

苏联 耶·姆·泰茨等著

工业原料煤鉴定法

煤炭工业出版社

工業原料煤鑑定法

苏联 耶·姆·泰茨 恩·格·奇托夫 恩·伏·西沙柯夫著
侯树元 崔之棟 潘志强 譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書共分六章，詳細地介紹了在蘇聯文獻中發表過的鑑定各種工業用原料煤，特別是煉焦用煤的各種方法，並對各種方法的優缺點作了詳盡的比較和評價。

本書可供煤礦工程技術人員，特別是煤化學研究工作人員參考閱讀。

本書第一、二、四章系侯樹元同志翻譯，第三章系崔之棟同志翻譯，第五、六章系潘志強同志翻譯。

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

蘇聯 Е.М.ТАЙЦ Н.Г.ТИТОВ Н.В.ШИШАКОВ 著

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1949年莫斯科第1版譯

442

工 業 原 料 煤 鑑 定 法

侯樹元 崔之棟 潘志強 譯

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

開本 78.7×109.2 公分 $\frac{1}{16}$ * 印張 $7\frac{1}{4}$ * 字數151,000

1956年11月北京第1版

1956年11月北京第1次印刷

統一書號：15035·263 印數：0,001—3,600冊 定價：(10)1.20元

导 言

在国民經济中要想合理地使用煤，必須全面地和正确地對煤進行鑑定。

本書的目的是：指出在划分各种煤屬於某种工業原料時必須進行的研究工作的适当範圍，并向研究工作者介紹現在所用的各种分析煤的方法。

为了解决这一問題方便起見，茲根据煤在工業上用途的不同，將煤分为下列几种：

- 1) 直接燃燒动力用煤；
- 2) 气化用煤；
- 3) 煉焦用煤；
- 4) 以半煉焦方法制取人造液体燃料用煤；
- 5) 制取地臘用原料煤。

書中敘述了苏联近代关于作为一定形态的工業原料——燃料的全面鑑定方法。在某些章节中还敘述了一些方法，这些方法虽然尚未能作为国家标准在實驗室工作中应用，但对于煤的分析和研究無疑地是会有一定帮助的。

第一、二、五、六各章由恩·格·奇托夫执笔，第三章由恩·伏·西沙柯夫执笔，第四章由耶·姆·泰茨执笔^①。

① 写第四章时，有波·伊·庫彼尔曼，恩·波·卡察凱維奇及伏·克·列托夫参加。

目 录

导 言

第一章	分析煤样的制备	3
第二章	直接燃烧供动力用煤的鑑定法	5
第三章	气化原料煤	44
第四章	煉焦用原料煤的鑑定法	75
第五章	以半煉焦方法制取人造液体 燃料用煤的鑑定法	175
第六章	制取地臘用原料煤的鑑定法	204

第一章 分析煤样的制备

煤的分析工作者对于煤的性质的正确鑑定，首先决定于所分析煤样的代表性。自煤矿中选取煤样的问题已詳述于日·阿·威涅尔所著的“鑑定煤的质量及性质的煤样采取法”一書中，因此本書只簡要地叙述分析煤样的制备方法。

正确选取的样品必須具有被檢定的煤質的平均性質。当由煤層中取样时，必須选取能代表該煤層的部分。同时也要考虑到煤層地質条件和由于煤層厚度的变更煤在物質成分、灰分等上發生变化的可能性。在进行分析之前必須确保煤样的完整。

样品中煤塊的粒度为保証煤样代表性的条件之一。煤样的重量与其破碎的粒度之間应当保持一定的关系。样品重量与煤塊大小，一般規定的关系如下。

煤的最大塊度(公厘)	煤样的最低重量(公斤)
原煤.....	400
100 以下.....	250
50 以下.....	100
25 以下.....	60
13 以下.....	15
6 以下.....	6
3 以下.....	3
2 以下.....	2
1 以下.....	1
0.2—0.15(为工業分析或元素 分析用的分析煤样).....	0.3—0.1

如果所取的总煤样为 200—250 公斤，則必須預先由其中

选出 3 公斤(实验室分析用)具有代表性的平均煤样, 而由平均煤样选取分析煤样以供分析之用。为此要先將此 200—250 公斤煤破碎至 50 公厘以下的塊, 然后将全部煤放在平板上掺合大約三次, 堆成圓錐形, 最后再于平板上鋪成四方形。將此四方形以其对角綫分成四个三角形, 由其中取出相对的兩個, 另外兩個三角形不要。

如此以四分法所取的 100—125 公斤煤再破碎至 25 公厘以下的塊, 重新掺合堆成圓錐形, 并以四分法縮取 50—60 公斤, 繼續將所取的 50—60 公斤样品全部破碎至 13 公厘以下, 并以四分法縮取 12—15 公斤, 然后再將該 12—15 公斤样品粉碎至 3 公厘以下。

由此样品中再以四分法縮取 3 公斤, 將此 3 公斤样品盛入密封的盒子內, 附以相当的标签送至实验室供分析之用。有时以 13 公厘的样品送往实验室。

繼續將样品加工为工业分析或元素分析用分析样品, 一般是在实验室内进行。同时要测定煤中全部水分含量以供换算为应用燃料之用。为此目的, 須將送来的样品放在金屬加热盤上并秤其重量; 以加热盤上的淨煤重量与盒內淨样品重量相互比照。

加热盤上煤样的厚度不应超过 25 公厘。將样品在加热盤內均匀鋪平, 并輪流地在 $70 \pm 5^\circ$ 的烘箱內和在室溫下用自然干燥法烘干至气干状态。

每次人工干燥的时间不得超过 8 小时, 每干燥 8 小时后, 將烘箱內的加热盤取出, 并須在室溫下冷却到完全冷透时秤其重量。然后在室溫下进行自然干燥, 干燥时间不应少于 8 小时。

如果在自然干燥的最后阶段, 其重量变化不超过样品原来

重量的 0.3% 时，則可認為干燥完成。否則須重新进行自然干燥。

在各种情况下計算时都要采用最后的重量。在干燥后所失去的重量对原样品重量換算成百分数，即換算为应用燃料的外部水分含量：

$$W_{\text{外}} = \frac{A-B}{A} \cdot 100,$$

式中 A ——原始煤样重量；

B ——气干煤样重量。

干燥至气干状态的样品，在細磨机或乳鉢中磨成 1 公厘的細粒，并以四分法縮取其中的 250—300 克。縮分要在金屬板上进行，仔細摻合后堆成圓錐形，然后鋪成圓形，其厚度不得超过 10 公厘。

將取出的 250—300 克煤样再粉碎为 0.2—0.15 公厘的細粉，如此所得的全部煤样(或用四分法縮取其一半)即可作为工業分析或元素分析用的煤样。

第二章 直接燃燒供动力用煤的鑑定法

所有的煤均能以直接燃燒方式供給动力应用，尽管在实际应用上有时需要解决一系列的技术問題，例如燃燒灰分高的煤，高揮發分的煤或煤粉等等。但在社会主义經濟条件下，合理的用于动力的煤，只是那些尚未能有效利用的煤。此外用于直接燃燒的，首先必須是低級燃料：灰分多的或氧化的煙煤，含瀝青量少的褐煤等。

但我們不能因此而認為对动力原料煤的鑑定，应当局限于

最小的範圍。应当指出，對於這種原料的鑑定只限於一般工業分析的範圍內，是完全不夠的。想要擬定出固體燃料的合理的燃燒方法和滿足各種情況下長途運輸和長期貯存的需要，必須進行一系列的專門研究，然後才能得到有價值的技術指標。

在本章中，我們想介紹在蘇聯以直接燃燒方式供動力用各種煤的必要的研究範圍，並說明其研究方法。但必須指出，在這個範圍內對這類煤所進行的鑑定，最好只限於代表某煤層或煤矿产地的煤樣的研究，而不是為了採煤時對煤質的大量檢查，因為大量檢查會使分析實驗室工作特別加重。

研究的範圍是要確定以下的指標：1)煤的比重；2)水分；3)灰分；4)揮發物析出量；5)總硫分；6)燃燒硫分；7)硫酸鹽和硫鐵礦的硫分；8)發熱量；9)有機物質內碳及氫的含量；10)灰分融點；11)煤的耐氧化性；12)可選性；13)煤磚製造的性能；14)機械強度。

煤 的 真 比 重 的 測 定

用細頸漏斗向預先稱好的、容積為 25—30 毫升的比重瓶中，放入粉碎成分析樣品的純干煤樣 1—1.5 克。稱量盛有煤樣的比重瓶重量，以求出煤的重量，其準確度為 ± 0.0002 克。

繼續在比重瓶中放入半瓶無水酒精，並在熱水浴中加熱，使所有煤粒濕潤，並排出其中的空氣。然後將酒精裝滿至比重瓶的標綫，在 15° 恒溫槽內放置 20—30 分鐘。然後使酒精的水面達於比重瓶的標綫，由水中將比重瓶取出擦干，稱其重量，準確度到 ± 0.0002 克。

真比重以下式計算：

$$d_{\text{ист.}}^{15^{\circ}} = \frac{P \cdot d_t}{V \cdot d_t + P + P_1 - P_2},$$

式中 P ——煤样重量;

d_t —— 15°C 时酒精的比重;

P_1 ——空比重瓶重;

P_2 ——盛有酒精及煤样的比重瓶重;

V ——比重瓶的容积。

比重瓶的准确容积以下列方法测定。

以 ± 0.0002 克的准确度称量洗净并干燥过的比重瓶的重量, 然后用蒸馏水装满至比重瓶的标线, 并在 15°C 的恒温槽内约放置 30 分钟。然后再使水面达到比重瓶的标线, 由恒温槽中将比重瓶取出, 擦干后称其重量。以空的和盛有水的比重瓶重量的差乘以系数 1.0019 (测定蒸馏水容积的温度校正系数)。最后求出比重瓶的准确容积。

测定煤的真正重量的酒精必须是无水的。酒精与脱水剂 (如灼烧后的氧化钙或硫酸铜) 一起加热可以脱水。也可以用这些脱水剂保存无水酒精。

煤 中 水 分 之 测 定

分析煤样的水分含量可用下述方法测定。用分析天平称量四角浅盘中的半分碎煤样 1—2 克, 四角浅盘中煤层的厚度不得超过 5 公厘。

将盛有煤样的四角浅盘放入预先加热到 $102-105^{\circ}$ 的烘箱内干燥。褐煤和无烟煤要干燥 2 小时, 其他各种煤干燥 1 小时。然后将盛有煤样的四角浅盘由烘箱中取出, 在干燥器内冷却后, 称其重量。最后要检查干燥程度, 每次半小时, 直到所失去重量小于 0.001 克, 或由于煤的氧化而重量增加时为止。在后一种的情况下计算时, 应采取倒数第二个重量。

将所失去的总重量换算成对原煤样重量的百分数, 即为分

析煤样的水分含量:

$$W^a = \frac{A-B}{A} \cdot 100,$$

式中 A ——干燥前的煤样重量;

B ——绝对干燥煤的重量。

容易氧化的煤有时在 $102-105^\circ$ 的烘箱内放置一小时, 其重量就显著增加。对于这一类煤, 最好适当地缩短干燥和检查干燥的时间。

测定容易氧化煤的水分时, 可在上述条件下干燥的同时向烘箱内通入惰性气体(氮, 二氧化碳)。

煤中含有很多灰分时, 则有理由认为用 $102-105^\circ$ 的干燥方法不能把所有的煤中水分全部排出。即在此温度下, 不能将在矿物杂质组成内的水分排出。例如耐火粘土的主要组成部分——高岭土($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)中含有 13.9% 的水, 在 120° 以下不能将此结合水除掉, 只有高岭土在强烈灼烧时, 才能除掉。矽酸盐所含的结合水达 9%, 褐铁矿($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)含结合水达 15%, 这些水分只有在比 105° 还高的温度下才能排出。

当煤中含有大量类似的含水结晶体时, 不应忽视其中所含有的水分。尤其在测定有机物质组成时, 更应特别注意, 因为由矿物杂质中分出的水, 可能被误认为是由燃料有机物中氢的燃烧而成的水。遇到这种情况时, 应用 10% 的盐酸处理(除去碳酸盐), 然后再用 3% 的氢氟酸处理, 以溶出其他灰分。

以适当方法用酸洗除煤中的灰分, 然后加热至干燥状态, 也可以保证准确地测定煤的有机组成成分。

应用燃料中水分含量可以下式计算:

$$W^p = W_{\text{сн}} + W^a \cdot \frac{100 - W_{\text{сн}}}{100}.$$

灰 分 的 測 定

將盛有煤样 1—2 克(准确度为 ± 0.0002 克)的坩埚放入冷的或加热溫度不到 $250—300^\circ$ 的馬弗爐中，然后加热至 $800^\circ \pm 25^\circ$ 。在此溫度下將煤样灼热 2 小时。在灼热时，坩埚要放在馬弗爐內的赤热部分。經過 2 小时后，將盛有灰分殘渣的坩埚自馬弗爐中取出，先在空气中冷却 5 分鐘，然后放入干燥器內冷却并称量。

然后对盛有灰分的坩埚的灼热程度进行檢查(半小时)，直到其重量变化小于 0.001 克时为止。在計算时均采用最后的重量。

將剩在坩埚內的灰分換算成对煤样重量的百分数，即为煤的分析样品的灰分含量(A^a)：

$$A^a = \frac{\text{全部灰分殘渣量}}{\text{煤样重量}} \cdot 100.$$

由分析样品的灰分含量換算成絕對干燥煤的灰分时，可用下式計算：

$$A^c = A^a \frac{100}{100 - W^a},$$

式中 A^c ——絕對干燥的灰分含量；

A^a ——分析样品的灰分含量；

W^a ——分析样品的水分含量。

由分析样品的灰分含量換算成应用燃料的灰分含量时，用下式計算：

$$A^p = A^a \frac{100 - W^p}{100 - W^a}.$$

以上述方法所測得的不燃物殘渣(灰分)的数量,有时并不能代表煤中所含的真正矿物雜質的含量。这是因为煤中有些矿物雜質在高溫下要改变其本身的組成。例如粘土在煤燃燒时失去結晶水; 碳酸鈣分解时, 放出二氧化碳并变成氧化鈣($\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$); 黄鉄矿燃燒变成氧化鉄($4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$)。同时还进行其他的反应, 例如由碳酸鈣 变成的氧化鈣, 部分地吸收二氧化硫而变成硫酸鈣($\text{CaO} + \text{SO}_2 + \text{O} \longrightarrow \text{CaSO}_4$)。換言之, 按上述方法測定煤的灰分, 在某些情況下, 并不能正确地判断煤中有机成分与無机成分之間的真正比例关系。

正确測定煤中矿物雜質的含量, 最好依次地用鹽酸(10%的)和氫氟酸(3%的)对煤进行处理, 从而算出溶解掉的矿物質和剩在煤里的無机成分。

一般是用下述方法处理的。將絕对干燥煤样 5—10 克(准确度为 ± 0.001 克)放入白金杯中, 在加热的情况下, 依次地以 75—100 毫升 10% 的鹽酸和 3% 的氫氟酸处理(在煙厨内进行)。各經過半小时处理后, 用称过的干濾紙將酸液濾除, 在最初, 尽量不使煤先倒在濾紙上。处理完了时, 必須將全部煤移在濾紙上并以水冲洗, 直到鹵素反应消失为止(滴以硝酸銀溶液, 試驗其是否有混濁現象)。然后將盛有煤的濾紙在 $102-105^\circ$ 溫度下干燥至恒重, 再按所失去的重量計算出被溶解掉的矿物雜質的数量。对經過酸处理的煤, 再用一般在馬弗爐內測定灰分的方法測定其所剩下的灰分, 并將所測得的灰分量加入被酸溶解掉的部分中。

虽然类似这样的測定煤中矿物雜質的方法能得到可靠的結

果，但由于方法复杂，实际上在实验室内很少应用。

煤的揮發物析出量的測定

測定煤的揮發物析出量用的儀器

1. 帶蓋的立式電爐或坩堝爐，爐蓋的底面沿着直徑有一個斷面積約為 1 平方公分的凹槽，以供排出揮發物之用。在爐底有一安放熱電偶的孔。在爐子加熱時，必須用石棉板或瓷板將爐口封閉。

2. 爐中應當保證有 $850 \pm 20^\circ$ 恆溫、高為 45—50 公厘的加熱空間。這一部分的溫度應當在實驗前關閉的爐中測量。

3. 為了將坩堝吊于爐中，在爐蓋上要鑲以耐火絲（鎳鉻絲或其他金屬絲）制的帶環的吊架。吊架的長度應當恰好使坩堝的下半部位於恆溫（ 850° ）的地方。熱電偶的熱接點也要放在這個位置，但與坩堝底要有 5 公厘的距離（圖 1）。

4. 爐子的直徑至少要比坩堝蓋大 10 公厘。如果爐子加熱空間的直徑與坩堝的直徑比較，相差過大，為了避免向爐內放置盛有煤樣的坩堝時發生散熱現象，可將直徑 5—10 公厘、與爐子外徑相等的圓筒放於爐內。圓筒是用水玻璃浸透的石棉或其他耐火材料制成的。圓筒的內部空間要保證吊架上的坩堝自由移動。

5. 瓷坩堝的高度約為 40 公厘，上部直徑約為 30 公厘。每個坩堝要有磨縫密合的蓋子，其直徑要相當於坩堝的上部直徑。磨蓋時，可用機械或用人工法以濕的金剛砂磨至蓋里面有小凹槽為止。

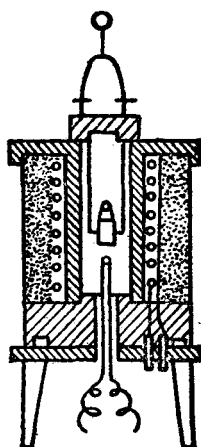


圖 1 電爐及坩堝
在爐內的配置圖

6. 坩埚的磨盖不应盖的太紧，以便于揮發物由坩埚中放出。

測定 將以石棉板或粘土板盖好的电爐加热至恒溫 850° 。在吊架的环上放好盛有 1 ± 0.01 克煤样并盖有盖的坩埚(褐煤或長焰煤要先压成煤餅)。將电爐盖板由爐上取下，并尽速地用吊有坩埚的爐盖把爐子盖上，坩埚在爐內放置 7 分鐘。

在实验过程中，要用热电偶不断地檢查爐溫，在实验开始时發生的溫度波动，要在开始的 3 分鐘內停止，以后要保持恒溫 $850 \pm 20^{\circ}$ 。

如果在后 4 分鐘內溫度的波动超过 $850 \pm 20^{\circ}$ ，則此实验必須重作。

由爐中取出的坩埚在空气中冷却，不超过 5 分鐘，再放入干燥器內，然后称量坩埚。坩埚所失去重量佔煤样重量的百分数(除掉水分百分数 W^a)，即为揮發物析出量 v^a 。

測定揮發物以后，將焦餅由坩埚中取出，灼燒坩埚，并用干毛巾擦淨。

由爐中取出的已冷却的坩埚里面或坩埚盖的里面，若發現有黑色的碳黑薄膜，就說明盖上的排气口还小，这时应將排气口扩大，然后进行再驗。

大量的測定法

对仪器的特殊要求 1. 在馬弗爐的前壁应有排出揮發物的孔，而在后壁要有安放热电偶的孔。

2. 在馬弗爐內要有保持恒溫 $850 \pm 20^{\circ}$ 的部分，这部分的 大小决定于同时放入馬弗爐內測定揮發物析出量的坩埚数量。这一部分的界限，要在关闭的馬弗爐內由事先測量的溫度确定。

3. 为了向爐內放置坩堝，要采用以耐热金屬板、耐热金屬絲或鎢鋼管制成的支架，架上能放置 4—8 个坩堝，并使坩堝底与馬弗爐底要保証有 20—30 公厘的距离。

4. 热电偶的热接点要放在距馬弗爐底 10—20 公厘的 850° 恒溫的区域内。

測定 將关闭的馬弗爐加热至恒溫 850° 。盖好盖的、盛有 1 ± 0.01 克煤样(褐煤或長焰煤事前要制成煤磚)的坩堝放在支架上，然后將馬弗爐門打开，尽速地把放有坩堝的支架放于恒溫区内。把馬弗爐門关好，使坩堝在爐內放置 7 分鐘。在实验过程中用热电偶檢查爐溫。溫度的波动必須在实验开始后的前 3 分鐘內停止，以后要保持恒溫 $850 \pm 20^{\circ}$ 。

如果在后 4 分鐘內溫度的波动超过 $850 \pm 20^{\circ}$ 时，則須再驗。

由馬弗爐內取出的放有坩堝的支柱，在空气中的冷却不得超过 5 分鐘，然后放入干燥器內，最后称量坩堝。將失去的重量換算成煤样重量的百分数(減去水分百分数 W^a)，即为揮發物析出量 v^a 。

$$v^a = \frac{\text{失去的重量}^{\text{①}}}{\text{煤样重量}} \cdot 100 - W^a$$

將 v^a 換算成 v^p , v^c 及 v^i 可用下式計算:

$$v^p = v^a \cdot \frac{100 - W^p}{100 - W^a}; \quad v^c = v^a \cdot \frac{100}{100 - W^a};$$

$$v^i = v^a \cdot \frac{100}{100 - (W^a + A^a)}.$$

① 对燃料的可燃体計算的揮發物。

實驗室焦餅的粘結性的鑑定

實驗室焦餅的粘結性，是根据測定揮發物析出量時所得的焦餅外形進行鑑定，並以下列術語記錄。

- 1) 粉末狀；
- 2) 粘附狀(用手指輕觸即成粉末)；
- 3) 弱粘結(用手指輕觸即成很脆的小塊)；
- 4) 適當粘結(欲使其破碎須加外力)；
- 5) 粘結性很強(欲使其破碎須加很大外力，一般用手指不能將其觸碎)；

6) 熔融弱粘結不膨脹(與 5 相同，但表面具有銀灰色金屬光澤；焦餅成堅硬的餅狀)；

7) 粘結熔融稍膨脹(與 6 相同，但在焦餅表面有突起和氣泡)；

8) 粘結熔融膨脹(其強度與 7 相同，焦餅高達 15 公厘；焦餅的破裂斷面呈小孔的氣泡狀)；

9) 粘結熔融強膨脹(其強度與 3 相似；焦餅高度超過 15 公厘；將焦餅破碎時，可看到大量的氣孔)。

根據揮發物析出量和焦餅的特徵，可對工業用煙煤進行分

表 1

煤 種	符 號	$v^2\%$	焦 餅 特 征
干長焰煤	Д	>42	粉末狀或粘附狀
瓦斯煤	Г	35—44	粘結熔融(松軟)
肥煤	ПЖ	26—35	熔融堅固或相當堅固
焦煤	К	18—26	同 上
瘦煤	ПС	12—18	粘結熔融堅固或相當堅固
貧煤	Т	<17	粘末狀或粘附狀