样都为柱样及連續柱状塊样,基本上合乎肉眼及显微鏡观察的規格要求。煤样数目虽达二十余个,但因系統性不够,所以要以此材料来詳細论述汾河中游煤的煤岩特征無疑是不可能的,鑒于現阶段煤岩学研究文章在刊物上尙少見到,故整理出来以作为对山西煤質变化規律探討文献的补充。

(一)太原系煤層煤岩特征 上石炭紀太原系为本区主要含煤地層,共含煤層十層左右(各地区数目不等),其中可采煤層有四。煤系屬海陆交替相,海相灰岩共有五層,沉积旋迴明显。

1. 肉眼观察:曾經我們鑒定的柱状煤样共計十余个,均采自前列各地生产煤窑。本煤系煤層的光澤类型为全亮及半亮类型,煤系上部煤層半亮类型增多,并有半暗类型出現,如位于太原系最上部的拉他子層几乎全由半亮及半暗类型組成。凡光澤类型屬全亮时,組成煤的煤岩分子必然是亮煤及鏡煤,而当光澤类型轉暗时,暗煤必然增多。煤層呈黑色,有很光亮的玻璃光澤;但如按煤岩分子来細加鑒定时,則顏色、光澤及其他物理性質就有很大差异。亮煤及鏡煤呈黑色及玻璃光澤,有二組發育的垂直層理的原生节理,其中一組特別發育,用手一扭就可將煤搞成小立方体碎塊。如按特別發育的节理面劈开时,断面平整异常,如順其他方向劈开,則断面呈阶梯状不平整(見圖版 I 圖 1)。貝壳状断面在鏡煤上可以見到。暗煤的顏色呈黑色稍帶灰,油脂光澤,很致密,节理不發育,断面呈細粒状不平整面。为量不少的扁豆状的絲炭呈灰黑色,絲絹状光澤。亮煤及暗煤常呈層状,厚薄不等。鏡煤及絲炭呈扁豆状或薄層状。由于煤岩分子的相間互層,就使煤層呈現出極為明显的層状結構(見圖版 I 圖 1)。

就我們所觀察過的煤矸，几乎全有这么一个現象，即各煤矸煤岩分子总的变化趋势是下部亮煤占主要分量，向上漸漸减少，而暗煤增加。如以光澤类型的術語来表示，則是全亮向半亮半暗的变化。所以太原系单个煤矸中的煤岩分子的变化，也很明显的显示有旋迴性質。对这种在煤系旋迴中煤矸所包含的小型旋迴的研究，乃屬煤矸矸位学的研究領域，对它进行深入了解，并結合煤岩学研究是具有極大实用意义的。

2. 显微观察：太原系煤矸虽在肉眼观察时可以見到極為明显的矸狀結構；但当磨成薄片后，这种矸狀結構却并不明显。我們認為矸狀显示不清的原因是由于磨片技术太差，煤的變質程度較高的关系。如加上上偏光，即正交偏光下，矸狀結構重新显示。（見圖版 II 圖 1）

显微鏡下所見到的煤岩分子主要也是亮煤，暗煤次之，鏡煤及絲炭含量較少。

亮煤的显微組成分子主要是透明基質体，在单偏光下呈紅褐色，透明度較差。磨片影响所产生的次生凝滯狀結構很發育，因此透明基質在鏡下显得破碎而不均匀。在正交偏光下，顏色轉鮮艳，有不同的假結構出現（圖版 II 圖 2 是粒狀假結構）。不透明基質的形状在单偏光下不明显，正交偏光时与透明基質的界綫就極為清晰，大多都呈綫理狀及狹条带状，为量不少。

在肉眼观察中所見到的暗煤在显微鏡下都非一般所習見的多形态分子的典型的暗煤，而是一些含不透明基質較多的暗煤¹⁾。其情况显然与亮煤不相似，差別就在于：不透明基質含量增多；矸狀結構更不显示；在正交偏光下可以見到除綫理狀以外的形状不規則的不透明基質。其未見角質化分子或仅偶然發現的原因，我們認為是由于热安定性較差的角質化分子在較高的變質作用中失去外形輪廓而与四周基質逐步熔合及薄片厚度太大的关系。根据苏联最近的磨片技术，貧煤仍可磨成薄片并能見到大小孢子的資料看来，按太原系煤的煤岩类型及其變質程度，本文所述現象是不够正常的。

鏡煤在鏡下呈薄矸狀及細小凸鏡体，其透明度、顏色、非均性等与亮煤的透明基質基本上是一致的。所以現在苏联及其他国家的煤岩学家結合它們的化学工艺特性，將它們称为鏡煤类物質是不無道理的。

在肉眼观察中所見到的多量絲炭，在薄片显得并不清晰，大部分結構都被破坏，有时很难与不規則的不透明基質相区别。凡是外形輪廓保存好的，細胞空腔都能見到。在光片下絲炭的形态則就顯得特別清楚，胞壁呈亮白色，有很高的凸起，可与基質絕然分开。

1) 現阶段，对暗煤、亮煤的划分根据，各国学者的意見尚未完全統一，有以形态分子及不透明基質作为划分根据，也有单以不透明基質作为根据的。本文是以前者为划分根据的。

从煤中絲炭的绝对含量的百分比来看(见表 1)虽不很高,但与其他煤田煤中的絲炭含量相比,则太原系煤的絲炭含量还是十分突出的。因此,在决定煤岩类型时,必须考虑到絲炭多量存在的事实。

煤中矿物质主要是呈扁豆状的粘土,属同生前期。同生后期的黄铁矿及次生方解石脉在煤中也有发现。

太原系煤层的变质程度,根据显微镜下各项特征,乃属焦煤、焦煤偏瘦阶段,其中以前者为主。煤岩类型为絲炭-暗煤质亮煤型及絲炭-亮煤型。本煤系煤岩分子定量数据见表 1。

(二)山西系煤层煤岩特征 石炭二叠纪的山西系亦为本区主要含煤地层,煤层共有 7—10 层,可采煤层约有 3 层。山西系属沼泽相沉积,在其底部发现有海相化石,变化较大,稳定性较太原系要差。

1. 肉眼观察: 所观察的煤层煤样数目与太原系相同,但个别煤层采样间距较太原系为大。

山西系煤层光泽类型为全亮、半亮及半暗三种,但以半亮及半暗类型为主。煤的颜色为黑色,在全亮及半亮类型部分呈玻璃光泽,在半暗或全暗部分则呈油脂状光泽。煤的结构大部分为层状,也有部分地区煤层的层状结构较差(见图版 I 图 2)。其他性质与太原系相似。

2. 显微观察: 山西系煤层的显微镜下的特征与太原系相比较,显然有很大的差别。最显著的区别乃是在于太原系煤中几乎没有见到形态分子,而在本煤系上部煤层内见到了形态分子以及保存有植物结构的镜煤化组织。形态分子主要存在于亮煤质暗煤及暗煤中,种类很多,有角质层、孢子及树脂等。它们的颜色与透明基质的红褐色很相似,在低变质煤中的形态分子的黄色及明显的显示性,在本煤系内完全没有见到。从形态分子的发现及其颜色等得知山西系煤的变质程度较太原系要低一级;但较形态分子呈黄色、显示性很好的煤显然要高。在单偏光及正交偏光下的其他性质,基本上与太原系相似,因此这里不再赘述。

山西系煤的变质程度,根据煤岩变质标志,属焦肥煤及焦煤阶段,煤岩类型为亮煤型、暗煤型及亮煤质暗煤型及絲炭-亮煤型。本系煤层的煤岩分子定量数据列于表 1 中。

(三)煤的变质,尤其是对个别地区煤的变质及其影响所及的牌号问题,乃是现阶段煤田地质学中一个极为重要而急需解决的问题。对变质因素的探讨常常局限于区域变质、动力变质及热力变质等,并仅依靠混合煤样的化学工艺分析的结论来决定煤的评价

表 1. 本区域太原、山西系煤的柱状塊样的显微定量统计表

地 区	煤 系 时 代	煤 系 名 称	煤岩分子含量的百分比*			
			亮 煤	暗 煤	鏡 煤	絲 炭
本 区 城	山 西 系	下 三 尺	66.35	29.92	0.23	0.42
	山 西 系	下 三 尺	78.83	16.19	0.16	1.37
	山 西 系	上 三 尺	87.09	4.29	0.41	3.53
	山 西 系	上 下 尺 八	81.66	6.02	2.60	7.20
	太 原 系	拉 他 子	93.63	—	0.80	4.22
	太 原 系	銅 三 尺	92.14	—	—	6.36
	太 原 系	毛 四 尺	85.05	—	—	13.08

* 矿物含量未列入本表

及牌号。在这个基础上来讨论煤系牌号规律时,常常由于所用指标的客观局限性,而致使像煤的牌号规律这样重大的问题无法得到最切合实际的科学结论。

在这二年中作者曾有机会对山西煤田尤其是本区的某些煤层作了一些煤岩学研究,初步对其有了一些认识,为了想使煤岩学研究能在探讨山西煤的问题中取得应有的重视,现仅就煤岩学观点对山西煤的牌号规律问题提出如下初步意见,但由于作者学识浅薄,实际工作又做得不多,所以很多论点及材料难免有不妥之处,期希地质同道及前辈学者多加批评与赐教。

区域变质等是影响变质程度的重要因素,这一点已经无可否认,任何忽视区域变质等的说法都会使我们无法解决煤的变质及其影响所及的牌号问题的;同样,如果忽视煤的原生标志,要想解决煤系的牌号规律问题,也必然会碰壁的。这里所谓原生标志是指煤的原始物质未被上复沉积物掩复之前发生的变化所留下的痕迹,即煤岩薄片或光片中所见到的煤中各种显微组成分子的数量比例、种类等。数量比例及种类反映了未被上复沉积物掩复之前各种影响因素,例如: 1. 沉积环境; 2. 积水深度是氧化还是还原(相对的); 3. 矿物杂质的种类、多寡,介质的影响; 4. 植物质料的种类及其数量等。上列因素促使成煤原始物质——植物质料经过不同变化而产生物理及化学性质上互异的显微组成分子。经过煤化学家及煤岩学家的共同努力,这些煤的显微组成分子的化学工艺特性,到现阶段已初步获得结论。他们将煤中显微组成分子在与粘结性关系上归纳为: 1. 镜煤类物质; 2. 丝炭类物质; 3. 角质类物质等三类。其中镜煤类物质及角质类物质是具有良好粘结性能的¹⁾, 而丝炭类物质则不具粘结特性。因此三类物质的含量

1) 对角质类物质的粘结性优劣问题,各国学者的意见也尚未统一,本文主要是根据苏联波波娃、彼尔米亭娜的“估计煤粘结性的煤岩学方法”一文所介绍的论点来阐述本区煤的粘结性问题的;但据科学院煤炭研究室波兰专家鳩尔柯夫斯基·楊所介绍的材料中所阐述的意见,是否定角质类物质有粘结性的。

变化就成了影响煤的质量的重要因素。

当二層不同变質程度的煤,由于含揮發物实出率 13%左右的絲炭及其相似物質——絲炭化組織、不透明基質数量不等时,那層含量較多而变質低的,在化学工艺分析中所显示的性質必然接近或相同于不具粘結性物質含量較少的变質較高的煤,即煤的牌号接近或相同。相反,如变質程度相同而所含不具粘結性物質的数量不等,那末結論必然会是不相同的。具体到本区研究对象,我們注意到煤層中的絲炭类物質的含量变化严重地影响了煤的牌号結論,而致使煤的牌号变化規律問題的解决形起了混乱。从表 2 中可以看到下列現象,即:实际变質程度为焦煤阶段的灰四尺,由于含有过多的絲炭类物質,在化学工艺試驗中各項指标所显示的各种特征就偏瘦,而被定为瘦煤;变質程度为肥煤—肥焦煤阶段的上三尺及下三尺,亦因同样原因而成了主焦煤。(实际变質程度的确定,是根据煤岩学鑒定标志)但当絲炭类物質含量未見突出时,煤的实际变質程度則与化学工艺試驗的牌号結論相同。从上列例子中可以看出絲炭类物質的含量变化在探討牌号規律問題中是值得重視的。到目前为止我們还未能从这种現象中找出变化規律来闡明其与煤的牌号間的全部关系,但是相信在不久的将来煤岩学研究更深入时,一定可以进一步接近实际的。

表 2.

点地	煤層名称	工業分析 %					結焦指数		元素分析 %				牌号結論	显微組成分子含量 %*			变質阶段**
		样品	A ^c	V ^r	W ^a	S _{ob} ^c	X	Y	C ^r	H ^r	N ^r	O ^r		鏡煤类物質	絲炭类物質	角質类物質	
本区某勘探区	灰四尺	原	25.06	20.86	0.55	1.22							ΠC	54.73	38.50	0.39	K
		洗	14.14	18.30	0.63	0.92	17	7	89.59	4.67	1.23	4.51					
同上	銅三尺												K	86.67	10.81	—	K
同上	間二尺	原	9.29	22.26	0.50	0.59							K	76.05	22.71	0.01	K
		洗		21.88			22	23									
同上	下三尺	原	17.66	22.94	0.55	0.43							K	61.85	34.05	1.02	KK
		洗	12.15	22.17	0.53	0.45	18	17	88.92	4.98	1.40	4.70					
同上	上三尺	原	19.30	24.19	0.43	0.50							K	57.79	36.28	1.25	KK
		洗	9.90	23.25	0.54	0.57	16	19	90.42	4.78	1.47	3.33					

* 矿物含量未列入此表。

** 变質阶段是按煤岩标志而定。

在綜合本区煤質資料时,發現經各国学者多次研究証明的关于不同深度的二个煤

層煤的揮發物實出率與往下延深 100 米之間的比例關係（深 100 米，揮發物降低 1.0—2.5%）的結論，雖早已被公認而普遍運用，但由於其在討論這個比例關係時沒有考慮到煤岩類型及顯微組成分子的含量變化，所以在探討山西煤質問題時發現這個結論是無法適用於本區太原、山西系的。根據打鑽證明本區太原、山西系二煤系總厚僅達 130—220 米之間，而自上至下煤的變質程度標志之一——揮發分實出率的變化卻遠遠與煤系厚度不相適應。例如本區某勘探區第 5-1 號鑽孔表明山西系中部煤層間二尺與太原系中部銅炭層揮發物相差達 4.33%，而該二層上下間距僅達 100 米左右；又如同區第 1-5 號鑽孔表明太原系中部大炭煤層與上部銅二尺層相距僅數十米而揮發物實出率差數卻達到 3.38%，這種例子多不勝舉；又例如本區各勘探區煤層的牌號結論並非單向直綫變化，而是忽高忽低較不規律（表 3）。因此從上列現象中可以看出，對本區域煤層間的揮發物實出率差額變化較大的解釋，若單用區域變質是解釋不通的。同樣，如單用接觸變質亦是無法解釋牌號變化中反常現象的。所以我們認為揮發物實出率，除由煤的變質程度所控制之外，還與這三類顯微組成分子的含量有關。

表 3. 本區各勘探區煤層牌號比較表

牌 號 結 論 煤 層 名 稱	地 區	本區甲地勘探區	本區乙地勘探區	本區丙地勘探區
A	自 上 至 下 ↓	Ж	К	К
B		Ж	К	ПС
C		КЖ—Ж	К	К
D		КЖ	К—ПС	К—ПС
E		К	К—ПС	К—ПС
F		КЖ	К	ПС
G		ПС	ПС—К	ПС
H		ПС	ПС	ПС

煤岩鑑定所定的本區煤層的變質程度，除山西系頂部及太原系底部個別煤層有偏低及偏高現象外，其他各層則極為一致。與化學工藝試驗所得的各煤層的膠結層指數、揮發物實出率、粘結狀況、元素分析及牌號結論的資料相比，證明用這二種方法所得結論是有出入的。

出入表現在：1. 煤岩鑑定所定的變質程度與化學工藝試驗所定的牌號的不相一致，凡在同一地點或相距很近，煤岩鑑定的結果常較後者結論為低；2. 煤岩鑑定所定的結論，若按煤層的上下位置來說，是完全與希爾特定律相吻合的。而化學工藝試驗所定的本區各個勘探區的各煤層牌號，除總的趨向較為一致外，常常有比較突出的、不與煤層層位相適應的牌號結論出現，因而致使有人產生了希爾特定律是否能夠適用於山西

地区的疑問。

从上面所闡明的控制煤的質量的主要标志的情况看来, 现阶段在探討煤的牌号規律問題上的紊乱現象的产生, 主要是由于沒有摆脫掉在討論問題时的片面观点及忽視綜合整理并运用不同試驗方法所提供的各項标志的原因。因此我們認為, 在探討本区煤的牌号規律时, 必須考虑到煤的煤岩类型及其显微組成分子的含量变化等問題。

很可惜由于条件的限制, 我們以往所做的工作沒能够全面系統地进行, 因此手头資料还是十分片面欠缺, 要以此来下最后結論, 無疑是过早了; 但是这不应成为影响煤岩学研究在探討山西煤田煤的变質及其影响所及的牌号規律問題中的地位及其重要性。我們認為太原系、山西系煤層煤質在水平及空間上变化較大的原因, 除去区域性的后期差异沉降运动的影响以外, 还必须考虑到煤中三类物質的分量。鑒于煤中显微組成分子分量是由原始物質沉积时环境所控制, 所以在煤岩学研究时除必須进行研討煤層本身的層位学的研究外, 还必须配合进行煤系的岩相旋迴的分析工作。这样, 就完全有可能使我們获得有价值的結果。

(四) 尾語 从綜合整理本区域煤岩資料的情况表明, 在进行煤田勘探、化学工艺試驗等項工作的同时, 对太原系、山西系进行有系統的煤岩学研究, 对解决山西煤的变質及其影响所及的牌号規律的理論問題是能起極大作用的。由于我国煤岩学基础薄弱, 而要做的工作却又極多, 为了不致使力量分散, 我們認為下列問題应是现阶段山西煤質研究中急需解决的: 1. 必須进行不同地区的同一煤層的煤岩学研究, 以提供煤的原生标志的变化与区域性关系的資料, 以作为煤質区域性带状变化的理論解釋的根据; 2. 进行区域性的煤系及煤層的旋迴問題的研究, 并結合岩相来探討煤的成因类型; 3. 用大光片来統計显微組成分子的含量, 以进一步正确闡明煤層煤質变异的原因。

参 考 文 献

- [1] В. С. Яблокова и Ю. А. Жемчужникова, 1955. Атлас Микроструктур Углей Донского Бассейна.
- [2] А. И. 金士蒲格等, 煤的成因类型与煤岩学研究. (朱夏、謝家榮等譯)
- [3] А. Б. 特拉文, 論煤的变質(朱夏譯自 Химия и генезис твердых горючих ископаемых, 1953).
- [4] В. В. 斯塔科夫, 煤的变質(朱夏譯自 Химия и генезис твердых горючих ископаемых, 1953).
- [5] И. С. Пельдяков, Метаморфизм углей (赵兴田譯自 Геология месторождении ископаемых углей глава VI).
- [6] O. Stutzer and A. C. Noé, 1940. Geology of Coal.
- [7] Л. И. Боголюбова, Определение степени метаморфизма и марки клареновых углей петрографическим методом по тонким полированным шлифам. Изв. АН СССР серия геологическая. 1956. № 7.

- [8] И. И. 阿莫索夫, 造成煤的成分与性质不同的主要原因(楚白译自 Изв. АН СССР серия геологическая, 1952. № 3).
- [9] Н. Г. 齐托夫, 煤成因科学的现状 (朱夏译自 Химия и генезис твердых горючих ископаемых. 1953). 地質译丛 1955 年第 2 期.
- [10] М. Е. Попова и К. С. Пермитина, 估计煤粘結性的煤岩学方法(朱夏译自 Химия и генезис твердых горючих ископаемых 1953). 地質译丛 1955 年第 2 期.
- [11] 鵠尔柯夫斯基·楊, 煤岩相系統分类(中国科学院石油研究所波兰专家报告集 1956 年).
- [12] 本文所述地区的地質勘探报告(内部資料, 未發表).

SOME PETROGRAPHICAL STUDY ON THE COALS FROM THE TAIYUAN AND SHANSI SERIES ALONG THE MIDDLE FEN VALLEY, SHANSI, WITH REFERENCE TO THE DETERMINATION OF THE RANKS OF THE VARIOUS COALS CONSIDERED

TUNG MING-SHAN

(Ministry of Geology)

The present article first outlines the various features of the coals in the Taiyuan and Shansi Series as revealed from macroscopic & microscopic studies so as to classify them into groups in accordance with the ingredients of coals. Secondly based on such data, apart from the various metamorphic effects, which have dominant influence on the ranks of coal, the characteristics of the different coal-petrographical groups and the ratio of the contents of the micro-component must be also taken into consideration in the determination of coal ranks. The author points out the cause of the difference existing between the classification into stages of metamorphism of the coals according to the coal-petrographical studies and the classification into ranks according to chemical technological experiments. This deviation is chiefly derived from the group-sample taken for the chemical technological experiments has overlooked the stratigraphical relations of various coal-seams, while the specimens studied under coal-petrography reflects the true geological setting of the same.

In conclusion, it is suggested in the future study of coal ranks in this region we must (1) take into consideration of the areal variation of the coal-petrographical features of one and the same coal-seam; (2) carry on extensive regional studies of coal-petrography as well as the study on the cycle of sedimentation; (3) use polished sections of larger size for statistics in the study of the relation of the micro-components of coal.

董名山：山西汾河中游太原系山西系煤的煤岩特征及其与牌号规律的关系 圖版I

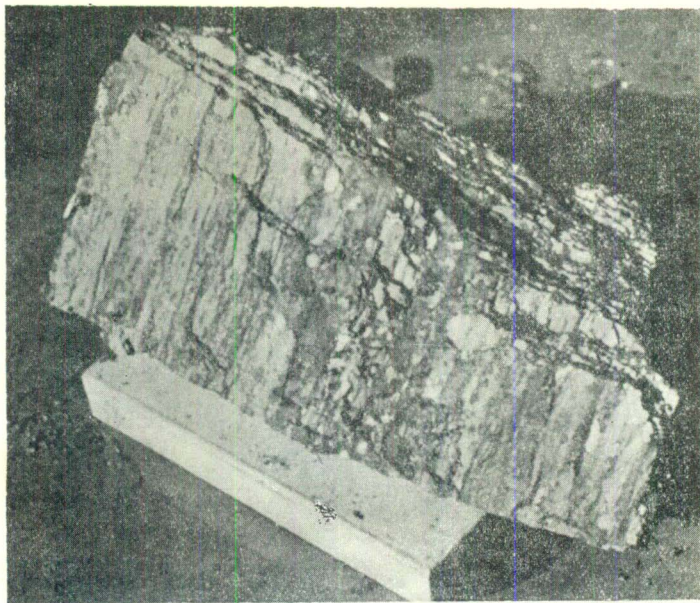


圖 1. 層狀結構在煤塊中部無光澤的二帶是絲炭夾層，在其中間的為鏡煤。在煤塊的上方可見到階梯狀不平整斷口

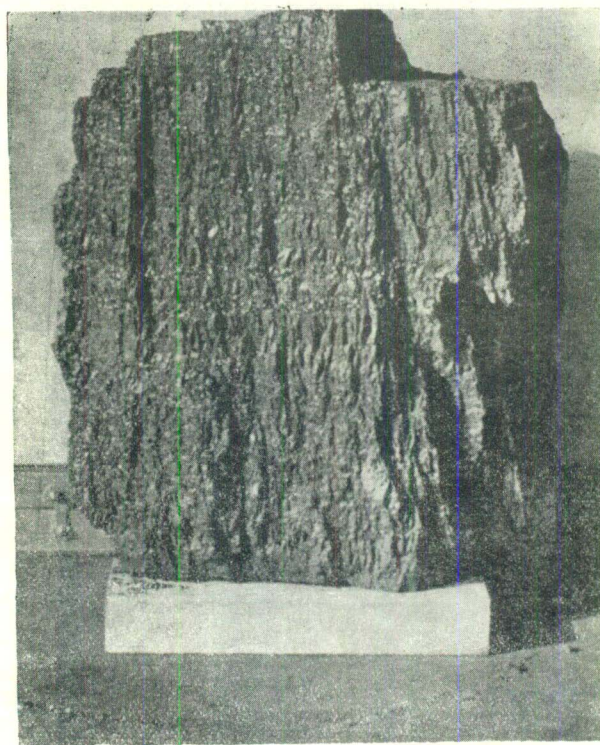


圖 2. 山西系煤層中層狀結構顯得較差的部分

圖版II 董名山：山西汾河中游太原系山西系煤的煤岩特征及其与牌号规律的关系

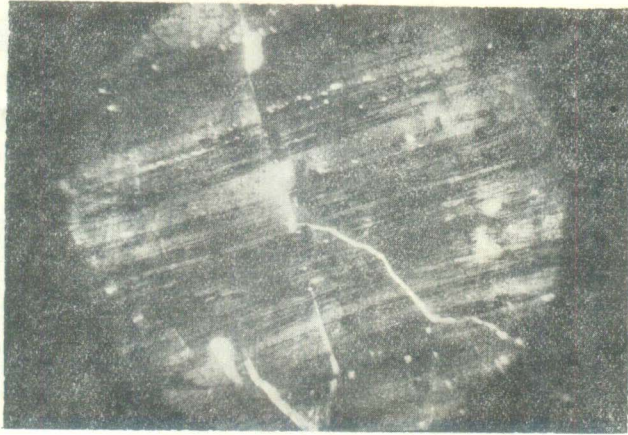


圖 1. 在正交偏光下, 煤的显微層狀結構重又显示。
灰色部分为透明基質体, 黑色綫理状部分为不透明基質体

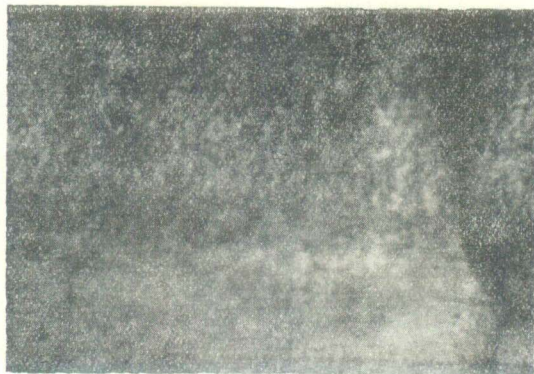


圖 2. 正交偏光下, 呈粒狀假結構的透明基質体(圖片的上方)