

石油地质、开采陈列室

解说词

(东馆)

大庆油田开发科学实验陈列馆

(地宫)

一九八一年三月十七日

石油地质、开采陈列室解说词

这个展厅是石油地质、开采陈列室。

石油在国民经济中占有极其重要的地位。无论是工业、农业、化工、国防，都离不开石油。

我们伟大的祖国历史悠久，地大物博，地下蕴藏着丰富的石油资源。世界近代石油工业的发展，起始于十九世纪五十年代，到本世纪五十年代的一百年内，世界石油工业发展十分迅速，而我国正处于鸦片战争后沦为半封建半殖民地的时期，石油工业一直得不到发展。解放后，在党的领导下，石油工业的发展日新月异，甩掉了“贫油国”的帽子。

为了适应石油工业发展的需要，这个陈列室，主要向大家介绍石油生成和储集、石油勘探、石油开采等方面的科学基础知识。

第一部分：祖国的石油工业

我国是世界上发现使用石油和天然气最早的国家，古代劳动人民很早就把石油和天然气用于照明、润滑、制革、制墨、火药、医药等许多方面（六组图案）。

远在三千多年前，我国古书“易经”上就有关于石油的记载，“石油”一词在宋代沈括写的《梦溪笔谈》一书中第一次使用，并沿用到现在。

公元1637年，宋应星所著《天工开物》一书中，不但留下了我国古代劳动人民用顿钻凿井和使用天然气的文字记载，还留下了珍贵的画页这一浮雕，就是画页的放大，浮雕上刻画了古代劳动人民用顿钻凿井和用天然气煮盐的情况。

据《蜀中广记》一书记载，公元1521年在四川嘉洲一带，从地下上千米的盐井里采出了石油，这口井比美国1859年钻的所谓“世界第一口井”（深仅21·69米），及俄国1848年钻的所谓“世界第一口油井”要早三百多年。

这是我国油气田分布图（按顺序亮灯）：

1875年，在我国台湾省邱苟县钻了第一口油井，发现了出矿坑油田。1907年，发现了陕西的延长油田；四川自贡是我国最早打气井的地方；1939年，发现了甘肃玉门的老君庙油田；新疆还有一个很小的独山子油田。这就是我国解放前十分薄弱的一点石油工业。

解放后，很快发现了玉门的石油沟、鸭儿峡油田、青海的冷湖油田、新疆的克拉玛依油田、南疆的伊奇克里克油田和四川的南充、桂花、龙女寺油田以及川南的一系列气田。国庆十周年的前夕，在我国东北地区找到了大庆油田和扶余油田，接着又发现了天津的大港油田，山东的胜利油田，江汉的“五七”油田，四川的泸州气田等。七十年

代。又发现：辽宁的下辽河油田，河南南阳的魏岗油田，苏北的刘庄、真武庙油田，陕甘地区的长庆油田以及河北的任丘、霸县油田。近两年，在南疆、柴达木、渤海、北部湾和珠江口外都打出了高产油井。在一些勘探程度还很低的地区，如云南的景谷、西藏的伦坡拉等地，都打出了工业油流。台湾省还有新竹、新北、苗栗、青草湖、六重溪等油气田。目前，我国已发现了二百一十七个油气田，在社会主义祖国的大地上遍地盛开石油花。

（油样台）这是从我国主要油田搜集来的石油样品。

（地质时代表）经过勘探证明，从距今不到三百万年的第四系到距今六亿年前的震旦系地层中都发现了石油和天然气。大庆油田的油层是中生代的白垩系地层，距今七千万年到一亿三千五百万年，西北青海的产气层是新生代第四系，距今不到三百万年，而四川威远气田和河北任丘油田的产油气层，则是元古界的震旦系，距今6—10亿年。

（四组指标）解放后，我国石油工业飞速发展，钻井总进尺、石油产量、油水井数、职工人数等主要指标，都有大幅度的增长，1949年全国产石油12万吨，1960年产521万吨，1979年达到一亿零六百万吨，自给有余，还有部分出口。

第二部分：石油的生成和储集

要了解石油是如何生成的，首先介绍一下什么是石油？

从外观上看，石油的颜色有多种多样，但一般的是黑褐色，

（实物）石油中含有汽油煤油和别的很多种复杂成分，有一股特殊的气味，易燃、石油比水轻，一般比重在 $0.75 - 0.9$ 之间（图案），石油不象水那样容易流动，具有一定的粘性（图案），在一定的温度下就凝固，而且发出的热量比煤和木柴都高（图案），另外石油在一定的温度压力下，可以是液态也可以是气态（图案）。

石油主要是由碳氢元素组成的化合物，由碳和氢原子构成的碳氢化合物，化学上称为烃，烃类占石油成分的百分之九十几，其他还含有氧、氮、硫等元素，含氧、氮、硫等元素的碳氢化合物称为非烃类，（分子结构模型）碳原子成链状结构的是烷烃、碳原子成环状结构的是环烷烃和芳烃。

石油是深埋地下储于地层中的碳氢化合物，是怎样生成的呢？石油的生成要有三个条件，一是有生成石油的物质来源，二是有使这些物质保存下来的环境，三是有使这些物质转化为石油的条件。在气候温和湿润的自然环境里，繁殖着大量的生物，大型动植物不是生成石油的主要物质来源，主要来源是海洋和湖泊里大量繁殖的微生物和低

等生物（照片）它们繁殖快，死亡率高，数量很大，死亡后伴随着泥沙一同沉积，同时河流也带来相当多的有机物，在基本上和氧气隔绝的还原环境中不受到氧化破坏。这是生油层中发现的较大的生物化石鱼、蚌、叶肢介（照片）。这是松辽盆地的介形虫层标本（实物柜），介形虫层是介形虫死后，介壳堆积而成的地层，在松辽盆地里多达32层，最大厚度可达3.2米，这么多介形虫的生存和繁殖，必然还有比它的数量大得多的供它们生存的更低等的生物繁殖，这些低等生物，就是生成石油的物质来源。据现代水域水生生物资料统计，低等生物占水体全部生物的百分之八十五以上。随着上覆沉积物的不断加厚，埋藏深度不断加大，压力温度不断升高，在细菌、放射性物质以及一些矿物作为催化剂的参予下，经过一系列复杂的物理化学变化就生成了石油。（生油照片组）

生油岩石，一般都是泥岩和灰岩（实物柜），生成的石油微滴，在垂向压力和地层水的浮力作用下，初步运移到孔隙性渗透性良好的地层里储集，储油岩石一般都是砂岩和灰岩（实物柜），这些油在地壳运动过程中，在定向水动力作用下，作一定距离的运移，在运移过程中，在封闭良好的储油圈闭中聚集起来，形成有工业价值的油气藏。

由于地壳运动的不断变化，产生了不同的地质构造形态，在不同

形态的地质构造中油气聚集就形成了不同类型的油气藏（模型）。

岩层受挤压而成背斜褶曲，形成良好的圈闭，油气被聚集起来称为背斜油气藏，如大庆油田。

岩层断裂，断层面封闭良好，油气被聚集起来称为断层遮挡油气藏，山东胜利油田就有这种类型。

沉积盆地不断下降，沉积岩一层超覆一层，下部岩层封闭良好，油气聚集在被超覆的地层内，称为地层超覆油气藏，如新疆克拉玛依油田。

岩层断裂、断层面是一个曲画，断层的一侧地层加厚，并形成背斜形态，称为滚动背斜，油气在滚动背斜里聚集起来，称滚动背斜油气藏，如松辽盆地里的新店油田。

油气聚集在大套泥岩中的砂岩透镜体内，称为岩性封闭油气藏，

地壳下降，古老的石灰岩山体被新的地层埋没，新地层内生成的油气运移入石灰岩山的裂缝溶洞中储集起来，称古潜山油气藏，如河北任丘油田。

地壳总在变化运动着，松辽盆地就经历了发展、兴盛、衰亡的变化史。（松辽盆地发展史模型）。

松辽盆地出现之前，这里是古生代晚期形成的山系，侏罗纪末，

大规模的造山运动，产生了一系列大断裂，松辽盆地大面积下陷盆地内出现许多彼此分割的断陷盆地，整个盆地的基底，是古生代的变质岩和花岗岩。盆地发展的第二个时期，盆地继续下降，形成一个较大的湖泊。第三个时期地壳下降幅度增大，湖盆继续扩大，湖水较深，气候温暖潮湿，生物大量繁殖，是重要的生油时期。到了第四个时期，湖盆继续下降，达到了全盛时期，仍然是重要的生油时期。以后，盆地开始上升湖泊面积缩小，到后来，就成了现代一片草原沼泽的地理面貌。了解沉积盆地的古地理和地质变化，是为了更好地指导我们寻找石油。

生油模型：

这是一个生油模型，简略的介绍石油的生成和储集。里面的情景是四周环山的平原，地下蕴藏着丰富的石油资源，在这牛马成群的草原上，井架林立，钻机轰鸣，正在进行油田开发工作，我们看到，一口新井刚刚钻完，许多部拖拉机，拖着钻机整体搬家，远处满载石油的列车飞驰长鸣。

在一亿多年前，这里是个大湖泊，当时气候温暖潮湿，湖边有高大的植物和身体庞大的恐龙，在湖里有大量的低等生物和微生物，还有介形虫、叶肢介、鱼、螺、蚌等各类动物。低等生物和微生物繁殖

快，死亡率高，数量多的惊人，是生油的主要物质。

经过千万年风吹、雨淋、日晒、四周高山上的岩石被风化剥蚀成大量泥沙，然后被雨水河流带到湖盆里沉积下来。并把大量低等生物和微生物掩埋起来，随着地壳不断下降，堆积越来越厚，形成现在的几千米厚的地层。后来，地壳上升，地层发生弯曲、断裂，最后使湖泊变成了平原。

大量的生物被掩埋起来，怎样转化为石油的呢？我们在平原上切开一刀，看看地下的情况。

首先看到的是地表层，黑色的是不渗透的盖层、它盖在储油层上，使油层中的油不跑掉，再往下是储油层，储油层一般是砂岩，石油就储在砂岩颗粒的孔隙中，不象有些人想象的那样，石油在地下是油海、油河，最底下那一层是生油层，就是含有大量生物尸体的一层。

这么厚的地层对下边生油层是一个很大的压力，几千米深的地下温度也是很高的；生油层里大量生物尸体在一定温度和压力的作用下，并有细菌、放射性物质和起催化剂作用的矿物参予下发生了极其复杂的物理化学变化，逐渐形成了微石油并汇集成石油滴。

生成的石油滴逐渐从生油层向储集层运移，采色箭头表示垂向运移和侧向运移的情况，这样石油就不断地在具有孔隙的砂岩中富集起

来，形成油层，由于油、气、水的比重不同而产生了重力分异，天然气在储油层上部，石油在中间，水比油重在下边；成为边水和底水。

第三部分：石油勘探

出露地表的生油岩和油苗、沥青、地蜡都是重要的找油标志，但在大自然中，并不是经常见到的，这就要利用其他勘探手段。

油气聚集与大地构造有关，必须深入研究各个地质时期的构造运动，确定有利的油气聚集带，寻找有利的储油构造，（板面照片）背斜构造、断层、裂缝溶洞等构造现象，是我们要重点研究的。

找油的方法很多（图案），但每种方法只能了解地下情况的一个侧面，因此，一般都要用地质勘探，地球物理勘探，地球化学勘探和钻井勘探多种方法，全面调查联合作战寻找石油。下面重点介绍地球物理勘探的重力、磁力、电法和地震勘探。

（模型）地球对物体的吸引力就是重力，地壳是由火成岩、变质岩、沉积岩组成的，岩石不同，密度不同，地面不同位置，由于地下岩石结构的变化，地表就有重力大小的差异，重力勘探就是利用重力仪测出地面不同位置的重力差异，用来了解沉积盆地基底起伏变化和沉积岩的厚度变化的。

磁力勘探是根据岩石有不同的磁性，火成岩、变质岩、磁性强，沉积岩磁性很弱，在地面用磁力仪测出测线上的磁力强弱变化，就可以了解沉积盆地基底的起伏变化，磁力勘探常是配合重力勘探使用的。

地层存在着自然电流，在附加了人工电场的时候，由于不同类型岩石成份不同，导电能力也不同，电法勘探就是利用岩层电性的不同，研究地下沉积岩的沉积厚度、分布范围和变化形态。

经过这几种勘探方法，查清了“盆地”的大概情况，初步确定盆地内聚集油气的有利地区，再采用地震勘探的方法来进一步寻找盆地里有利的构造。（地震模型）

地震勘探利用波在介质中传播遇到介面就反射和折射的原理。沉积岩是成层的，每个层面就是一个介面。在地面上，用人工激发的方式产生地震波，地震波往地下传播，当遇到岩层介面时一部分波反射回来，一部分波继续向深层传播，当遇到另一个介面时，一部分波又反射回来，一部分波继续向深层传播。地面上用检波器接收回波，把地震波的信号转变为电的信号，在地震仪上记录下来。一组检波器就可以获得一组曲线。在一条测线上可以获得许多组地震曲线，把这些曲线送入电子计算机处理，就可以绘制出地下岩层起伏形态和断裂变化的图幅，帮助我们找到有利储油的地质构造。

(这里介绍的是一种三次复盖的工作原理,不同的地方放炮,不同的地方接收,对地下A、B两点重复观察三次可以得到六条曲线送入电子计算机处理,去伪存真有效波得到加强,干扰波削弱,从而获得比较精确的资料。这样就能更好的研究地下岩层的变化规律)。

无论那种勘探方法,都是在盆地内部署相互垂直的网格测线,来控制地下地层的形态变化,勘探程度越高,测线距离越小,对地下了解越准确。

(钻井模型)找到了有利储油构造后,到底有没有油,还得通过钻井来证实,钻井方式分为两大类,一类是冲击钻,利用机械作垂直运动的顿钻,一类是旋转钻,旋转钻分转盘钻,电钻和涡轮钻,这是由井下电动机带动钻头旋转的电钻,这是井下涡轮带动钻头旋转的涡轮钻。

这是钻井的各种钻头,分为刮刀钻头、牙轮转头、西瓜皮钻头,刮刀钻头用来钻比较松软的岩层,这几种钻头钻比较坚硬的岩层。

油层和井底的连通方式,称为完井方式。采用射孔弹射孔,称为射孔完成。油层部位不下钢管,称裸眼完成。还有衬管完成和贯眼完成两种。

(测井模型)钻井完后,在下套管之前,还有一个很重要的工作,

叫地球物理测井，它是根据地下岩层和所含流体的导电性，导热性，放射性等物理性质的不同，在地面下入不同的仪器到井筒进行测量，得出各种曲线，然后综合分析、解释、判断地下不同深度的井筒中，那一段是油层，那一段是气层、那一段是水层，那一段是泥岩层等等，并且还能进一步得出这些油层、气层、水层的厚度多大，渗透性如何，这就为油田开发提供了依据。

（沉积模型） 这个沉积模型，反映内陆湖盆的沉积状况。一个内陆湖泊，周围是山，山上经风化剥蚀而成的碎屑物质、泥质和化学物质，经河流搬运入湖，在盆地的各个部位，形成不同的沉积相带，在河流入湖的三角洲地带沉积的各种砂体，有利于石油聚集，因而三角洲沉积是石油勘探和油田开发都要研究的重要课题。

河流上游，多为高山峻岭，水流湍急，河岸陡峭对称，河底沉积物少。

河流中下游，地势平坦，水流缓慢，大量的泥沙沉积下来，由于淤积作用，河流常改道，形成泛滥平原。河道弯曲处，河岸不对称，一边陡、一边缓，泥砂在缓岸沉积。

河流分叉到河口部分，沉积成三角洲平原，地势低平，河流分枝呈树枝状。

河流入湖部分为三角洲前缘，这里除受河水作用外，还受湖浪作用，形成砂坝。

河流入湖后，近岸沉积较粗的砂岩，越向湖心，沉积物逐渐变细，为细砂岩、泥岩、灰岩。

深湖和半深湖地带沉积下泥岩、灰岩，有利于生油，生成的油，常常在三角洲地带沉积的砂岩中储集。

第四部分：石油开采

要把埋藏在地下的石油开采出来，首先要了解储油岩石的结构，岩石物理性质，以及影响石油流动的有关参数（版面图案）。

这几组照片，是把地下储油岩层的岩心取出来磨成薄片放在显微镜下放大后拍照的，白色是砂岩颗粒，是各种各样的成岩矿物，灰色的是把砂粒粘在一起的胶结物，这黑色的就是石油，石油就储藏在这些形状不一，大小不同的岩石颗粒之间的孔隙中（照片）。

这些细小的孔隙一般只有十分之几到百分之几个毫米，但是如果把这些和油接触的岩石表面积展开，一立方米砂岩颗粒的表面积，可

达12万平方米，孔隙度可达百分之二十几。

岩石表面还有不同性质，一般来说，石油容易粘上，而水不容易粘上的岩石表面，我们称为亲油岩石表面；而水容易粘上石油不容易粘上的岩石表面，我们称为亲水岩石表面，（图案）。在注水开采过程中，如果岩石表面亲水，则附在岩石表面的石油就容易被水洗干净，采出的油就多，如果是亲油的，注水驱油的效果就差。大庆油田的储油岩石是中性偏亲油的。

在了解油层的物理性质时，要测定岩石的孔隙度，渗透率和含油饱和度。

开采石油的过程中，石油在岩石颗粒孔隙中流动，要受各种力的影响，一种是驱动力，一种是毛细管力，一种是重力，一种是粘滞力。（图案）

石油怎样从油层流到井底的呢？（标题）

石油从油层流到井底，主要受驱动力的作用，（版面）驱动力分两种，一种是自然驱动力，一种是人工驱动力。

下面介绍几种自然驱动类型：

溶解气驱：石油中溶解了大量的天然气，当油层压力降到一定数值时，天然气就要从油里脱离出来，并且不断膨胀，把油层里的油驱

到井底。

弹性驱动：储油岩石和岩石中的流体在千米深的地下，受到高压作用，处于压缩状态，当压力降低，岩石和流体物质都会膨胀，产生弹性能量，把油驱到井底。这种驱动出现在油田开发初期，时间很短。

气压驱动：具有气顶的油田，气顶中的天然气呈压缩状态，当压力降低时，气体膨胀，推动石油流到井底。

重力驱动：储油岩层倾角大，渗透性好，靠石油本身的重力流到井底。

水压驱动：油层有充足的供水水源，油层渗透性又好，水不断补给地层，把油驱到井底。

上面讲的这几种驱动方式，都是利用天然能量采油，一个油田往往有几种驱动力同时存在，除水压驱动外，能量都很小，从开采曲线看出，随着开采时间的延长油井产量和压力都在下降（曲线）。油从油层流到井底再从井底喷到地面，必须克服油层阻力、井筒中液柱重力、油气与井筒摩擦阻力、地面管线回压等（示意图）。要克服这些阻力实现长期稳定自喷开采就要始终保持油层压力，就要采用人工保持能量的方式，向油层注水、注气（模型）可以保持油层压力。我国绝大部分油田，都采用了注水开发保持能量的开采方法。

石油从油层中流到井底后，是怎样喷到地面的呢？

这是油从井底喷到地面的过程，（指版面）油从油层流入井底，井底压力高于天然气从油中逸出的压力，气不脱出，是纯油流；油流上升，天然气逸出成气泡，成泡流；气泡继续上升，压力继续下降，气泡膨胀，在井筒中成段出现气段，称段塞流；气泡继续膨胀，气泡连接起来，称环流；气体流速加大，气将油冲成雾状，称雾流，油和气是呈雾状喷出地面的。

（采油模型）油田上的井分两大类，注水井和采油井。将水注入油层的井为注水井，注水的目的，一是保持油层压力，二是驱赶石油。出油的井为采油井。靠油层的能量自喷的为自喷井，用机械抽油的为抽油机井，将旋转叶轮式电泵安在井下的称潜油泵井。在大庆油田，纯油区基本上都是自喷井，过渡带地区油层变薄，原油粘度较大，自喷能力差，大部分井都是抽油机井。

（油气水集输模型）这个模型是大庆油田油气水的地面集输流程，红色的是输油管线，黄色的是输气管线，兰色的是供水管线。

石油从生产井出来，经过井口加热炉加温后，送到计量站，进行联合计量，老区采用单井计量，新区采用多井联合计量。经过分离器脱气，油气分别输送，天然气送到输气站，再输送到化工厂制作化肥