

山东新汶煤田 煤岩显微结构图鑑

煤炭工业出版社

山东新武定田 堡岩层结构图

地质部地质研究所

內 容 提 要

本圖鑒是北京煤炭科學研究院對山東新汶煤田張莊、孫村和良莊三個煤礦五層煤共十三個柱狀煤樣進行煤岩研究的成果。

本圖鑒分兩部分：第一部分敘述山東新汶煤田的煤岩顯微組分的結構特徵；第二部分包括18個彩色煤岩顯微結構圖版和89張彩色圖片，並附有相應的圖片說明。

本圖鑒可供煤岩研究和鑑定工作者，以及煤田地質教學人員參考。

1148

山東新汶煤田煤岩顯微結構圖鑒

北京煤炭科學研究院著

煤炭工業出版社出版（社址：北京東長安街煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業許可証出字第084號

煤炭工業出版社印刷 排印 新華書店發行

開本787×1092公厘¹/₁₆ 印張2 插頁9 字數39,000

1959年9月北京第1版 1959年9月北京第1次印刷

統一書號：15035.835 印數：0,001—1,700冊 定價：1.70元

圖片上的數字說明

- | | |
|------------|---------------|
| 1——木煤 | 14——大孢子 |
| 2——木質鏡煤“A” | 15——樹皮組織 |
| 3——木質鏡煤“B” | 16——樹脂體 |
| 4——鏡煤“A” | 17——藻類 |
| 5——鏡煤“B” | 18——生因不明的紅色物體 |
| 6——鏡煤“C” | 19——生因不明的褐色物體 |
| 7——絲炭木煤 | 20——生因不明的黑色物體 |
| 8——絲炭木質鏡煤 | 21——生因不明的黃色物體 |
| 9——絲炭 | 22——木質鏡煤狀透明基質 |
| 10——木質鏡煤絲炭 | 23——均勻透明基質 |
| 11——鏡煤絲炭 | 24——半透明基質 |
| 12——角質層 | 25——不透明基質 |
| 13——小孢子 | 26——粘土類物質 |

序 言

本图鉴是我所于1957年到1958年将近一年的时间内，对山东新汶煤田张庄、孙庄、良庄三井田共五层煤(二层、三层、四层、九层及十一层)的十三个柱状煤样进行的煤岩研究结果。

在研究过程中，我们一共观察了近200个薄片，这就是我们编制图鉴的基础。我们采用薄片来研究，是因为新汶煤田煤的变质程度低，而最主要的还是因为薄片能够制成更符合于自然颜色的彩色图片；能够更清楚地显示出煤岩组分的细微结构和颜色；能够明显地区分各显微组分之间的差异及探讨其相互关系。而这一切又都是编制“图鉴”所不可缺少的资料。

图鉴的编制系采用彩色图片。这里需要指出的是：尽管彩色照象及印刷的技术日臻完善，但要想使印成的煤的显微组分彩色图片的颜色、色彩与薄片完全一致，目前在技术上还是有困难的，因而本图鉴内印的彩色图片的颜色与薄片中所见到的颜色之间还存在着一定的差异。

本项研究工作的目的在于探讨新汶煤田煤的煤岩类型、显微组分及其成因特征；为煤炭的合理使用提供些理论根据；并为编制全国煤岩图鉴积累资料。

对煤化学工作者来说，影响煤工艺性质的两个因素——煤岩组成和变质阶段——，可按显微结构及定量结果来确定。因此，当估计所研究煤的工艺性质时，本图鉴也可作为参考。

在使用本图鉴时，应注意下列各点：

1. 彩色图片适合于在强光下进行观察(可使用照明器)。在这种条件下，照片上所反映出的颜色和结构特征，将近似于显微镜下所见的。在弱光下观察，则能发生颜色的差别，而且煤结构的重要细微部分亦可能见不到。

2. 在研究煤片时，以及将煤片与本图鉴中的照片及说明对比时，必须估计到颜色使视力疲倦的因素，以及图片上煤的组成部分的颜色与其真正颜色之间的差别。

3. 图鉴上所用的术语，原则上是以俄文译本“顿巴斯煤岩图鉴”中所使用的术语作为依据的。但在很多情况下，中国新汶煤田和苏联顿巴斯煤田的煤还是存在着差别的，这就迫使我们不得不采用新的、更符合于具体情况的术语。在这种情况下，我们都附有必要的说明。

4. 如无特别声明，本图鉴所列各煤组分之薄片的切面均垂直于煤层层面。所描述之

①在这里我们没有把“还原程度”这因素考虑在内。

② B. C. 雅布洛科夫等著：顿巴斯煤岩图鉴。俄文译本，地质出版社1953年出版。

形态亦仅指其垂直切面之形态。

5. 本文中如引用到某些图版及图片时，则被引用的图版的号码，用罗马数字来代表，而被引用的图片号码则用阿拉伯数字表示。如：I—2, 3, 5，系代表图版 I，图片 2, 3, 5。

6. 各图片中的煤岩组分和矿物杂质，是用阿拉伯数字来表示的，关于阿拉伯数字的解释参见附页。

7. 矿物杂质在本图鉴中一般未予列入。

本图鉴的编制工作在我国还是首次尝试，同时新汶煤田煤的煤岩特征，前无研究资料可以参考，故本图鉴中缺点在所难免，我们衷心地期望批评意见，以使编制下一个煤田煤的显微结构图鉴时能得以改正。

北京煤炭科学研究院煤田地质研究所

1959. 8.

158.1
528
4

序 言

本图鉴是我所于1957年到1958年将近一年的时间内，对山东新汶煤田张庄、孙庄、良庄三井田共五层煤(二层、三层、四层、九层及十一层)的十三个柱状煤样进行的煤岩研究结果。

在研究过程中，我们一共观察了近200个薄片，这就是我们编制图鉴的基础。我们采用薄片来研究，是因为新汶煤田煤的变质程度低，而最主要的还是因为薄片能够制成更符合于自然颜色的彩色图片；能够更清楚地显示出煤岩组分的细微结构和颜色；能够明显地区分各显微组分之间的差异及探讨其相互关系。而这一切又都是编制“图鉴”所不可缺少的资料。

图鉴的编制系采用彩色图片。这里需要指出的是：尽管彩色照象及印刷的技术日臻完善，但要想使印成的煤的显微组分彩色图片的颜色、色彩与薄片完全一致，目前在技术上还是有困难的，因而本图鉴内印的彩色图片的颜色与薄片中所见到的颜色之间还存在着一定的差异。

本项研究工作的目的在于探讨新汶煤田煤的煤岩类型、显微组分及其成因特征；为煤炭的合理使用提供些理论根据；并为编制全国煤岩图鉴积累资料。

对煤化学工作者来说，影响煤工艺性质的两个因素——煤岩组成和变质阶段——，可按显微结构及定量结果来确定。因此，当估计所研究煤的工艺性质时，本图鉴也可作为参考。

在使用本图鉴时，应注意下列各点：

1. 彩色图片适合于在强光下进行观察(可使用照明器)。在这种条件下，照片上所反映出的颜色和结构特征，将近似于显微镜下所见的。在弱光下观察，则能发生颜色的差别，而且煤结构的重要细微部分亦可能见不到。

2. 在研究煤片时，以及将煤片与本图鉴中的照片及说明对比时，必须估计到颜色使视力疲倦的因素，以及图片上煤的组成部分的颜色与其真正颜色之间的差别。

3. 图鉴上所用的术语，原则上是以俄文译本“顿巴斯煤岩图鉴”中所使用的术语作为依据的。但在很多情况下，中国新汶煤田和苏联顿巴斯煤田的煤还是存在着差别的，这就迫使我们不得不采用新的、更符合于具体情况的术语。在这种情况下，我们都附有必要的说明。

4. 如无特别声明，本图鉴所列各煤组分之薄片的切面均垂直于煤层层面。所描述之

①在这里我们没有把“还原程度”这因素考虑在内。

② B. C. 雅布洛科夫等著：顿巴斯煤岩图鉴。俄文译本，地质出版社1953年出版。

形态亦仅指其垂直切面之形态。

5. 本文中如引用到某些图版及图片时，则被引用的图版的号码，用罗马数字来代表，而被引用的图片号码则用阿拉伯数字表示。如：I—2, 3, 5，系代表图版 I，图片 2, 3, 5。

6. 各图片中的煤岩组分和矿物杂质，是用阿拉伯数字来表示的，关于阿拉伯数字的解释参见附页。

7. 矿物杂质在本图鉴中一般未予列入。

本图鉴的编制工作在我国还是首次尝试，同时新汶煤田煤的煤岩特征，前无研究资料可以参考，故本图鉴中缺点在所难免，我们衷心地期望批评意见，以使编制下一个煤田煤的显微结构图鉴时能得以改正。

北京煤炭科学研究院煤田地质研究所

1959. 8.

目 录

序言	1
一、腐植煤中的植物組織	4
凝胶化組織	4
1. 木煤 (5) 2. 木質鏡煤 (5) 3. 鏡煤 (6)	
半絲炭化組織	7
1. 絲炭木煤 (7) 2. 絲炭木質鏡煤 (7)	
絲炭化組織	8
1. 絲炭 (8) 2. 木質鏡煤絲炭 (8) 3. 鏡煤絲炭 (8)	
二、角質化組織及树脂体	8
1. 角質層 (8) 2. 孢子 (9) 3. 樹皮組織 (9) 4. 樹脂体 (10)	
三、藻类	10
四、生因不明的物体	10
1. 紅色物体 (10) 2. 褐色物体 (10) 3. 黑色物体 (10) 4. 黃色物体 (11)	
五、腐植煤中的基質	11
1. 木質鏡煤狀 (团塊狀) 透明基質 (11) 2. 均匀透明基質 (11) 3. 半透明基質 (11)	
4. 不透明基質 (11)	

一、腐植煤中的植物組織

煤是由有机物質和无机物質混合組成的。其中有机物質則是由形态分子和基質所共同組成。形态分子包括：植物組織殘骸、角質化分子、树脂体、藻类和一些生因不明的物体。基質包括：团块状透明基質、均一透明基質、半透明基質和不透明基質。

腐植煤中的植物組織，根据其最初所經受变化的不同类型可分为：凝胶化組織、半絲炭化組織和絲炭化組織三种。

凝胶化組織是指在薄片透明、呈桔紅色至紅褐色等一系列色彩和保留有不同程度胞腔結構的物質。半絲炭化組織在薄片微透明，呈棕色至深棕色，并保留有不同程度胞腔結構的物質。絲炭化組織在薄片不透明，呈黑色和保留有不同程度胞腔結構的物質。

凝 胶 化 組 織

凝胶化組織虽然是經受同一类型原始变化(如凝胶化作用)，但由于作用进行得有深有淺，植物組織本身的組織部分又不相同，因之其所經受的变化程度也就各异。这主要表现在植物組織的不同結構上(有时在顏色上也呈现出差异)，因而主要根据結構特征，可将凝胶化組織再分成亚型。

凝胶化組織在显微镜透光下的特征为透明状，并具桔紅色或紅褐色色彩。色彩主要取决于薄片的厚度^①和炭化程度。此外，植物組織的凝胶化程度和其中所含的物質对色彩也稍有些影响。

在图版 I 至图版 VIII 中，我們列举了在新汶煤田中所遇見的凝胶化組織亚种的基本类型。

表 1 中列举了新汶煤田煤中所見的凝胶化組織的基本类型和亚型。

腐植煤中变化过的植物組織及其結構

表 1

植物經受变化 的 类 型	变化过的植物 組織 类型	結 構			構 造		
		木 煤 狀	木 質 鏡 煤 狀		鏡 煤 狀		
凝 膠 化 作 用	凝 膠 化 組 織	木 煤	木 質 鏡 煤		鏡 煤		
			“A” 胞腔全 (或半) 充塞	“B” 团塊狀	“A”	“B” (結構鏡煤)	“C”
半絲炭化作用	半絲炭化組織	絲炭木煤	絲炭木質鏡煤		絲炭鏡煤		
絲炭化作用	絲炭化組織	絲炭	木質鏡煤絲炭		鏡煤絲炭		

①我們所磨制的薄片厚度約为0.030—0.035公厘。

1. **木煤**：木煤是植物組織經受第一階段[●]凝膠化作用后的產物。因而，木煤也就是細胞結構保存良好的凝膠化植物組織的碎片，木煤的細胞結構，一般仍與未經受變化的植物組織一樣，但亦有些細胞結構受到膨脹和擠壓破碎的現象，另外還有胞壁膨化微弱、胞腔中充以大量粘土物質的木煤（Ⅰ—1）。木煤的細胞腔中一般都充填了礦物雜質，空的胞腔較為少見。

在透射光下，木煤的顏色大部分為褐紅色。在正交偏光下，木煤呈特殊的假結構[●]。這種假結構與“頓巴斯煤岩圖鑑”一書中所述的橫向帶狀假結構相近。在最大透光位上，假結構最顯著，轉動載物台時，此種假結構漸形消失，而代之以近于粒狀的假結構。

2. **木質鏡煤**：木質鏡煤是反映了木煤之后的植物組織凝膠化階段，即凝膠化第二階段。根據結構和光學標志的不同，可把木質鏡煤區分為兩個亞型：

（1）木質鏡煤“A”（Ⅰ—2，4；Ⅱ—1）：為具半充塞與全充塞胞腔的木質鏡煤。該亞型之細胞壁較之木煤膨化程度強得多，相對地，細胞腔空隙極大的縮小，而形成了局部地方有殘存的一些不規則小孔的木質鏡煤。此外，很多木質鏡煤的細胞腔已幾乎全被充塞起來，只留下了暗色的短綫條或斑點，代表着原來細胞之位置。

在本亞型木質鏡煤中，通常可以見到胞腔由半充塞向全充塞過渡的現象。

透射光下，木質鏡煤通常呈桔紅色，有時并帶有不同的褐紅色色調，一般說來比木煤略淺。

在正交偏光下，假結構清晰可見，可作為本亞型的特征之一。假結構隱蔽了單偏光下所能見到的木質鏡煤細胞結構。這種假結構呈分布較密的不平整的淺色細條帶，條帶的分布方向與木質鏡煤透鏡體延長方向成垂直，或成略小于90°之角（Ⅰ—3）。

新汶煤田中，本亞型的木質鏡煤是比較少見的。

（2）木質鏡煤“B”（團塊狀木質鏡煤）：在透光下可以看到是由為數甚多、大小不一、形狀殊異、輪廓清晰程度不同的團塊狀組成的。這種木質鏡煤的團塊狀結構可根據團塊本身與各團塊之間的不同顏色來確定。團塊常具有較淺的顏色（Ⅱ—1，3；Ⅳ—1）。

與木質鏡煤“A”一樣，在本亞型中也能看到許多細小而形狀不規則的深色斑點和綫條，它們均分布于團塊之間，并且當團塊無清晰的輪廓時，它們也就代表了團塊之間的界綫（Ⅰ—3；Ⅱ—1）。

還可以看到團塊之間彼此不緊密連接、有些團塊的邊緣已發生融散的木質鏡煤“B”（Ⅳ—1）。

此外，還有最常見的邊緣鑲有角質層的木質鏡煤“B”（Ⅰ—3，4；Ⅱ—1）。

在透光下，木質鏡煤“B”的顏色比木煤和木質鏡煤“A”的顏色都要淺，而接近于鏡煤的顏色。

●我們把植物組織由于經受凝膠化作用而形成的不同產物：木煤、木質鏡煤、鏡煤劃分了相應的生成階段，即第一階段、第二階段和第三階段。這里我們沒有考慮由于植物組織不同部分在同一階段內所形成的不同產物這一因素。

●凝膠化植物組織在正交偏光下所顯示出的結構，稱之為假結構（詳細情況請參考“頓巴斯煤岩圖鑑”中的有關解釋）。

在正交偏光下，木質鏡煤“B”的团块状假结构极其显著（Ⅱ—2，4；Ⅳ—2，4）。

本亚型的形态，通常呈两端較窄的透鏡体，并呈条带状。同时鑲边角質层之存在也是其特征，因为上面所叙述的木煤或木質鏡煤“A”都不具备这种特征。必須指出，在很多情况下，鑲边角質层的木質鏡煤“B”常过渡为鏡煤“A”，但是决不可以把木質鏡煤“B”归入鏡煤“A”之中，因为前者不論在单偏光或正交偏光下都能看出清晰的团块状结构。

当然，也不能把木質鏡煤“B”归入木質鏡煤“A”或木煤中，因为从一系列的标志看来，它是更接近于鏡煤的。

至于該亚型的原始物質，我們同意“頓巴斯煤岩图鉴”中的說法，看来，这原来是些带有松散的薄壁組織和发达的角質层的叶子。

这种木質鏡煤在新汶煤田中分布极广，在凝胶化組織中所占的百分比也最大。

3. 鏡煤：鏡煤是木質鏡煤以后的植物組織凝胶化阶段的产物，即凝胶化第三阶段的产物。根据結構和产状的不同，又可将鏡煤分为三个亚型：

（1）鏡煤“A”：其特征是在透射光下观察不到結構（Ⅴ—1，3，5）。在正交偏光下，也只微微地显示出与木質鏡煤“A”相近的假結構（Ⅴ—2，4，6）。

鏡煤“A”一般均呈条带状和透鏡体状外形，而且有着清晰与平整的輪廓，在条带和透鏡体上常具有大的垂直裂縫。除此而外，經常有鑲边的角質层，这亦可作为該亚型之特征。

鏡煤“A”可过渡为結構鏡煤（鏡煤“B”），同时也可以过渡为木質鏡煤“A”或“B”。

与其它凝胶化組織相比，鏡煤“A”是比較少見的，在新汶煤田中鏡煤“A”分布較少。

（2）鏡煤“B”（結構鏡煤）：本亚型具有比較明显的細胞結構（Ⅵ—1，3，5；Ⅶ—1，3，5）。在縱切面中，这种細胞結構呈縱长的或短的綫条（Ⅵ—1）。

在一些情况下，鏡煤“B”的細胞結構，可以根据細胞壁和細胞腔的不同来确定，而在縱切面上則可以根据整个胞体的顏色和綫条的色彩予以确定。有的細胞壁較細胞腔亮些（Ⅵ—5；Ⅶ—1，3），但亦有些細胞腔較細胞壁为亮（Ⅵ—1，3；Ⅶ—5）。

鏡煤“B”在正交偏光下常具有清晰或模糊的橫向密带状假結構，这种假結構的方向一般都与細胞結構总的方向相一致，并且鏡煤的假結構隱蔽了細胞結構的細微部分（Ⅵ—2，4，6；Ⅶ—6）。

結構鏡煤在透光下一般都呈較深的紅色。

在产状上，結構鏡煤常呈断續的条带和透鏡体，其中有时見有不同方向的裂縫。

本亚型在凝胶化組織中为量虽不算大，但在新汶煤田中的分布却是較广的，几乎在每层煤中都有它的存在。

（3）鏡煤“C”：鏡煤“C”具有下列的識別标志：

1) 它常呈薄的和分叉的条带，并具有不平整及比較不清晰的輪廓（Ⅶ—1，4）。

2) 在透射光下，本亚型是无結構的，它常具有比較粗糙的表面（Ⅶ—3，4）。

在正交偏光下，鏡煤“C”具有不很明显的假結構（Ⅷ—2）。

3）鏡煤“C”的顏色通常接近于鏡煤“A”的顏色，但亦有例外。

在新汶煤田煤的凝膠化組織中，鏡煤“C”的分布是相当广的。

半絲炭化組織

半絲炭化組織在透光下透明（透明度不好），并呈棕色至深棕色。其結構特征均与相应的凝膠化組織和絲炭化組織相近。根据結構和顏色所划分出的絲炭木煤、絲炭木質鏡煤、絲炭鏡煤的結構均分別相当于木煤、木質鏡煤和鏡煤。

我們之所以将其划分为一个独立类型，是建立在下面这样一个事实的基础上的：这就是我們确曾不止一次地在同一薄片中间察到了具有上述三种結構（或其中之一、二种），但顏色既迥异于凝膠化組織，又不同于絲炭化組織之物質。很显然，这不是用薄片的不同厚度所能加以解释的，并且，不論是从成因观点或从实用观点来考虑，如果断然地将其划归凝膠化組織或絲炭化組織都可能不很妥当。問題很明显，它的生成环境应该是与前者有相同之点，但亦有其相异之处的。它的化学工艺性質，看来，也就更不会是完全一样的了。

我們認為下面的說法对解释其生因是比较有利的：植物組織先是經受凝膠化作用，后来由于沉积环境改变，已經形成了木煤、木質鏡煤的物質，又受到絲炭化作用，因而就生成了結構与原来相同，而顏色、透明度不同的物質。例如：絲炭木煤，絲炭木質鏡煤，絲炭鏡煤，木煤絲炭，木質鏡煤絲炭，鏡煤絲炭等（視其所接受絲炭化作用的深淺而异）。

是否可以認為不經受双重作用，而只經受一种作用（如半絲炭化作用）而直接生成絲炭木煤等一类的物質呢？当然，如果这个問題提出的角度仅仅是指对絲炭木煤或木煤絲炭而言，我們認為是并不排斥这种可能的，但如果認為絲炭木質鏡煤等一类物質也是这样生成的話，那就是較难于理解的事情了。

如果同意我們上述的看法，那么就有理由認為将半絲炭化組織单独划分成类型是有其必要的，因为在生因上它不是反映一种新的作用类型，至少反映了凝膠化作用和絲炭化作用的混合类型。在化学工艺性質上，这种物質既不同于凝膠化組織，又不同于絲炭化組織，很多學者所作的很多實驗都已經确凿地証明了这一点。下面列举所划分的亚型：

1. **絲炭木煤**：絲炭木煤的細胞結構非常清晰，象木煤一样（Ⅷ—2）。

在透光下的顏色一般为深棕色或棕褐色，而胞壁的邊緣部分又往往較亮。胞腔中一般未充填矿物雜質，只在少数情况下，其中充填有粘土类物質。

絲炭木煤的产状大多是呈透鏡体出現，有时也以残片的形式賦存（Ⅷ—1，2）。

絲炭木煤常常可以向絲炭和木煤过渡。它在本煤田中是很为少見的。

2. **絲炭木質鏡煤**：絲炭木質鏡煤的結構如同木質鏡煤一样，也有半充塞、全充塞以及团块状的不同結構，但以前者較为常見（Ⅷ—3，4）。

本亚型的顏色与絲炭木煤相近。它常呈透鏡状包体和条带状出現。

其細胞空腔一般均未充填矿物雜質。本亚型在形态分子中以及在新汶煤田中都是很

为少见的物质。

絲炭化組織

絲炭化組織在透射光中不透明，并呈黑色。

根据结构标志可将絲炭化組織分为絲炭、木質鏡煤絲炭和鏡煤絲炭，并且每一种都是如上所述，具有和凝胶化組織相类似的結構。

1. 絲炭 (X—1, 2, 3)：絲炭为細胞結構保存良好的絲炭化組織，它象木煤一样，其細胞腔排列与在未經受变化的植物組織中的細胞腔排列相近 (X—1, 2)。在許多情况下，絲炭的細胞腔較木煤完整，并反映出了植物組織的結構。

絲炭細胞壁的厚度各不相同，有薄壁、厚壁等。

絲炭細胞腔一般均未充填其它物質，只是在少数情况下充填有矿物杂质（粘土）。有时，当其透鏡包体被破碎时，絲炭就具有着各种形状的結構。

在新汶煤田的煤中，絲炭比較少见，但在絲炭化組織中，絲炭却又是比較經常出現的。

2. 木質鏡煤絲炭 (X—4)：强烈膨胀后的細胞腔无規律地分布为木質鏡煤絲炭的特征，它的其他結構特点均很象木質鏡煤，茲不贅述。

木質鏡煤絲炭一般均呈透鏡包体賦存于基質之中，其大小又各不相同。

木質鏡煤絲炭是絲炭化組織中最为常見的物質。

3. 鏡煤絲炭 (X—5)：鏡煤絲炭的特征是見不到細胞結構，并且通常都呈条带和透鏡体出現，其大小各不相同。

在很多情况下，可以在鏡煤絲炭中見到与鏡煤相同的垂直的和斜的裂縫。

鏡煤絲炭不論是在新汶煤田的煤层中，还是在絲炭化組織中，都是很为罕見的。

二、角質化組織及树脂体

本类中包括有煤岩特征相似的如下一些形态分子：角質层、树皮、孢子和树脂体。其共同之特征为：均呈黃色或橙黃色（部分带有不同色調的淺紅色），在正交偏光下具有波状消光（当沒有假結構时）或微弱的假結構。除此而外，它們还有极其清晰的輪廓和較高的透明度。

1. 角質层：在薄片角質层的形状是具有各种不同厚度的条带，它有下列的鉴定标志：

- (1) 一般都具有锯齿状內緣 (Ⅱ—1, 2, 3, 4；Ⅲ—1, 3, 4)。
- (2) 封閉角質层长軸与短軸之比，一般在20：1至50：1之間。
- (3) 封閉角質层轉弯处，內外緣所形成的夹角一般都很小 (Ⅱ—2)。
- (4) 角質层由于叶肉組織之失水、固結，因而常形成折曲 (Ⅱ—1)。

在透射光下，角質層一般呈橙黃色，較少帶桔紅色調，在正交偏光下，角質層的顏色變得較暗，且在其中出現褐色或淺褐色（Ⅺ—5；Ⅺ—2,5）。

在單偏光或正交偏光下觀察時，角質層一般是無結構的。

在新汶煤田中所見的角質層有一部分是圍繞在木質鏡煤“B”和鏡煤“A”的透鏡體的邊緣上（Ⅺ—3）。

在新汶煤田的角質化組織中，角質層的分布是比較廣的，以厚壁角質層為最多，這是新汶煤田煤中形態分子的特征之一。

2. 孢子：根據大小的不同又可分為大孢子和小孢子。在薄片中可以見到孢膜，其中內含物均無保存。

大孢子：大孢子的大小界於1.8至0.05公厘之間。大孢子的形態在垂直於層面的切面中呈長條狀，它的鑑定標志如下：

（1）與角質層不同，它不具鋸齒狀內緣（XⅪ—XⅣ）。

（2）封閉大孢子的長短軸之比一般小於20：1（XⅪ—1,3,5；XⅣ—2,5）。

（3）往往帶有平滑的圓形彎曲，沿着彎曲的弧所作的切綫形成的夾角與角質層相比一般都是較大的（XⅪ—1,3,5；XⅣ—2,3,5）。

（4）折曲較少，而且與角質層的折曲也不一樣，常具大的皺紋（XⅪ—6；XⅣ—1）。

此外，在大孢子中一般可清楚地看到縱向裂縫，這是發生褶皺的內胞腔痕跡。大孢子的表面常有各種紋飾，有時還可見到萌發口（XⅪ—4,6；XⅣ—1,4,5）。

通常，除在薄片中所見的大孢子的孢膜外（即外胞壁），很少有第二層外胞膜存在。

在單偏光下觀察，大孢子通常具有黃橙色和桔紅色。

在正交偏光下，大孢子的顏色變化很小。

大孢子既可單個出現，又可成群出現，有時能形成聚積體（XⅪ—6；XⅣ—3）。

大孢子是角質化組織中含量最少的組分，其分布也不甚均勻，但在各個煤层中，仍不失為一種的常見的組分。

小孢子：小孢子的大小界於0.09至0.02公厘之間。

在新汶煤田中所見的主要是一種兩端較厚的細長小孢子（XⅤ—1）。

在透光下，幾乎全呈深黃色，而少例外。

在單偏光與正交偏光下，小孢子的顏色與大孢子相近。煤中所見的小孢子，其產狀有呈單體出現和呈群體堆積的（XⅤ—2）。

在新汶煤田中，孢子是角質層組織中分布最廣的物質。

3. 樹皮組織：我們所指的樹皮組織包括外表皮、木栓和周皮。

在透光下，樹皮組織一般都表現出有着原來細胞的六角形結構，但也有時呈現復瓦狀結構。此外，還有一種經受較強腐解的樹皮組織，其結構已不復保留。

樹皮組織的顏色一般都不均勻，六角形或復瓦形團塊之邊緣部分顏色往往較淺，中部顏色漸深。一般是自黃色至橙黃色而橙紅色。

树皮組織一般都呈碎片狀賦存于透明基質中，其邊緣界綫明显，輪廓清晰。

在正交偏光下視之，树皮的顏色变暗，当轉动載物台时，并具有波狀消光。

树皮組織的分布是不甚均匀的，系集中在少数分层中，其在角質化組分中的含量，多于树脂体和大孢子。

4. **树脂体**：树脂体的形态大多呈椭圆形、圆形和其它不规则形状（XⅦ—1, 3）。

在透射光下，树脂体的顏色大多为亮黄色和浅橙色，部分呈橙色；在正交偏光下为浅灰黄色或深灰色（XⅦ—2）。

一般說来，树脂体在单偏光下具有十分均匀的结构；在正交偏光下，一般是沒有假结构的，但波狀消光則十分典型。

树脂体常常出現在煤的基質中，有时也出現在鏡煤的条带和透鏡体中。

树脂体的分布不很均匀，只在部分煤层中（如孙村及张庄第二层煤）較多。

三、藻 类

在新汶煤田的煤中，主要是相当于Pila屬的藻类。在垂直切片中，藻类呈輪廓不平整的、比較短的透鏡体狀（XⅦ—4）。藻类的顏色在单偏光下为亮黄色和黄色；在正交偏光下則变为带浅褐色的亮灰色。

藻类的結構呈不显著的团块狀，其表面多不光滑，常具深色的斑点。

藻类在新汶煤田中，是一种罕見的組分，只在第三、第九两层煤的个别分层中有其分布。

四、生因不明的物体

生因不明的物体包括：紅色物体、褐色物体、黑色物体和黄色物体。

1. **紅色物体**：这种物体呈椭圆形或渾圆形，它在显微鏡透光下的特征（顏色、透明度和結構）与鏡煤相近，所不同的地方就是这种物体的形状比較特殊，有清楚的輪廓和較暗的色調。除此而外，还有一种，其表面不光滑，有斑点狀的紋飾（或結構）（XⅦ—4, 5）。另一种則不論是在单偏光下还是在正交偏光下，都表現出非常均匀，也无假結構。它們一般都出現在透明基質中，并且可以看到鏡煤或其它形态分子圍繞这种物質的現象（XⅦ—1, 2）。这表明了鏡煤性質物体的致密性，还在植物質轉变的初期就較其它形态分子和基質大。它在煤中是很少見的。

2. **褐色物体**：这种物体在透光下呈棕色。它的形状大都为渾圆形（XⅦ—1, 2），較少为带棱角的圆形物体。一般說它是均匀的，即使在正交偏光下，顏色和結構也仍然沒有什麼改变。我們認為，这是与半絲炭化組織相类似的一种产物。

3. **黑色物体**（X—6）：它在透光下呈黑色，形状一般多为渾圆形，而且都出現

在煤的基質中。它的其它特征也近于鏡煤性質的物体。

應該指出：它常易与黃鉄矿相混，因此应当將煤片置于黑色玻璃板上用側視光观察。它的反光力較黃鉄矿弱，与絲炭相近，因此，可以認為它是与絲炭化組織相类似的一种产物。

4. **黃色物体**：顏色呈鮮黃，形状极不規則，常呈花状或葡萄状。这种物質常有团块状結構、高的透明度和清晰的輪廓（XⅦ—4）。

五、腐植煤中的基質

腐植煤中的基質可分为：（1）木質鏡煤状（团块状）透明基質；（2）均匀透明基質；（3）半透明基質；（4）不透明基質。

1. **木質鏡煤状（团块状）透明基質**：它在透射光下透明，呈不均匀的团块状結構。在显微鏡下，这是些由大小不同、形状各异、輪廓不清楚的团块状集合体組成（XⅦ—2,3）。由于結構的不均匀性，其顏色也是不均匀的，不同团块的色彩有很大的区别，甚至每个团块范围内的顏色也有所变化。

2. **均匀透明基質**：特征是在透射光下透明，結構均匀；在正交偏光和单偏光下研究时，它的特征均趋近于鏡煤“B”，所不同的是其中有均匀或不均匀分布的形态分子（XⅦ—1）。

3. **半透明基質**：这种基質的特征是具有特別的褐棕顏色，并且一般看来，它都不是均匀的，好象具有团块状結構。

4. **不透明基質**：在透射光下它完全不透明，在薄片上它常呈不規則的包裹体夹杂于形态分子或透明基質之中（XⅦ—4），有时，又是連續的片状物質，其中分散着形态分子、凝胶化物質的細綫条和矿物粒（XⅦ—5）。此其与絲炭化物質不同之点。

最后，需要指出的是：腐植煤中的透明基質（包括木質鏡煤状基質和均匀基質）的生因和显微鏡下的特征，与凝胶化植物組織相似，因而我們認為这种基質只不过是鏡煤之后凝胶化作用繼續进行的产物。与鏡煤不同，它不仅經过了凝胶阶段，而且还經过了溶胶阶段。这样我們把透明基質、凝胶化植物組織和生因不明的紅色物体統称之为煤中之凝胶化物質。

根据显微鏡下的特征，半透明基質近于半絲炭化組織，因之我們把生因不明的半透明褐色物体和半透明基質、半絲炭化組織統称之为“半絲炭化物質”。

同样的理由：我們把絲炭化組織、生因不明的不透明黑色物体和不透明基質統称之为“絲炭化”物質。

最后，为了对新汶煤田煤的所有煤岩組分有一个明确的了解起見，茲列表如下（表2）。