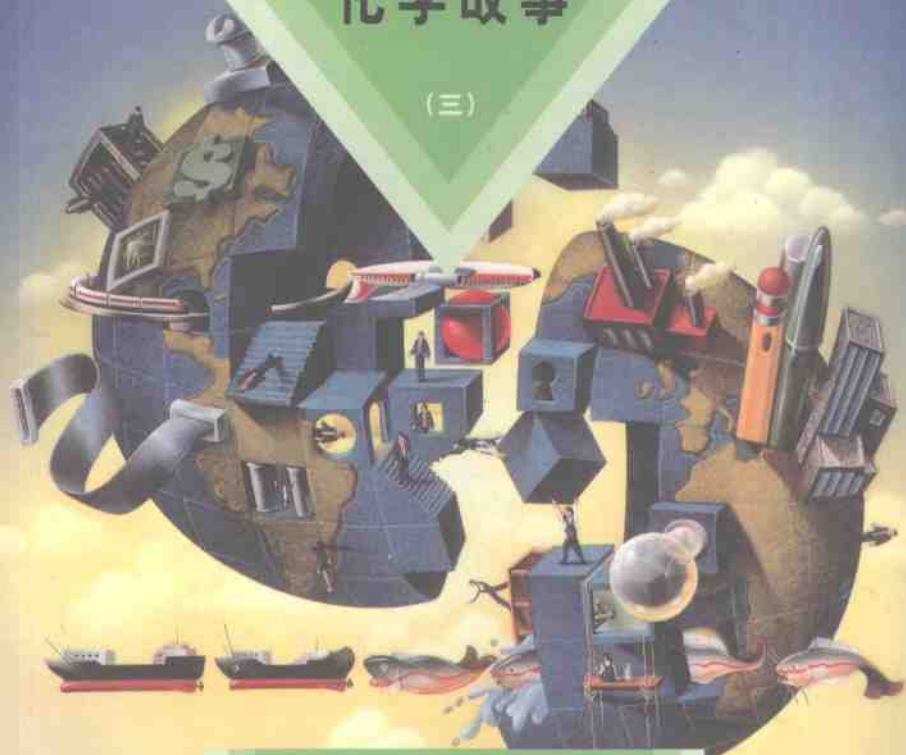


SHIJIE JINGDIAN KEXUE GUSHI

世界经典科学故事^①

化学故事

(三)



本书编写组 编

中国和平出版社

N49

357/(3)

子故事

化学故事

(三)

本书编写组 编

中国和平出版社

地壳里的液体化石

石油,这一词对我们来说是熟悉不过了。它是人类生产生活中的,非常重要的能源,没有它,汽车的车轮就不能转动,工厂的机器就会停止轰鸣……可是,石油到底是怎么形成的呢?是像空气和水一样一直就存在地球上的吗?

一些地质学家在对火山喷发考察时,从喷出的气体中发现有甲烷、乙烷等石油中的常见成分;在火山喷发而形成的黑曜岩、火山灰和浮石中观察到细微的分散沥青。一些化学家在实验室里发现,大多数金属碳化物与水作用后,能产生碳氢化合物,如电石(CaC_2)与水反应就能生成可燃烧的简单的碳氢化合物乙炔。一些天文学家从光谱分析中发现,一些慧星的头部气圈中含有碳氢化合物;在木星、土星、天王星、海王星上,有较浓的甲烷气体聚集,从宇宙中陨落下来的流星里也发现有沥青。

据这些所做的实验和发现,最早有人提出,石油产生于无机碳化物,是由没有生命的无机矿物合成的。

后来,有人提出了有机成因石油的假说,有很多支持了这种假说事实。如人们在偏光显微镜下观察到的石油,发现偏振光透过石油具有“旋光性”,而这一性质无机物是没有的。如有人在石油中发现了一种独特的有机物叶琳,这是在叶绿素和其他天然色素中才有的物质,说明石油与有机物有天然



的联系。

就目前人类积累的材料来分析判断,这一有机成因假说得到了绝大多数人的认可。根据这一假说,我们可以大致勾划出石油形成的场景。

海洋,是生命的摇篮。大约在 10 亿年以前,在广阔的海洋里出现了生命最低级的形式——单细胞生物,经过一段漫长的演化,单细胞生物进化为多细胞生物,为生物的不断演化发展打下了基础。

这些单细胞生物由碳、氢、氧三种原子组成。如果一个单细胞生物把另一个吃掉了,则被吃掉的一个就会被消化掉,组成原来生物的原子进入新的生物体内。如果单细胞生物死后未被吃掉,下沉到海底,而沙子、淤泥又及时覆盖了它的话,它就会被保存在那里。当然,留在那里的这类生物的遗体决不是一个两个,而是不计其数的团体。

我们都知道,细胞在有机物质的发酵和腐解的过程中,起着很大作用。当那些生物遗体被埋葬在泥沙中,就与氧气基本上隔绝了。这时厌氧细菌会过来帮助它们:将脂肪酸变成类似石油的烃类,把蛋白质变成芳香烃类。在分解过程中,一些气体和可溶于水的产物从堆积处散失,结果会形成富含相当有机物质的黑色半液体物质——有机淤泥,有机淤泥在细菌的进一步作用下,又转变为液态的分散石油。

一些放射性元素在石油的形成过程中也是功不可没的。在海洋底部的沉积物里,含有铀、钍等放射性元素,这些元素能放出 α 、 β 、 γ 三种放射线。有机物质在 α 射线的作用下,会分解成氢、二氧化碳、甲烷以及高分子化合物,使复杂的有机分子变成简单的烃。



另一位“功臣”是温度。地下的温度较高,有助于细菌的生长繁殖,也利于使有机物发生热分解产生较简单烃类,不过,在石油形成过程中,温度也不能太高,据学者测定,世界上许多含油气盆地的含油层及生油岩层的温度,大多数在 100°C 以下,只有极少数在 100°C 以上。

有机物质在细菌、放射性元素和温度等的帮助下,再加上埋在地下所承受的巨大的压力,经过数百万年或者更漫长的时间,终于转化成了石油和天然气。在这一漫长变化的同时,泥沙受到上部堆积很厚的沉积物的积压,渐渐固结,最后形成了坚硬的沉积岩。生成的石油分布于这沉积岩之中,即所谓的生油岩层。

沉积岩是最受探矿者青睐的岩石,在世界矿产资源中,约有75%左右与沉积岩有关,石油的储藏更是与沉积岩密切相关,有资料表明,有99.9%的油田是在沉积岩中发现的。

沉积岩通常在海岸附近的浅海形成。随着岁月的流逝,地球上在发生沧海桑田的变化,有些地方海底慢慢升高,海水渐退,沉积岩生成陆地,石油也随之登陆;有些仍留在浅海的大陆架上,有些则可能推向海洋的更深处,藏在这些沉积岩中的石油就是我们所说的海底石油。

据科学家推测,石油刚形成时是呈现分散的油滴状态存在的。当地层发生变化时,在地下水流带动或地层压力的迫使下,分散的油滴便慢慢地向有空隙和裂缝的岩石层中流动、积聚,直到找到合适的储集场所——储油构造为止。

形成储油构造要有三个条件,一是要有能够储集油气的储集岩层;二是要有覆盖在储集岩层上的不渗透岩层,称为盖层,三是要有封闭条件,能够挡住油气,不让它们散逸。



沉积岩层本来是水平的,后来由于地壳运动而发生了褶皱,地层向上拱气的部分被称为“背斜构造”,“背斜构造”是典型的储油构造。在地壳运动时,石油被往上运移到背斜构造的顶部,被上面褶皱着的盖层围住再也出不去了,被迫就在这里定居。由于地壳的运动范围相当大,因而背斜构造往往不是孤零零的一个,而是成片出现,形成了构造带,这也是油田往往是成群成带发现的原因。

当然,石油的形成过程事实上并不如此简单,它是一个非常复杂和漫长的过程,还有许多奥秘等着我们去揭示。

泉水上燃起火焰

我国是世界上发现石油很早的国家。1800多年前的《汉书·地理志》说：“高奴，有洧水，肥可燃。”高奴就在现在的延安附近，洧水是延河的一条支流。这里提到的可燃烧的液体就是石油。

比陕北石油发现稍晚，约在1700多年前，又在酒泉郡延寿县南山（今甘肃玉门东南）流出来的泉水中发现了石油，当地人叫它“石漆”。“石油”之名，是我国北宋时著名的科学家沈括起的。

沈括还发现了可以用石油来制墨，并组织老百姓生产这种墨，结果大受欢迎。

在古代中国，石油除被用来点灯、制墨外，人们还用它作润滑油，用来涂在牛皮囊上防水，还有人用石油作锻炼时的淬火剂，李时珍在《本草纲目》中还指出了石油在医疗上可用于治疗疮癣等等。到南北朝以后，人们因为石油具有“遇水不灭”的性能而把它广泛用于军事方面。

中国古代最早发现和利用的石油，都是那些大自然中露出来的石油，如从含油岩裂缝中流出的等。这种石油的量很少，所以，当人们认识到石油的用途之后，就积极地开始勘探和开发。据考证，我国最迟在14世纪以前就开始钻井采油了。中国古代还有很高明的勘探和凿井技术。



石油在地球上的分布是非常广泛的,从北极附近的阿拉斯加和西伯利亚,往南经过波斯湾、墨西哥湾、中国海,跨过中间的赤道地带,直达非洲和南美的最南端,在世界五大洲的辽阔地域上都有分布。除古代中国外,在巴比伦、印度、埃及、希腊和罗马等文明古国的历史中,也有许多关于石油早期应用的记载。不过,虽然人类使用石油的历史悠久,但它在古代的种种用途,在现代人的眼光看来,都是微不足道的。今天,石油的威力和作用才真正显示出来,它已是人类须臾不可离开的朋友了。

石油的勘探

19世纪中叶,美国宾夕法尼亚州西北匹兹堡城北部约145公里处的小城梯尤菲尔,有一家“宾夕法尼亚石油公司。”这家“公司”仅有数十名雇员,他们从事的工作只是在梯尤菲尔附近收集渗出地表的石油。公司仅将石油用于医药,尽管渗出的石油极为有限,但供药用还是绰绰有余的。

这家公司的股东德雷克萌生了一个念头:既然石油源源不断地从地下渗出,那么地下深处肯定有大量石油存在,关键是如何把它们开采出来。他想起了地球那端的中国人,因为好学博闻的他知道古代中国人会打很深的“盐井”和“火井”,然后用火井中引出的天然气去蒸发盐井中取出的盐水,生产固体盐。他也充分了解中国人的打井方法。于是,德雷克用坚硬的钢制成了钻凿,用缆索上下抽送破碎的岩石。1859年8月28日,在洞钻了21米之后,一条碗口粗细的黑色石油柱从地上喷了出来,喷得高高的,又雨点般地洒向地面。德雷克他们在“油雨”中欢呼雀跃。德雷克取得成功的消息马上传开了,人们蜂拥而至。宾夕法尼亚州的西北部成了世界上第一个油田。

在石油开采的初期,人们都是根据地表有石油渗出这类“地面油气显示”来确定打井地点。地面油气显示往往与地下地层的断裂有关,含油层的石油沿着断层的裂缝运移到地表,



会在一些凹地中汇集成油池。这给人们提供了明确的信息：“这里的地下有石油。”

可是，更多的时候却是石油在向上渗透时，会遇到没有孔隙的坚硬岩层，这时地面上就不会有油气显示了。那么，有没有办法知道地下有石油呢？人们发明了一种“人工地震勘探法”。

探测时，人们先在地下几十米深处放上炸药，然后引爆，利用这小规模爆炸制造出人工地震来。爆炸时产生的地震波向周围地层内传播。由于含有油气的地层结构与一般地层不同，因而对地震波的反射也不同。设在地面上的仪器将反射回来的地震波接收并用磁带录制下来，人们只要对录制下来的地震波进行分析研究，便可大致判断出那里有没有油气，及埋藏深度和储量多少。

人工地震勘探法是石油物理勘探中最常用的一种方法，此外还有磁力测量法、电力勘探法等。

其实，细菌也可以帮助人们找到石油。不同的细菌由于特性不同所以吃的东西也不同。其中有一类细菌对石油的分解成分情有独钟。这是一类最能代表石油特征指示性细菌，因为超出油气田范围之外很少见到它。只要在野外取得岩石、土壤、地下水样品，送到实验室去分析，只要能见到它，则十有八九可以顺藤摸瓜，找到石油。

目前最先进的勘探方法，就是用地球资源卫星进行探测。这种卫星不断向地面发射电磁波，不同岩石和矿石反射的电磁波的本领不同，卫星上的遥感器会把各种矿物反射的电磁波能量记录到高密度磁带上，再转换成不同色彩的照片，通过对这些照片的判读，就能找到包括石油在内的各种矿物。美

国科罗拉多州西北部的油田就是这样发现的。

找到油田之后,人们就开始用钻机打油井。钻机上的大功率柴油机带动钻盘转动,转盘再带动钻杆转动。岩石由于受到钻杆重量的压力,在钻头的高速旋转下破碎。破碎的岩屑被钻杆中压入的泥浆从钻杆与钻孔之间的环形空间带到地表的泥浆槽中。就这样钻孔越钻越深,一直打到含油气层为止。

石油在地底下埋藏很深,上面覆盖着很厚的地层,因此受到很大的压力。油层一旦被打穿,油层内的压力就会将石油自动压出地面,当油喷到一定程度时,地下油层的压力就会逐渐降低,渐渐的油就喷不出来了。这时人们再通过向油层内注水或者加气的方式,使油层的压力得到恢复,从而将剩余的油开采出来。

从 1859 年人类大规模开始采油以来,全世界已开采石油 640 亿吨,其中绝大部分采自陆上。60 年代以后,由于在陆上已很难发现大的新油田,人们将目光投到海上,于是海上油田数量猛增,1947 年,美国在墨西哥湾建造了第一座远离海岸的钢制平台,标志着开采海上石油已经进入现代化阶段。

石油的冶炼

德雷尔钻井取油的成功,轰动了整个世界,出现了空前世界性的石油勘探、经营热。在短时间内,石油公司如雨后春笋般地涌现出来。

但是,原油(没有加工过的石油)的用处并不太大,用它来点灯,黑烟太大,很快就会将房间熏黑,与当时的煤气灯相差很远。

1862年,年轻的美国人洛克菲勒与石油技师安德留斯筹资建了一座炼油厂,开始进行石油的工业化加工。他们采用“蒸馏”的方法,加热使石油汽化,并首先收集那些较小的碳氢化合物分子,然后是稍大一些的碳氢化合物分子,这样依次收集下去,直到剩下的无法汽化的成分为止。那些很小的碳氢化合物就是“石油气”,可以像煤气用来点灯,并且有与煤气一样好的效果。稍小一些的分子是液体,接近于煤油,可以用来作润滑剂、用来点灯,还可以作燃料。剩下的无法汽化的碳氢化合物大分子就是可以用来铺路的“沥青”。

说来也不可不信,在初期的石油炼制中,人们丢掉的废物正是以后最有价值的部分。当时人们获得了一些小分子的石油产品,其分子大于石油气而小于煤油。由这些分子组成的物质是极易挥发的液体,因它们汽化太快,会产生太多汽化气而引致爆炸,所以人们不敢来燃烧,最后只好丢弃。直到很多

年以后,人们才知道被自己丢弃的就是汽油。

原油中含有 10% 的汽油,这个数字远不能满足人类的需要。于是,人们发明一种“裂化”的石油加工方法,即在高温、高压与催化剂的作用下,使含碳原子较多的碳氢化合物大分子裂开成小分子,也就是把煤油、柴油等相对用途较小的产品变为汽油。通过这样的处理,人们从 1 吨原油中可以得到的汽油比原来提高了 7 倍多。

石油中含有一类叫芳香烃的物质可以加工制成苯和甲苯,而这是制造硝基苯和三硝基甲苯等烈性炸药的主要原料。如今人们在石油加工中采取“重整”的方法,让石油中的其他烃类改变组合方式变成芳香烃。在用催化剂进行处理后的重整产品中,芳香烃的含量可以高达 50%。

人们要提高汽油内燃机的功率,最重要的一点是要把汽油和空气的混合物在汽缸内压缩得尽可能地紧密,然后再点火燃烧,使它产生更大的推力。但是这样一来,由于气体被压缩到一定体积会产生高温,这会使汽油燃烧起来,发生爆震。爆震会损坏汽缸,还使汽油的燃烧不完全,浪费汽油。70 多年前,有两位美国化学家密德烈和波义德开始了这方面的研究。经过多方研究,终于发现了一种叫甲基苯胺的物质可以提高汽油的抗爆震性能,用同样多的汽油,可以使汽车多跑 50% 的路程,但它排出一种非常难闻的气体。他们继续努力,到 1921 年,他俩终于发现了一种便宜的带有水果香味的抗爆震剂——四乙基铅,只要在 1 公升汽油中加 1 克的这种物质,就可显著地提高汽油的抗爆震性。

19 世纪中后期,随着石油的开采量加大和加工工艺的发展,石油制品在种类和数量上是越来越多了。经过许多人的



共同努力,汽车和飞机相继被发明并用汽油内燃机作发动机,随着飞机的日益普遍,需要的汽油量也越来越多了。

1892年,德国工程师狄塞尔发明了另一类型的内燃机,就是柴油机。狄塞尔柴油内燃机比汽油内燃机重,功率也大,因此后来多用于卡车、公共汽车、轮船那样的大型设备上。

至20世纪30年代,随着汽油内燃机和柴油机的推广使用,石油作为能源已变得比煤更重要,人类开始迈进了石油时代。

天然气

天然气,顾名思义就是天然产生的气体。它是以甲烷为主要成分的分子量比较小的烃类。它与石油一样,也是埋藏在地下的古代生物经过长期高压、高温的作用而形成的,因此,经常伴随石油存在于地壳中,被称为石油的“孪生兄弟”。

早在 2200 多年前的战国时代,人们在如今的四川省双流县境内掘井取地下盐水时,就发现了天然气。现在,四川仍是我国天然气最大的产地。

天然气燃烧时能发出大量的热量,一立方米的热值一般在 8000~20000 千卡之间,估计是同等质量木材的 3 倍,是同等质量优质煤的 1.5 倍,然而这是因为在天然气分子中含有比较多的氢原子。天然气有的是间断喷出,有的是不断喷出,有的点火才燃烧,有的自己就会燃烧,形成“怒火冲天”的自然景观。

宋代在我国大规模用天然气作燃料。当时,我国古代人民已经掌握了深井钻凿技术,能钻出深达数十米的小口筒井,而且发现与利用天然气的地方也多了起来。到清朝时,钻天然气井的技术更高了。根据记载,当时筒井钻凿的深度已达到 300 丈,一口火井出产的天然气最多可烧盐锅 700 口。这说明当时的钻井技术及每口井的天然气产量都已达到很可观的程度。



在国外,虽然也有较长的天然气发现史,可应用较晚,大约到1820年左右,才有意识地开采与使用天然气。如今,世界上天然气储藏量与开采量最大的是俄罗斯,占世界总量的1/3左右。

天然气与石油常常储藏在一起,有伴生产、纯气田和含气田的说法。目前,天然气、石油和煤并称为当今世界的三大矿物燃料,共同构成了整个工业的能源基础。

天然气的主要成分甲烷同水蒸气在催化剂的作用下,可以生成一氧化碳和氢气,氢气是合成氨工业制造氮肥的主要原料。因此,还可以利用天然气建立一批氮肥厂。用甲烷作原料,还可以生产粒子很细的碳黑,碳黑可用作橡胶的补强剂,天然橡胶掺入炭黑以后,强度可增加一二倍。炭黑还可以用来制墨的墨汁。如今人们还发现,天然气里含有许多合成工业中不可缺少的重要原料,要是能充分利用的话,其价值远远超过作为燃料的价值。

天然气在生产与消费过程中,具有比其他矿物能源更多的优点:

一是纯净。天然气在燃烧过程中也要产生许多二氧化碳,但是与石油相比,却少50%,与煤炭相比要少75%,基本不排放有毒气体。所以,天然气是矿物燃料中对环境污染最小的一种。

二是使用方便。既可液化,又可经管道直接输送,能作为任何大中小企业与电站的燃料。

三是经济。开采成本低,兴建天然气电站投资少,维修和防止污染所需设备费用也小。所以,这种石油的孪生兄弟,成为石油强有力的竞争对手,格外受人青睐。

绿色能源

太阳是地球上一切能量与生命的基本源泉。绿色植物本身不但能吸收而且还能贮备太阳的能量,这就是说,绿色植物具有“固定”太阳能的特性,也即它能利用太阳光能进行光合作用。把二氧化碳与水合成储藏能量的有机物(糖类),并释放出氧气来。利用这些物质就可以开发出能源,古人们称之为“绿色能源”。

地球上的绿色植物能“固定”多少太阳能呢?从热量上讲,以地球表面积 5.1 亿平方公里,其中陆地表面积是 1.49 亿平方公里,海洋是 3.61 亿平方公里计算,陆地植物每年可以“固定”的太阳能为 4.7×10^{17} 千卡,如果每千克绿色植物的发热量是 4 千卡,则可形成 1180 亿吨有机物;然而海洋植物每年则可以“固定”太阳能为 2.2×10^{17} 千卡,其发热量也按 4 千卡计算,则可形成 550 亿吨有机物。从能量上进行估算,全球陆地绿色植物利用的太阳能,约占到达地面表面太阳能的 4%~5%,为 400 亿千瓦;然而水下绿色植物所利用的太阳能,估计比陆地植物要多若干倍。从植物光合作用后产生有机碳的角度进行估算,在 1.49 亿平方公里的陆地上,沙漠约占 33% 左右,森林、耕地和草原实际上约为 1.02 亿平方公里。在这 1 亿多一点的“绿地”上,植物经光合作用而产生的有机碳数量,每平方公里平均是 159 吨。因此,人们设想,如果