

蘇聯高等學校教學用書

煤岩學的 實驗室研究

沃爾科夫著

地質出版社

煤岩學的實驗室研究

沃爾科夫著

蘇聯高等教育部審定作為
高等礦業學校非地質專業教學用書

地質出版社

1955·北京

本書係根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(Углетехиздат)1951年出版的“煤岩學的實驗室研究”(Лабораторная практика по петрографии углей)譯出的,著者係蘇聯沃爾科夫(Н.А.Волков)。全書共10萬字,可供高等礦業學校非地質專業學生作教材用,以及煤礦工業生產工程師和科學研究工作作參考用。

本書由宋之琛翻譯,徐仁校對,李佩娟也參加部分校對工作,最後由地質出版社王鼎翔審校第一章至第八章、鄧儒義審校第九章至第十五章。

書號0118 煤岩學的實驗室研究 100千字

著者 沃爾科夫
譯者 宋之琛
出版者 地質出版社

北京安定門外六鋪炕

北京市書刊出版業營業許可證出字第零伍零號

發行者 新華書店

印刷者 中國人民救濟總會北京市分會印刷廠

北京廣安門內教子胡同甲三十二號

印數(京)1—4000冊

一九五五年一月北京第一版

定價 10,000元

一九五五年二月第一次印刷

開本31"×43" 1/25

56印張

目 錄

序 言

第一章	煤的化學處理(浸解法)	10
第二章	煤的切片法	14
第三章	顯微鏡研究用的固體可燃礦產的標本的製作	16
第四章	凸起薄片——光片的製造	32
第五章	煤光片的浸蝕	36
第六章	煤的薄光片	38
第七章	煤和油頁岩標本的顯微照相	40
第八章	煤的微化學分析	52
第九章	固體可燃礦產的肉眼研究	56
第十章	固體可燃礦產的顯微鏡研究	65
第十一章	煤主要拼份的顯微構造	83
第十二章	煤和油頁岩的成因分類	88
第十三章	蘇聯若干煤田中煤的肉眼和顯微鏡研究實例	101
第十四章	固體可燃礦產的煤岩學研究法	110
第十五章	設備、器具和材料	114

參考文獻

內 容 介 紹

本書簡單地介紹了供顯微鏡研究用的煤和油頁岩的薄片和光片的製法，並敘述了用強氧化物質處理煤的方法來分析堅硬的植物遺體。同時還描述了煤中有機和無機部分的微化學研究和固體可燃礦產的顯微照相的各種基本方法。

煤的基本拼份的微細構造，固體可燃礦產的肉眼及顯微鏡研究實例和固體可燃礦產的岩石學研究方法也在本書內敘述了。

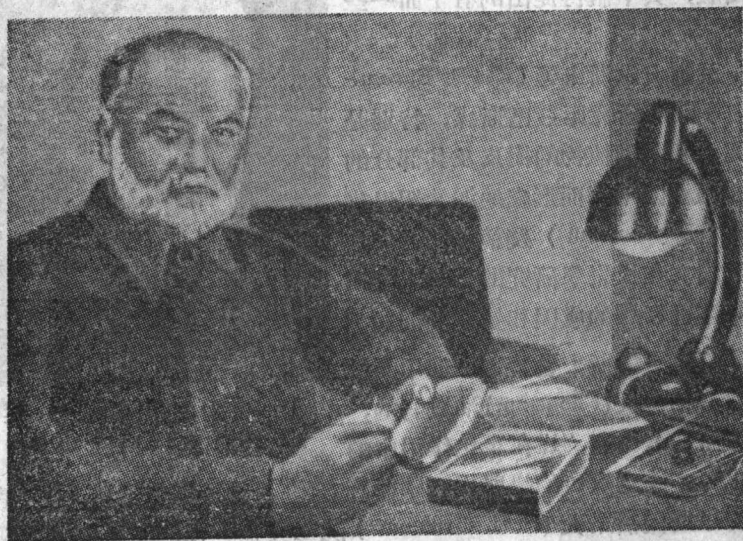
本書是供高等礦業學校非地質專業的學生用的教材。除供學習之用以外，本書對煤礦工業生產的工程師和科學研究工作者也有幫助。

序 言

將新的重要的工作方法和工作方式引入煤岩學領域內是蘇維埃科學的創舉。

最偉大的古植物學家查列斯基 (М. Д. Залесский) 從1909年起就用顯微鏡來研究煤，因此他可以說是這門地質課程的奠基者。他首先把製片技術應用於以顯微鏡研究頓巴斯煤層中的植物遺體和通常稱為“鈣球”的鈣質結核。他所著關於研究殘植煤、庫克爾 (Кукерский) 油頁岩、黃色藻煤和巴爾哈什湖阿拉庫爾 (Алакульский) 海灣的腐泥的性質等著作確定了研究煤岩學應該發展的方向和應該遵循的方法。

1927年查列斯基建立煤的顯微鏡研究的實驗室，附屬於列寧格勒



米哈伊爾·德米特里耶維奇·查列斯基 (1877—1946)

地質委員會的煤業組中。他的關於煤和油頁岩的磨片和切片的製法，關於下伏爾加油頁岩的研究以及關於莫斯科盆地卡西亞尼特（Касьянит）構造、腐泥煤構造和角質層煤構造的研究等著作便是這一時期完成的。

查列斯基對於組成下志留紀油頁岩層的水藻的研究和對於組成契列姆霍沃煤田、莫斯科煤田及其他煤田的腐泥煤層的水藻的研究證明在現代沉積物中存在着類似的東西。在全世界關於這一問題的文獻中，查列斯基的著作最可信地證明了許多可燃有機岩的藻類起源。煤按構造和成因的分類法就是他提出來的。

在固體燃料礦產的原始質料的認識問題上，查列斯基的上述著作是一個巨大的貢獻，這些著作引起人們研究煤的極大興趣，並促使後來許多關於研究固體可燃礦產成分的著作的出版，其中值得提出的有下面一些著作。

葉爾戈爾斯卡婭（З. В. Ергольская）關於研究庫茲巴斯煤，特別是研究由裸蕨綱植物的樹皮及其部分的薄膜組織因壓擠而形成的泥盆紀巴爾查斯（Барзасский）殘植煤的著作。她的論文在煤岩學研究的基礎上闡明了庫茲巴斯煤的成因和質變的問題。

葉爾戈爾斯卡婭是第一個用顯微鏡研究格多夫（Гдовский）油頁岩的，這方面的著作有“煤在炭化作用中的變化”和“確定煤質的煤層岩石學研究方法”。後一本遺著在1950年曾獲得了斯傑潘諾夫（П. И. Степанов）院士獎金。在這本著作中發表了煤層的煤岩學研究的最簡單方法，指出了容易確定的岩石特徵從而使



集納伊達·瓦西里耶夫娜·葉爾戈爾斯卡婭（1898—1945）

煤岩學應用到煤的地質普查和勘探的實際工作上來。

葉爾戈爾斯卡婭的著作的基本價值是使煤化學和煤的岩石類型及它們的成因和地質的特點聯繫了起來。

熱姆丘日尼科夫 (Ю. А. Жемчужников) 的著作首先確定了煤的光澤的來源並定出光澤與煤岩成分、炭化程度和灰份的含量之間的相互關係。

熱姆丘日尼科夫的著作闡明了煤的簡單拼份“絲炭”和“鏡煤”與複雜集體“暗煤”和“亮煤”間的區別，並且首次提出煤的無構造基質的分類。

伊凡諾夫 (Г. А. Иванов)、葉爾戈爾斯卡婭和薩爾別耶娃 (Л. И. Сарбеева) 在研究煤的劈理和變質時首先確定各個不同的變質期中這些東西的性質是不相同的。這些學者根據物理特徵擬定了煤變質的等級，在煤的薄片和光片中 (應用偏光) 確定煤的微細構造的特徵，並且研究了在炭化過程中煤的變化。

薩爾別耶娃的著作“關於無煙煤研究方法的問題”推翻了杜帕爾克 (А. Дюпарк) 關於無煙煤“特種”成因的假說，並令人信服地證明了在不同炭化階段中的煤的成因的一致性。

馬伊爾 (Л. М. Майер)、阿莫索夫 (И. И. Аммосов) 和葉爾戈爾斯卡婭的著作闡明了“絲炭”在煤的煉焦過程中的作用，並且使煤的岩石特性和它們的膠質層性質聯繫起來，從而指出許多規律性，並且確定煉焦煤特性的預測。

在阿莫索夫所著的“煤的成因和可選性”一文中提出了研究條帶狀煤的新方法，從而有可能根據煤岩學特徵來確定選礦的條件。

在阿莫索夫和熱姆丘日尼科夫所著的“基本要素對煤的成分和性質的影響”和“煤形成的兩個階段和它們的岩石特性”兩文製定了固體可燃礦產的分類法。

1929年薩姆索諾夫 (И. Ф. Самсонов) 建議以薄的光片當作礦石標本，後來經過某些簡化也用來製作研究固體可燃礦產的標本。

1932年蘇爾蓋利斯 (К. И. Сургейлис) 提出在橡皮上細磨光片的方法，這種方法不需要特別的裝置，也可有效地在野外環境中運用，所以這種方法在固體可燃礦產的顯微鏡研究的製片技術上是極有價值的。

煤標本的製作技術漸漸改善了。現已能用石蠟、石膏粉，鑲牙用水門汀和其他膠結物質來製作煤華狀煤的標本，這種方法可以彌補從前從粉末狀和土狀褐煤與選礦時獲得的各級煤中製作預準標本所使用的方法的缺點。

固體可燃礦產的樣品的各種磨光方法同樣也能應用在岩石學的實踐中，無論在野外或實驗室環境中均可得到有凹凸的薄片和光片。

煤岩學的新技術——煤的薄片——是在一個標本上結合了透明的和凹凸的薄片，它可以用偏光來進行煤的各方面的研究。

我們的學者詳細研究了各個時代的殘植煤、褐炭狀煤和腐泥煤的岩石學，奠定了陸植煤的類型，並且編製了蘇聯煤的顯微結構圖。

蘇維埃煤岩學者也致力於煤和油頁岩製造煤磚的研究，主要是探究不用膠結物製造煤磚的方法。

在煤的成因和分類問題方面，蘇維埃的科學研究工作遠超過國外學者的工作。

蘇聯煤礦工業蓬勃的發展促使在列寧格勒、莫斯科和其他城市的礦業學校和科學研究所中煤專業的設立。

煤岩學的全面發展要求為這門科學迅速培養熟練的專家。因此出版實習指導方面的書籍是非常必要的。“煤岩學的實驗室研究”一書所闡明的是與固體可燃礦產薄片的製作方法有關的問題，並且包括了在顯微鏡的透射光和反射光中煤標本的實驗研究和描述以及煤標本的顯微照相方法。

本書還闡明了煤華狀煤和粉末狀煤的化學處理方式和方法；並介紹了新的溴處理法，這種方法可以有效地利用到工廠實驗室研究部門中和切片方法的實習中。也簡要地描寫了利用反射光來進行光片標本

的顯微鏡照相的方式和方法，這對煤岩學的圖解和分析是必要的；同時還敘述了固體可燃礦產的有機成分和礦物包體的微化學分析。

本書還包括在透射光和反射光中固體可燃礦產——陸植煤、腐泥煤和殘植煤的顯微鏡研究的基本描寫。並對莫斯科煤田、卡拉干達煤田和烏拉爾煤田所產的煤和蘇聯許多腐泥煤和殘植煤作了簡單的岩性分析。

本書中作者沒有提到煤的顯微鏡研究的一個非常重要的領域——孢子花粉分析，因為這個問題在不久前出版的瓦爾茨（И.Э.Вальц）、格里丘克（В.П.Гричук）和查克林斯基（Е.Д.Заклинский）等的著作中已經論述過了。

煤樣品的挑選方法在本書中也沒有介紹，因為這個問題在魏涅爾（Р.А.Венер）和瓦西里耶夫（П.В.Васильев）的著作中已經敘述了。

煤岩學的實驗室研究首先是在蘇聯建立起來的。

作者請求讀者將自己的意見和希望寄：以斯大林命名的莫斯科礦業學院煤的顯微鏡研究實驗室。

第一章 煤的化學處理（浸解法）

用氧化劑處理煤，目的是溶解煤中所含的腐植質並分出堅硬的植物殘留體（角質化的細胞壁、角質層、孢子、表皮）以便在顯微鏡下加以研究。在進行化學處理時要用強酸和強鹼。

用氯酸鉀（ KClO_3 ）和硝酸（ HNO_3 ）混合物處理煤的方法

爲了配製混合物，須取5克稱量碎煤與6克氯酸鉀混和起來，然後再注入濃硝酸（ HNO_3 ）40立方公分。注入硝酸時應十分小心以免引起爆炸。混合物的配製須在通風櫃中進行，爲了加速混合物的作用可以加熱，但是應該防止煤的破壞。

當煤的顏色變成淡褐色時，用氨溶液（ NH_4OH ）或苛性鉀（ KOH ）中和酸溶液而使處理作用結束。

用鹼處理後的物質用水洗，並移到70—80%的酒精中，以便保存。若要製成標本，處理的產物應用純酒精除水，再放入二甲苯中，以後把它放在載玻璃上，用過濾紙吸乾液體，用普通的方法（用樹膠）蓋上蓋片。

用硝酸處理煤的方法

煤用硝酸處理時，加熱的時間從30分鐘到一小時，用冷方法處理煤時，它的時間要延長到2—3小時。

煤用硝酸處理後，用水洗並且注入50%濃度的苛性鉀溶液。

用上面的方法處理莫斯科煤田的煤華狀煤時，成功地從煤中分出了保存良好的大孢子和角質層。

用不同濃度的苛性鉀或苛性鈉溶液處理煤的方法

加熱處理煤時曾確定了： KOH 或 NaOH 與煤作用時因炭化程度不同而具有不同的活動性，鹼溶液對於無光澤的煤較之對於弱光澤的煤所起的作用強。

鹼液有效地分離出保存較好的絲炭中的小孢子和碎片。角質層在鹼液中不能很好保存，因此始終僅是個別的小塊，大孢子的分離也沒有成功，個別的情況祇是例外。

用鉻酸（ $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ）和硫酸（ H_2SO_4 ）混合物處理煤的方法

當強的濃硫酸以3：1的比例注入鉻酸鉀的飽和冷溶液中時，現出較好的作用。加水的份量以鉻酸保持溶解狀態為度。硫酸過多並無損害。

鉻酸對植物組織和個別強炭化的植物物質的影響是不同的，角質層和角質化的細胞壁不能被鉻酸破壞，所以可以在顯微鏡下研究。

用鉻酸處理大多數光輝煤（блестящие угли），即使延長作用的時間，仍不能得到滿意的結果。

用氯代乙酸（диафанол）處理煤的方法

對於炭質含量少的煤應用氯代乙酸來處理。

木質化的組織和物質常用氯代乙酸處理時便溶解了，而角質（кутин）和木栓質保存着，因此可以分出來研究，在氯酸中（氯代乙酸——二氯代乙酸〔диафанол-рапид〕）二氧化氯的溶液具有最強的作用。

用溴化物處理煤的方法（用於莫斯科煤田的煤華狀煤）

取2克到8克稱量的煤、將其沿層面削成方塊，長為5—20公厘，寬5—10公厘，厚1—3公厘，並把它放於擺在杯中的分液漏斗中，再用冰塊包圍。根據煤的種類在漏斗中注入0.25到1立方公分的溴，並

且很好的蓋住它，經過十五分鐘到二小時，煤因被溴浸透而變鬆，有些煤種甚至因此解體而成爲若干小塊，在溴處理的時間內，應定時把能產生高壓的溴化氫從漏斗的龍頭內放出。

當煤吸收溴後，在漏斗中注入100立方公分的發煙硝酸，很好地蓋上它並且放在冰中，在冰中須放置數小時，一直到煤中的腐植物不再溶解爲止，在腐植物溶解的過程中壓力不斷增高，所以需要定期的放出產生的氣體以減低壓力。

讓破碎的小煤塊沉入紅褐色液體中，這時把漏斗放在直立三腳架環內，澄清之後作用可算結束。這時在漏斗下放一容積爲200立方公分的器皿，並且很快地打開龍頭讓10—20立方公分的液體和沉澱物一起流入器皿。假如在漏斗管壁上還顯出固體物質，那麼沉澱作用要重複進行，然後重新把沉澱物放出。分離出的沒有溶解的煤的沉澱物中摻入10—20立方公分的發煙硝酸。用錶玻璃蓋住器皿，停留幾分鐘後，在玻璃濾器（抽氣漏斗）中注入酸，這種操作一直要進行到煤中不再出現腐植質爲止。須要注意濾器中的壓力不能降得太低，因爲這樣會使氧化氮從濃硝酸中分離出來並使片狀腐植物質落下來，這些物質可能塞住濾器的管子，沉澱物下降時必須停止抽出空氣，直到作用的酸不再溶解它爲止。應該避免沉澱物的乾過濾，因爲這會使它發生黏結。

過濾一般不超過兩小時，在過濾器中剩下的沉澱物用洗射器和發煙硝酸附帶洗清，直到過濾液不帶酸的顏色爲止。進行這種操作需要100到150立方公分的酸，然後把沉澱物一部分一部分地在50立方公分的濃硝酸中洗淨。

爲了防止酸性氣體的有害作用，煤的處理應該在通氣櫥中進行。

沉澱物洗淨後，便可發現大孢子，這是因爲強的分色作用使它變得明顯起來。

進一步處理沉澱物的目的，是用篩選法將它分成幾部分，爲此必須使用孔大0.4公厘的篩子，在篩子上面收集大孢子、大塊材料、角質層等。絲炭的最大碎片留在孔大0.2—0.08公厘的篩子上。微小的

部分可以在玻璃過濾器中或離心器中用過濾法獲得。

標本應保存在70--80%的酒精中，假如要把標本製成切片，就需要在96%的酒精中洗淨，並且保存在甘油膠或樹膠中。

溴化的方法可得到良好的結果，但是在煤的處理上需要很多時間，並且要有複雜的實驗室設備。

第二章 煤的切片法

煤的切片方法（根據查列斯基）

下面的工作是為了製備煤的切片而進行的：煤樣品的軟化，煤在膠棉（целлоидин）中的密封、切片的製作。

（1）**煤樣品的軟化法** 當溫度在攝氏 $60-70^{\circ}$ 時，把煤放在苛性鉀（KOH）或苛性鈉（NaOH）的 70° 酒精溶液中保持 2—3 週，然後移到石炭酸中放置 1—2 星期。

（2）**煤在膠棉中的密封法** 用酒精和醚去水，把浸潤過的煤放在膠棉（把硝酸作用於纖維素而獲得的純潔纖維素的硝酸膠棉〔коллодий-динитрит〕）的弱溶液中 3—7 天，膠棉容易溶解在醚、揮發油和純酒精中，然後把具有膠棉的煤放在無蓋器皿中，在溫箱中微乾。

（3）**煤切片的製法** 切片的製造是藉助於顯微鏡用切片機進行的。對炭化程度高的煤，切片正常的厚度為 5—10 微米，較厚的切片便暗而不透光。

切片用香檸檬油（бергамотовый）或雪松油（кедровый）使之發亮，當起初浮在油上的切片沉到器皿底部時，發亮工作即算完結。切片沉入油中以後，一般要經過 2—3 分鐘才開始發亮。

油應該更換，因為它和從切片中擠出的酒精相混以後，便能夠溶解膠棉。油應該貯藏在暗色的瓶中，在陽光中它同樣具有溶解膠棉的能力。在油中宜加上少量氯仿（хлороформ）使它更為隱定。

發亮的切片放到二甲苯（ксилол）或直接放在載玻璃上研究。

煤末製切片法

從煤末中製造切片，須用石蠟作為膠結粉末的物質。

把要研究的煤末放在厚達2—3公分的玻璃試管中，並且用較小的碎石蠟填滿它。然後把試管移到沸水槽中，石蠟融化，幾小時後便浸潤了所有放在試管中的煤末。

當試管從水槽取出冷卻後，含有煤末的石蠟凝結了，把它折開，使形成的石蠟塊放在切片機上按所需要的厚度進行切片。在進行切片之前，蠟塊的表面應用酒精浸潤以便形成平面。切片上過剩的酒精可用濾紙吸乾。

把切片浸在醚中使它微乾，並且把它放在載玻璃上，在切片上滴上二甲苯——醚（成1：3的比例）的混合物一滴，以便溶解切片中的石蠟，剩下的煤末就均勻的分佈在載玻璃上。爲了獲得均勻的薄的保護膜可以在切片上滴上幾滴膠棉。

第三章 顯微鏡研究用的固體可燃礦產的

標本的製作

顯微鏡研究用的固體可燃礦產的標本，可分為下列幾種：

1. 煤和油頁岩的透明薄片。
2. 磨光片、有凸起的光片、光片。
3. 光薄片（薄片和凸起的光片的組合）。

透明薄片可以用普通的（生物的）和偏光的顯微鏡在透射光中研究。光片採用垂直照明器（опак - иллюминатор）來研究。光薄片在透射光和反射光中研究。

下面的預備操作應在煤和油頁岩製片之前做好。

- （1）用膠結物質使煤膠結（變堅固）。
- （2）把煤鋸成厚2—4公厘的薄煤片。

煤的膠結

藻煤、燭煤和緻密的暗色煤均有相當的堅硬性，因此不需要膠結。莫斯科煤田大部分地區的褐煤，由於質脆和易碎，為了成功地製成薄片就需要膠結。某些條帶狀的煤和無煙煤也需要膠結。

膠結的方法是把煤放在膠結物中煮沸或在膠結物質的冷溶液中進行煤的浸潤。

樹膠、樹脂、石蠟、漂白的火漆、水泥和其他物質均能作為膠結物質。膠結物質並不妨礙薄片在顯微鏡下的研究，它們很少顯出，有時僅使薄片受到很少的污染。

對於有裂縫的煤，蘇爾蓋利斯（К. И. Сургейлис）在薄片製作的實踐中首先用易熔化的金屬（25% Pb, 50% Bi, 12.5% Sn 和 12.5% Cd）製成4公厘寬的小帶圍繞它使煤免於破碎。