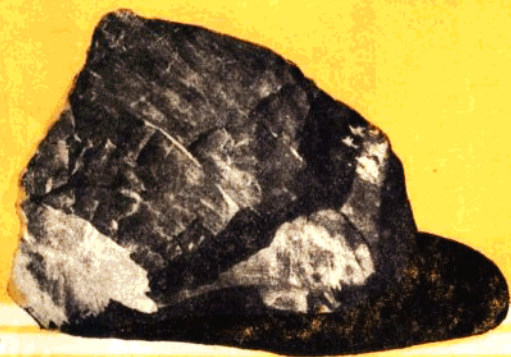


油

页岩的故事

許 毅 复



科学普及出版社

36H16C/H.467

油頁岩的故事

許 毅 復

科學普及出版社

1958年•北京

目次

第一章 奇怪的石头	1
1. 奇怪的石头	1
2. 油頁岩是什么	2
3. 燃料的家庭	6
4. 珍贵的特性	7
第二章 我們为什么需要油頁岩	10
第三章 油頁岩从哪里来的	12
1. 在千万年前	12
2. 海中的小生命	15
3. 油頁岩是这样形成的	17
第四章 怎样寻找油頁岩	19
1. 古代海洋和內陆湖——油頁岩的故乡	19
2. 稀奇的化石	21
3. 在地壳深处	23
4. 怎样揭开地下世界的秘密	25
5. 外行人能找到油頁岩嗎	27
第五章 怎样开采油頁岩	29
1. 談談地下矿的开采	29
2. 露天的宝库	31
3. 怎样才算是有价值的油頁岩矿	32
第六章 油頁岩是怎样加工的	33
1. 什么叫干餾	33
2. 不平凡的液体	36
第七章 祖国的油頁岩	39

第一章 奇怪的石头

1. 奇怪的石头

傳說有这样一个故事：还是在很古的时候，某次一个牧童赶着羊群到深山里去放羊。不久，天空中慢慢地挂滿低垂的烏云。看样子快下雨了，牧童吆喝着羊群准备回家。突然間电光閃閃，雷声隆隆，頃刻間下起了傾盆大雨。牧童只得把羊群赶到附近一个山洞內去躲雨。隔了不久，大雨停了，陽光射进了山洞，天空中出現了一条美丽的長虹。

牧童赶着羊群走出山洞，正当沿着山坡下山时，忽然看到远处在一个小山坡上冒起了一股股黃黑色的濃烟。風把濃烟吹了过来，牧童立刻感到鼻子里冲进一种帶有刺激性的臭气。

他怀着極大的好奇性，忍受着刺鼻的臭气熏染，赶着羊群向那个小山坡走去。

到了山坡上，牧童發現了一件非常奇怪的事情：成堆的灰色大石头燒了起来。熊熊的烈火迅速地向四周蔓延开，一股股的濃烟直上天空。而在附近，除了这些石头以外，再沒有別的东西啦！



圖 1 石头燒起来了

奇怪，石头怎么会燒起来的？

牧童撿了一小块灰色石头，急忙地赶着羊群回来。

这件奇怪的消息迅速地傳开了。远近的居民都赶来这兒檢

这种会燃燒的石头。

当时，人們除了知道这种石头能够燒着以外，別的就知道了。于是大家就將它称为奇怪的石头。

随着社会的發展，科学技术水平愈来愈高，人类探索自然界的本領也就愈来愈大了。于是在这种奇怪的石头中所蘊藏着的秘密就被揭穿了。

原来，这不是普通的石头，而是一种有用的矿产。

現在大家都称它为“油頁岩”。

2. 油頁岩是什么

油頁岩是一种岩石。

自然界有許多种岩石，像石灰岩、粘土岩、花崗岩、火山岩……等。其中有一种岩石是由很細的泥沙堆积而成的。它的外形好像是由一頁頁薄片迭起来的，于是人們就称它为頁岩。

油頁岩是頁岩里的一种，簡單地說，就是一种可以煉油的頁岩。

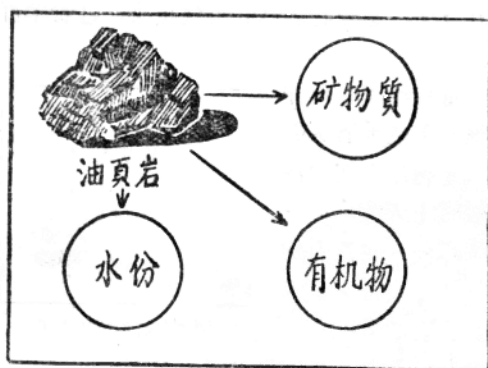


圖 2 油頁岩是这三部份組成的

实际上在油頁岩里所含的并不是油，而是一种能提炼出油的有机物——俗称“油母”，意思就是能出油的东西。因此我們有时也称油頁岩为“油母頁岩”。

在油頁岩中

究竟是些什么呢？

油頁岩是由三部份組成的：有机物、矿物质和水份。

有机物就是含有碳化物的物質。目前在全世界已發現的有机物就达三百万种，而其余的不含碳化物的物質——無无机物却总共还不到五万种。

別看有机物种类这么多，但是組成所有有机物的元素基本上只有三个：碳、氢、氧。

在油頁岩的有机物中一般含有碳 77%，氢 10%，氧 10%。剩下的是硫、氮等其他元素。

而在这三个基本的元素中起主要作用的是碳。

通常每提到一个元素的名称时，在我們的印象中会出现某种物体来，例如一提到銅 (Cu)，我們立刻会想起金黄色的發亮的各种銅器；一提到鉄 (Fe) 那就会想到灰黑色的沉沉的各种鉄器。

可是当剛听到“碳”这个名称时，在我們的印象中出现了什么呢？

有人会想起黑色的煤，也有人会想到鉛笔中的石墨。

这些想法都是正确的。

但是很少会有人想起身上穿的衣服，或者是吃的面包吧！

可是衣服和面包，正好像煤和石墨一样，都是由碳組成的。

不仅如此，从軟軟的牛油到石头中最硬的金剛石都是由碳組成的！印花布、綢緞中含有碳、馬鈴薯中也含有碳。

就是人的身体基本上也是由碳和水的化合物組成的。



圖3 这些都是碳

SWT1/457/11

碳就是这么一种奇妙的元素。

在世界上，只要有生命的物质，不论是动物或是植物，基本上都是由碳和别的元素化合物组成的。

因此，碳的表现是多种多样的。而各种有机物的性质也就很不相同的。

油页岩在普通情况下，有机物和矿物质及水份组成了一种很坚硬的固体，外表和普通石头一模一样。可是当油页岩受热后，内部的水份就先蒸发了，有机物也变成了气体从油页岩中分离出来。如果将这些气体加以收集后，并使它冷却，那么其中大部份气体便冷凝成一种黑色的浓稠的液体。这就是油页岩中的“油”。

这种“油”是以碳、氢、氧三个基本元素组成的很复杂的混合物。

现在来看看油页岩中的矿物质是些什么。

在油页岩矿物质中含有矽酸铝，氢氧化铁，硫，磷，氧化钙等。而在某些地区出产的油页岩中，经过仔细地分析，还能找到一些稀有元素，像铀、钒、硼、镍、锆、钛、钼等。

在我国著名的油页岩产地——撫順的油页岩中，科学家也找到了某些很贵重的稀有金属。

油页岩中的水份含量一般都是很少很少的。如果水份过多，它不仅要降低油页岩的发热量，而且还增加了油页岩发火的困难。

通常见到的油页岩是暗褐色、棕黑色，但各地出产的油页岩颜色很不相同，也有灰色、黄灰色、褐色、墨绿色……等。

有的油页岩在太阳照耀下发出闪闪的光彩，也有的是暗淡无光。

例如我国撫順的油页岩是一种灰色而暗淡，苏联爱沙尼亚

的油頁岩是黃褐色的，而英國蘇格蘭的油頁岩却是黑色的。

從外表上看，似乎油頁岩的顏色愈深含油就愈多。事實並不完全是這樣。

有些地區的油頁岩，的確顏色愈深含油就愈多，而另一些地區的油頁岩情況正相反，顏色愈深反而含油愈少。

那麼每公斤油頁岩含有多少公斤的油呢？

這個數字我們用含油率來表示。

不僅不同地區出產的油頁岩含油率是不同，並且在同一地區的油頁岩含油也有多有少。例如撫順的油頁岩，含油率最高的達12%，最低的只有1%。

如果你左手拿一塊煤，右手拿一塊同樣大小的油頁岩，那你会感到右手比左手要沉些。這是因為油頁岩比煤要重。煤的比重在1.3左右，而油頁岩的比重則在1.8左右，重的還超過2。

別看油頁岩的外表好像硬石頭似的，其實它並不很結實，只要用力將它往地下一擲，它立刻會碎成許多小塊。如果讓油頁岩放在露天里，經常受到風吹雨打，時間一久，它自己也會分裂成碎塊。

油頁岩是能燃燒的。從化學的眼光來看，燃燒就是油頁岩有機物中的碳和空氣中的氧氣化合成二氧化碳而放出熱量的過程。知道了這點後，那麼我們對前一節所談的——牧童所發現的奇怪的石頭突然燒了起來，就不會感到奇怪。因為閃電打在油頁岩上，着了火。這樣，油頁岩自然就燒了起來。因此油頁岩是一種燃料。

那麼油頁岩究竟是什麼樣的燃料呢？

3. 燃料的家庭

在人类生活中每天都少不了燃料。陆地上的車輛，空中的飞机，海洋上的輪船沒有燃料就不能开动。工業上需要大量燃料，農業上也需要它，而国防則更少不了它。就連喝一杯开水吃一頓飯也都需要有燃料才行。

在自然界所遇到的燃料有多种多样的：像煤里面就有泥煤、褐煤、烟煤、無烟煤等；液体燃料里面就有石油、汽油、煤油、柴油等。另外还有各种木柴、油頁岩等。这些燃料組成了一个龐大的家庭。

虽然各种燃料的性質和外表很不相同，但是它們有一个共同的特点——都含有碳。因此它們就能够燃燒和發出热量。

衡量燃料質量的一个主要标准，就是当它們燃燒后能产生多少热量。

而各种燃料的發热量是不同的。

例如燃燒一公斤煤平均可以得到6,000大卡(热量單位)的热量，而一公斤石油則可以产生10,000大卡左右的热量。

那么油頁岩呢？

虽然各地出产的油頁岩發热量是不同的，但是每一公斤油

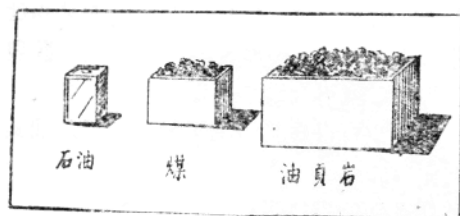


圖 4 要获得同样数量的热量，所需要的各种燃料数量是不同的

頁岩燃燒后所产生的热量差不多都在2,000大卡左右。

換句話說，一公斤煤可相当于三公斤的油頁岩使用，而每五公斤油頁岩才抵得上一公

斤的石油。

为什么油頁岩的發热量这么低呢？

这是因为在油頁岩中可以燃燒的物質(有机物)比其他燃料中的含量要少，而且含有多量的矿物雜質。

在燃料中只有有机物在燃燒后才能产生热量，而水份和矿物質非但不能产生热量，反而要吸走一些热量。

正如右圖所画的那样：有机物少、灰分多、水份大，这就是油頁岩發热量小的原因。

因此，在燃料的大家庭中，油頁岩是一个小弟弟。

但是人們很快地發覺，虽然油頁岩的發热量很小，但它却具有一种其他燃料所不能相比的珍貴的特性。

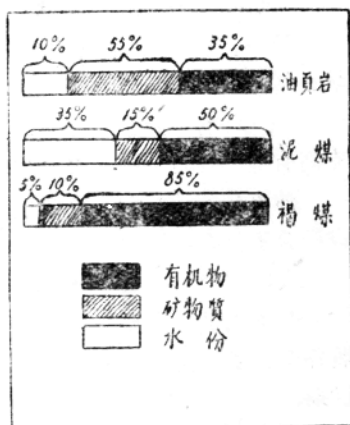


圖 5 油頁岩中的有机物質最少

4. 珍貴的特性

現在大家都已經知道，油頁岩是可以燃燒的。但是，要产生燃燒現象必須要有足够的氧氣。

如果我們將油岩頁放在一个密閉的容器內加热，使它和外面的空气隔絕，那么这时會發生什么变化呢？

要做这个試驗并不困难。取一个瓷坩堝，里面放上一塊油頁岩后就將盖子盖紧，然后送到爐子里去加热。

不久，从坩堝里冒出了一股股淡黄色很难聞的气体。再过

些时候，气体不再出现了。这时从爐內將坩堝取出，放到一个凉快的地方。等它慢慢地冷却后，打开盖子一看，在坩堝底沉淀着一种黑色的粉狀物質。在这里，再也找不到油頁岩原来的形狀了！

奇怪，这是怎么一回事？

原来，这时油頁岩并未燃燒，而是發生了一种化学变化——热分解。

每一种有机物都会發生热分解，只是分解时所需要的温度有高有低。油頁岩热分解时的温度是在 $350-500^{\circ}\text{C}$ 。

油頁岩的热分解，簡單地說就是有机物中高分子化合物变成低分子化合物的过程。

大家都知道，每一种化合物都可以用一个化学分子式来表示。分子式虽然有長有短，但各个化学分子式都是靠了化学鍵將各个分子紧密地連成一个整体。所謂化学鍵就好像是一段鏈条。

当油頁岩里面的有机物受热后，其中某些高分子化合物的一些化学鍵就断裂了。这样，一个高分子化合物就分裂成几个低分子化合物。这些低分子化合物的沸点很低，很容易蒸發成气体。这些就是我們在試驗时所看到的，从坩堝內冒出的淡黄色的气体。

但是有机物中有些高分子化合物內部組織很紧密。当受热后，它們的化学鍵并未断裂，而且有时有的高分子化合物还会和别的化合物紧密的化合在一起，組成了分子式更長的化合物。这些化合物很难蒸發，最后便沉淀在坩堝底部，变成黑色粉末狀物質。

从有机物蒸發出来的气体称为揮發物。如果將这些气体收集后并使它冷却，那么大部份气体会冷凝成黄黑色的液体——

頁岩焦油。而那些未冷凝的气就叫做为頁岩气体或瓦斯。

頁岩焦油和頁岩气体都具有很大的用途。关于这些用途，我們將在第二章內詳細地談到。

而油頁岩的一个珍贵的特性就是当它受热后能产生大量的揮發物。

在油頁岩受热后，有80%以上的有机物变成了揮發物，而其中10%組成了頁岩焦油，其他10%就成为頁岩气体。

这样多的揮發物在各种固体燃料中是很少見到的，而这样高的焦油含量那更是难以得到的。

拿煤來說，含揮發物最多的是長焰煤。可是長焰煤受热后总共只有45%的有机物变成揮發物，而其中焦油只占15%，至于其他固体燃料那就更少了。

含有丰富的揮發物，特别是含有大量的焦油，这就是油頁岩最有价值的地方。

在工業上，就是根据这一珍贵的特性来充分地利用油頁岩的。

从上面所談的我們可以看到，油頁岩是不适宜直接当作燃料燒掉的。原因是从这种矿石中可以取得許許多多極其有用的产品。因此，單純作为燃料燒掉是極其可惜的。

正因为这样，在世界上凡是其他固体燃料儲量丰富的国家，都不將油頁岩直接当作燃料，而是加以充分的利用。

我国是一个煤藏量極丰富的国家。据目前的統計，全国儲煤量达一万二千亿吨^①。按現在每年的开采量計算，可以开采好几千年。因此我們是有足够的条件来更好地利用油頁岩，讓它發揮出更大的作用来。

① 見1957年12月7日李富春副总理在中国工会第八次全国代表大会上所作的报告。

第二章 我們為什麼需要油頁岩

為什麼我們需要油頁岩？這可從農業機械化說起。大家都知道，要使農業機械化就需要有大量的拖拉機、抽水機、收割機和許多其他的農業機械。但是要開動這些農業機械就必須要有專門的燃料——拖拉機煤油、柴油及其他油品。而這些燃料都可以從油頁岩中制得的主要產品。現在農村運糧食，不是用大車拉，就是用牲口馱，用人挑，將來農村都要用汽車，汽車燒的汽油也可以用油頁岩來提煉出來。

為了迅速地發展我國農業生產力，以便加強我國社會主義工業化，提高農民以及全體人民生活水平，黨中央擬訂了我國“一九五六年到一九六七年全國農業發展綱要”（修正草案）。

要實現這個宏偉的綱要，在許多方面都需要大量的油頁岩。

例如在綱要的第六條“大力增加農家肥料和化學肥料”中，要求到“一九六二年生產化學肥料五百萬噸到七百萬噸左右，一九六七年生產一千五百萬噸左右”。

化學肥料對增加谷物產量，促進農業發展都有重大作用。肥料有許多種類，其中有一種主要的化學肥料叫硫酸銨，或稱肥田粉。肥田粉正是油頁岩加工時所得到的一種主要副產品。

在我国的頁岩煉油廠都有專門製造肥田粉的硫酸銨車間。這些工廠，用硫酸處理頁岩氣體中的銨製成硫酸銨，支援我國的農業。

又如綱要第十五條“防治和消滅病蟲害”中指出要從一九五六年起，分別在七年或者十二年內，在一切可能的地方消滅危害農作物最嚴重的蟲害和病害，例如蝗蟲、稻螟蟲、粘蟲、棉蚜蟲……等，同時防止其他危險性的病害、蟲害和雜草的傳播蔓延。

在防治和消灭各种害虫和杂草的过程中，油頁岩也起了重大的作用。

在頁岩焦油中含有大量的酚，如果經過硝酸处理便可以得到一种产品——硝化酚，用它可以大量杀伤田間的各种害虫。

頁岩焦油本身就能很有效地防止各种野杂草产生。

当植物剛出芽时，如果在每公頃土地上噴射 200—300 公斤頁岩焦油，那么各种野杂草都不会長出来。这样不仅可以节省十多倍的劳动力，而且谷物的收成也能提高。

將頁岩焦油和肥皂混和后可以制成一种粉末狀白色的乳化液。把它塗在果树上就能防止細菌的侵蝕。而焦油本身也是植物和各类病菌斗争的有力武器。

油頁岩对农業的作用还不止这些呢！它的产品已經深入到广大的农民家里了！

目前在我国有許多农村中暂时还没有电灯照明。在这些农家中常点着一种灯。这种灯当点燃后能發出很亮的光彩，这就是大家所熟悉的煤油灯。

在煤油灯內燒的就是煤油(或称灯油)，它也是可以从油頁岩加工后得到的一种产品。

当谷物收成后，常常要將它貯存在粮倉內。这时便会有許多害虫害鳥进入粮倉，使谷物受到很大的損失。

如果在粮倉周圍熏上一种气体，那么各种害虫害鳥都將聞味远逃，而这种烟熏对人却没有害处。这种气体名叫乙烯，在頁岩气体中就含有大量的乙烯。

油頁岩同农業的关系就是这样密切。



圖 6 煤油灯

至于它跟工业和国防上的关系，那就更不用说了。国家工业建设各方面都离不开石油，现代化的国防建设，如飞机、坦克、军舰等也都得用到石油。

此外，从油页岩里还可以得到许多其他的副产品。最重要的

有润滑油和石蜡。润滑油可以减少机器的摩擦，延长机器的寿命。石蜡是一种很好的绝缘体，可以用来包扎电缆、电线。

油页岩就是这么一种非常有用的矿物。只要我们能很好地利用它，那它在社

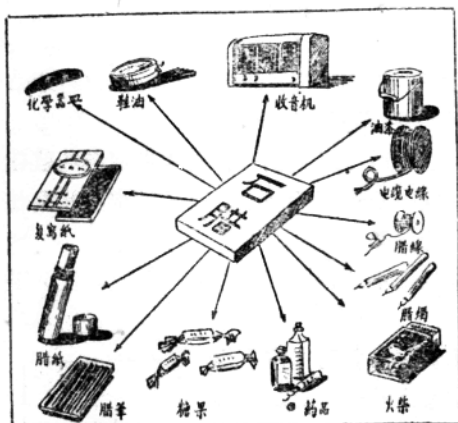


圖 7

会主义建设中所起的作用将愈来愈大！

第三章 油页岩从哪里来的

1. 在千万年前

当我们已经知道油页岩是什么样的矿物和它的用途后，我们就应该进一步了解：油页岩到底是由什么东西变成的？它是在什么时候变成的？怎样变成的？

为了要知道变成油页岩的原始物质是什么，我们可以先取一片油页岩的薄片放在显微镜下仔细地观察。

在显微镜下我們可以看到一些淡白色石化了的线条的痕迹，样子很像植物的叶子和莖。如果碰巧的话，有时还能找到已经石化的动物的细胞组织。

这种观察结果使我们很快地想起了煤。

科学家能够把煤的薄片做得非常薄，薄得甚至于光线也能透过去。将它放在显微镜下，我們可以找到已经干缩的植物细胞。细胞已经石化，细胞壁在巨大的压力作用下已经变了形。

根据这点已经能初步肯定：煤是由古代植物变成的。

事实也证明了这点。

通常在煤矿里可以发现已经碳化的古代树木痕迹，有时甚至于还能碰到很完整的古树干。

事实也证明了：变成油页岩最原始的物质是古代的植物和动物。

这样的结论得来是并不容易的。

因为通常遇到的油页岩或煤多半都是在地底深处，深度有的达到几百公尺，也有的深到一千公尺以下。

在这样深的地底下，怎么会有动物或植物存在的呢？

因为生物要生存必需要有阳光和新空气，而这些在地底深处当然不可能有的。

几百年来，这个问题一直吸引了许多学者。

在十六和十七世纪时，大多数学者都认为地球是永远不会变化的。因为根据圣经上的说法，地球是上帝创造的，从它出现的那天开始就一直是这个样子。

这种宗教的偏见妨害了学者去探索大自然的秘密，当然他们不可能找到油页岩形成的真正原因。

地球是不是永远不会变化的呢？不！

根据科学研究的結果，我們知道在地球发展的过程中是發

生过許多次巨大的变化。

远在几十亿年前，地球上大陆、海洋、山脉和平原的分布同现在的情况大不相同。

在六亿年前，海水曾淹沒了现在苏联欧洲部份的許多土地。而在二亿六千五百万年前，现在我国的大陆也几乎全部被海水淹沒，在地圖上只留下一些孤零零的小島，只是到了一亿五千五百万年前，我国境内的海水才大部份退清。

这些事实說明地球是有过許多巨大变化的。当然，每一次大变化所需要的时间是很長的。

地球上的生物也是逐漸發展的。

远在十亿年前，地球上才开始有生物出現。

生物的出現最先是在海里。当时最先出現的是一些最簡單的單細胞生物。逐漸地水中生物發展得愈来愈复杂了。随后簡單的脊椎动物和魚类也出現了。而这时，陆上的植物也开始出

第1表

油頁岩形成時期

年代 (百万年前)	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
地質 時期	新生代		中生代			古生代					
	第四紀	第三紀	白堊紀	侏羅紀	三疊紀	二疊紀	石炭紀	泥盆紀	志留紀	寒武紀	
植物	高級植物		陸上胎芽類植物				水生植物				
动物	哺乳類		爬虫 昆虫 飞禽				魚	無脊椎动物			
油頁岩 形成時期											●
煤 形成時期											