

松基三井纪念碑

“9·26”是发现大庆油田纪念日。1959年的同一天，松基三井喷出了一股强劲的工业油流，引来数以万计的建设者在这片土地上扎根。如今她像功成名就的隐者，静谧在远离城市中心的乡村，尽管化成了一座石碑，依旧庄严妩媚。

沉疴夺命

时光的指针倒拨回1989年。大庆油田经过近30载的开发建设，石油产量进入高峰期，实现了5000万吨连续稳产十年的规划目标；开始向跨世纪持续稳产的新征程迈进。30年是一个承前启后的节点，当时的大庆市和石油管理局共同决定：在松基三井的原址建造一座的纪念园，树碑永志，铭记历史。

井史记载：1959年9月26日射开高台子油层喷出工业油流之后，还对钻遇的葡萄花油层进行了试油资料录取。从1960年2月22日起转入试采，与史称“三点乾坤”的萨66、杏66、喇72三口预探井，一同作为判定油藏生产能力的观察点，连续自喷生至1961年8月1日，取全准资料后关井休眠。

当时，为了标明这口功勋井的位置，试采结束后，曾在井场上以砌筑红砖外抹水泥的方式，立了一座简陋的纪念碑。由于油田开发的重点集中到长垣北部的主力油区，碑身在荒野里经过20年的栉风沐雨，表面斑驳脱落，红色油漆书写的字迹也日渐剥落。1983年，开发高台子油田的紧锣

密鼓，唤醒了松基三井。采油五厂维修后将它激活，纳入开发网，安装上游梁式抽油机恢复采油。为了使这口改变了模样的明星探井不至于和其他新钻的开发井混淆，对碑的纪念碑进行了加固和翻新。

连年高强度注水采油，导致松基三井不堪重负，无法抗拒的衰老，断裂了井筒中的套管。决定建造纪念园之时，对病人膏肓的松基三井进行大修，力图让她活着跨世纪。然而，几经努力，终因损坏过于严重没有取得成功。沉疴夺命，万般无奈，只好对井筒做了报废处理。松基三井不得不带着失去油流的遗憾，在长眠中迎来了建园工程的启动。

巨石华彩

在松基三井原址建一座什么样的纪念碑，才能够准确表现石油人踏破洪荒，一举改变中国命运的伟业？是一个非常不容易用造型艺术浓缩的难题。

接受设计任务的大庆油田设计院土建二室，构思了多种风格的方案，画出效果图，提交市局领导审议，结果没有一个方案被认可。

松基三井纪念碑，一定要在庆祝大庆油田发现30周年之前落成，时间紧迫，设计师们倍感压力沉重。曾带领设计组到全国各油田进行考察的主任工程师刘福清，决定先找筑碑用的石材，边看边琢磨。在仓库的贮料场，他见到了一块长3.4米、宽1.9米、高1.5米的花岗岩，质地淳朴，没有瑕

疵。顿时眼前一亮，脑海里闪现出灵感，用这块近似长方体的天然石料做碑身，定会别出心裁，一目了然，稍加修饰即可表现松基三井为中国石油工业发展奠基的象征意义。于是，他立即草拟了两套方案，马上动手绘图，并且还制作了缩小比例的展示模型。

果然，简捷明快、匠心独具的设计直奔主题，赢得了市局领导成员的一致赞同。方案确定，立即施工。

刘福清设计的松基三井纪念碑，每一处都蕴含寓意。9层台阶筑起纪念台的台基，每层划分26个方格，表现9月26日发现大庆油田。台基的正中心是松基三井的遗址，安放一尊饱经沧桑的大型采油树，用实物再现喷油时的原貌。后面用8层花岗岩条石砌成纪念碑基座，南低北高，扬起20度的倾角，安放上那块切去一角的花岗岩原石，作为纪念碑的主体。这是整个设计最为精湛的点睛之笔，向北方翘起的寓意，象征石油会战发现主力油区之后“挥师北上”，烘托出高速度、高水平拿下大庆油田的昂扬气势。北高南低的姿态，还寓意大庆长垣的储油构造向北油层的发育越来越好。花岗岩基座的正面投影呈现出一条分段抬升的折线，表现大庆油田的石油产量节节升高。总质量调整为30吨重的整块花岗岩，寓意大庆油田发现30周年。采油树与花岗岩浑然一体，一个代表石油，一个象征奠基，凸显的视觉效果，让人一看就明白松基三井是中国石油工业崛起的



奠基石。

花岗岩纪念碑的各侧面还做了浅刻修饰。正面用凸起的浮雕，刻出了大庆长垣深埋地下的地质形状，其中一个醒目的圆点，标示出松基三井所处的位置。另外三个由南向北敞开分布的圆点，表示“三点定乾坤”，发现了石油蕴藏的富集区。花岗岩碑体高高翘起的北端面，雕刻了探井喷出油流的礼花形图案，圆弧形排列的1949、1959、1989三组数字，表现了中国石油工业由低谷走向高峰的历史进程。低沉的南端面，用粗略的凿痕刻画了大庆油田主力含油地层的示意图案。纪念碑整体的正立面上方，镌刻时任国务院副总理康世恩亲笔题写的“大庆油田发现井——松基三井”金色楷书，下方基座镶嵌汉白玉石板刻写的碑文。背立面的上方，镌刻时任黑龙江省省委书记孙维本手书的松基三井简介，下方基座也镶嵌了一块汉白玉石板，上面刻下了1982年获得国家自然科学一等奖，在“大庆油田发现过程的地球科学工作”中作出卓越贡献的地质矿产部、

石油工业部、中国科学院的23位地质学者、石油工程专家的英名。

功高至伟的松基三井，以崭新的姿容迎来了永恒的新生。1989年9月27日下午3时30分，揭幕仪式隆重举行。从此，松基三井这处孕育大庆精神、铁人精神、一举把中国的石油地位推举到世界前列的爆发点，列入了国家级文物保护名录，成为一处油香四溢的爱国主义教育基地。

再添华彩

2009年，大庆油田发现50周年的前夕，对松基三井纪念园进行了维修和扩建。纪念碑的主体部分没有变化，增加了新的地面铺装，两条醒目的引导线把瞻仰的目光从代表松基一井、松基二井的两处圆形图案，衔接到底基之上的松基三井。这一寓意表现了大庆油田的发现不是一挥而就，而是一段艰难曲折的勘探历程。

松辽盆地勘探期间，三口基准探井的布钻是一个有序推进的整体。钻探松基一井发现了生、储石

油的地层组合，松基二井发现了石油运移踪迹，松基三井喷出了工业油流，三级跳的落脚点便是举世闻名的大庆油田。因此，松基一井和松基二井，理应和松基三井一道分享彪炳史册的荣光。

改造后的纪念园还新增了一组气势宏大的浮雕，栩栩如生的人物刻画，再现了当年群英荟萃，两院齐心协力，展开松辽盆地石油勘探的壮阔场面，通过“战略东移确定井位”“百里搬迁提前试油”“喜喷油流”“定名大庆”四组写实，烘托出“大庆从这里走来”的纪念园主题。

经过几代石油人的不懈奋斗，成就了大庆油田与油城的光荣履历。每年的9月26日，会有许多耄耋的“老会战”在晚辈的搀扶下来到这里追忆历史，饮水思源。每一位瞻仰者，站在这处曾以喷薄之势引发石油事业跨世纪辉煌的圣地，都会心潮澎湃，感慨万千。50多年的光阴恍若白驹过隙，这座丰碑默默无语，却让见证她的前人豪迈无比，秉承而来的后者励志披靡。

(宫柯)

从开发地震到油藏地球物理

地球物理学，又名开发地震，与之相关的还有油藏地球物理等技术。顾名思义，地球物理学就是用物理学理论和方法研究地球的学科，用于石油天然气勘探开发的技术分支自然就被称为勘探地球物理，其技术方法众多，应用较多的有重力/磁力勘探、电法勘探和地震勘探等。

在这些方法中，地震勘探方法的精度相对最高，它也被广泛应用于盆地油气勘探的全过程。无论是在勘探阶段还是在开发生产阶段，石油人都愿意选择地震技术来解决难题，而且称其为“精细油藏描述”，以至于工程专业专家发出这样的疑问：“勘探和开发都在‘精细描述’，那么到底谁更精细？”

虽然开发地震与勘探地震同宗同源，但开发地震专业面对的问题不同，换言之，其待解决问题的尺度不同。

开发地震面对的问题尺度，往往小于一个开发井井距，约300米至400米的规模，这样精度的成果才能解决井间认识，满足开发方案部署需求。这也是它作为一项独立技术存在的价值。

开发地震立足于解决开发井井间认识问题，于是派生出构造、储层和流体预测研究，其中对于储层的预测研究又衍生出地震沉积学和岩性地震学，这些都是基于高精度地震技术研究含油气储层的分支技术。

随着地震技术的发展，其精度不断提高，应用需求也越来越广泛，进而研发出以井中地震技术等各种高精度地球物理方法，极大地拓展了地球物理在开发领域的应用。其中，综合各种地球物理手段的储层或油藏研究技术统称为储层地球物理或油藏地球物理。这与以往开发地震技术、方法和精度有了重大区别。

那么，在油气藏开发阶段，地球物理工作有什么不同呢？

在开发阶段，地球物理工作有四个方面的不同，即研究对象不同，研究尺度更小，研究精度更高，须采用不同的研究方法。这四点使得油藏地球物理有了独立存在的必要性。

依此推论，油藏地球物理同样也要研究含油构造，不过在这个阶段已经细化到储层的“构造”。按构造地质学概念，由于储层顶、底面不一定等时，而只能称其为顶、底面深度，开发钻井对储层顶、底面深度要求最好在米级以内，如果精度达不到，可以选择井中地震学等精度更高的物探方法。当然，这样勘探成本随之增加。

有了高精度的储层顶、底面深度，是不是就能满足对储层描述的要求了呢？绝对不是。开发井部署还要看储层厚度和横向物性分布，部署水平井还需知道储层厚度及储层垂向渗透率的韵律性，使水平井尽量躲开易于被水淹的位置。

如果是新油田，既要考虑井距合理，也要兼顾井网完善，影响因素众多。一般来说，合理井距要求井间储层尽可能连续，没有不连续界限，这取决于储层沉积类型带来的非均质性及构造活动形成的断层多少。所以我们期望油藏地球物理技术能告诉我们这些界限甚至是隐蔽的界限在哪儿、这些界限的性质和对油水运动的影响是怎样的等。

对于已经生产多年的油田，油藏地球物理的任务是准确预测剩余油分布、剩余油层厚度和储量规模大小，以便部署加密调整井。多年生产实践证明，最易于形成剩余油聚集的场所是油藏内的局部高点，一般比周围高出3米左右就能形成剩余油区；此外，还有油藏内部的断层附近，因为断层阻碍油水运动方向从而形成剩余油聚集；另外，由于流体通常优先选择从高渗区流过，由此在油藏内部的低渗透区形成剩余油。所以3米的深度要求、隐蔽的不连续界限和低渗的三类储层区都是部署加密井的最佳选择。

为此，地球物理学家发明了时移地震，俗称四维地震技术，可以预测剩余油。不过，为使预测精度更高，将复杂地质体看得更清楚，根据复杂油藏的各向异性特点，地球物理学技术已经发展到“五维”时代，即在原来的探测维度上又增加了方位数据。这将给油藏地球物理一双慧眼，将油藏这个复杂的“世界”看个明白。

近年来，油藏地球物理对增储上产发挥了巨大的作用。油藏地球物理研究基础是在探明地质储量基础上的，这个阶段具有井多、资料多、要求高、工作量大的特点，需要着重从井震结合多学科集成创新和开发地球物理技术方法创新两个方面发力。目前，我国海上高含水油田越来越多，油藏地球物理必将在提高采收率工作中大有作为。

(胡光义)



石油成长记：你所不了解的“黑色黄金”

随着现代工业的不断发展，以及国际原油市场和价格的不断波动，有关石油的消息越来越频繁地出现在我们视线中。在许多人眼中，石油好像离我们普通人的生活很遥远。事实上除了加油站之外，石油在生活的各个方面都与我们有着密不可分的关系。了解石油，能让我们更深入地了解日常生活和社会生产各个环节和部门的运转，更深入地体会“黑色黄金”的宝贵。

石油是来自地下深处的棕黑色粘稠液体，提炼加工之前的石油又称为“原油”。早在我国的北宋时期，著名科学家沈括曾在他的科学著作《梦溪笔谈》中这样描述石油：“生于水际砂石，与泉水相杂，惆然而出。”

关于石油的成因，目前主要有两种假说。一种是无机成因论，认为石油是在基性岩浆中形成的。上世纪60年代，曾有苏联科学家研究认为，生出石油所需要的壓力与地幔层的压力相似，继而认为石油是在地幔里不断生成的，并通过断层或者“转移通道”，被挤压到地壳

的浅层。另一种是更为主流的有机成因论，即认为石油像煤和天然气一样，是古代有机物通过漫长的压缩和加热过程后逐渐形成的。史前的海洋动物和藻类死后，尸体埋藏在海底，经过漫长的岁月的作用，最终形成石油。它与我们更为熟悉的煤一样，是不能再生却又不可或缺的宝贵财富。

与地球上其他宝贵的资源一样，石油在全球的分布并不平衡。从东西半球来看，约3/4的石油资源集中于东半球；从南北半球看，石油资源主要集中在北半球。科学家和石油工作者又是如何找到这些埋藏在地下或海下“黑金”的？一般来说，在石油勘探过程中，首先由地质学家对勘探点的地质状况进行分析，分析该地是否有可能生成石油的地层条件。在漫长的转化过程中，石油与地层中一种古老的岩石——页岩有着密切的关系。根据经验，凡是存在这种岩石的地方，往往会有石油的沉积。科学家将这些资料收集汇总后，根据地层的倾角算出钻孔的孔深，然后依据这些资料和数据设计勘探钻孔，完

成石油勘探的过程。

在确定某地拥有石油矿藏之后，便可以进入石油开发下一步的工作阶段——开采。一个国家在钻井技术上的发展程度，往往反映了整个国家石油工业的发展状况。因此，有的国家竞相宣布本国钻了世界上第一口油井，以表示他们在石油工业发展上迈出了最早的第一步。发现工业油气流后，石油开发公司开始大量打生产井，油建公司建设地面传输管线和油气处理站，采油厂安装抽油机、建设计量站，井下作业公司对油井实施作业，然后整个石油的开采过程便开始了。在现代石油生产中，由于对设备和资金的要求高，许多大型的石油企业采取链式条作运。如我国石油领域的典型企业中石化，其业务范围涵盖了石油、天然气的勘探、开采、储运(管道运输)、销售和综合利用的全过程。

组成石油的成分主要是碳氢化合物，但同时还有不少含有硫、氮和氧的化合物，以及微量的金属，它们大多是有害的物质。含硫的化合物中的本身就具有腐蚀性，而

它燃烧后生成的二氧化硫和三氧化硫遇水会变成亚硫酸和硫酸，更是强腐蚀性物质。它还会随产品进行燃烧排入大气，造成大气污染，在石油加工中应尽量去除。石油的加工过程要经过“三脱”处理，即脱水、脱气、脱硫。经过处理后的石油将被输送到炼油厂，进行进一步加工，生产出各种成品油。石油“一身都是宝”。开采出来的石油，88%被用来提炼燃油，12%作为化学工业产品的原料。不同的加工温度可以提炼不同的石油产品，比如，60℃~200℃的加工温度可提炼汽油，145℃~245℃可提炼航空燃油，350℃以上可以提炼凡士林和石蜡……就算是提炼剩下的沥青，也可以用来铺柏油马路，为城市建设贡献一份力量。

至此，深埋于地下数千年的石油终于成为现代生活不可缺少的宝贵能源，完成了它的“成长”旅程。接下来，它将摇身一变，投身到与你我息息相关的衣食住行等各个方面。

(来源：国际石油网)

无色原油和黑色原油有啥不一样



中，压力和温度不断降低，凝析气凝结成液态原油被采出地面。

据王秀红介绍，目前有3种情况可能形成无色原油：无色原油地下分层形成，油藏内部流体按照密度差异，自上而下形成气顶、油柱和底水的分布差异，聚集成藏的，易于流动的轻质部分汇聚成为凝析气；还可能是地下相对密闭环境中，生成的原油如果未能及时排出，在高温高压条件下会裂解，导致轻组分增多，生成天然气等组分，凝析气也会同时出现；此外，还有一种情况是，因为天然气具有分子小、流动性强等特点，不同来源的天然气易于向同一空间内充注成藏，开采后也会出现凝析油。

事实上，这并非是无色原油首

次出现，在此之前，美国加利福尼亚、罗马尼亚和印尼的苏门答腊均已产出过无色原油。据了解，无色原油可直接用作燃料，相对普通黑色原油而言，具有更高的利用价值。

颜色一定程度可反映原油品质

常见的原油有红、绿、黑、棕等多种颜色。那么这些颜色主要由什么因素决定？通过颜色能判断原油品质的好坏吗？

王秀红介绍，原油一般有4种族组分，即饱和烃、芳烃、胶质和沥青质。其中，饱和烃是没有颜色的，芳烃是黄色的，胶质、沥青质是褐色、黑色的，原油的不同颜色主要与其所含的芳烃、胶质、沥青质比例不同有关。王秀红指出：“颜色越深，就

意味着胶质、沥青质含量越高，从原油作为燃料的角度来说，这两种成分属于杂质，所以人们会凭经验认为，原油的颜色越深，品质就越差。”

过去人们一度通过颜色判断原油品质，甚至还通过品尝来判断原油品质好坏。品质不好的原油硫含量比较高，带有酸味，通常还会具有较高的二氧化碳含量，炼化过程复杂，使用起来也不安全环保。现在人们通过API比重（石油密度的一种量度，API度越大，原油的相对密度越小，价格也就越高）来分辨。

那么不同品质的原油，是否需要不同的提炼工艺？

王秀红表示，原油提炼的基本方法很多，例如蒸馏法，是利用气化和冷凝的原理，将石油分割成沸点不同的各个组分，越轻质的成分，沸点越低，就先分馏出来，这部分油的品质最好；此外，常见的还有裂化法，是在一定条件下，令重质油的分子结构发生变化，可增加轻质成分的比例。

王秀红强调，无论是哪种提炼方法，得到的都是成品油馏分，其后还要通过精制和调合等程序，加入添加剂来改善其性能，达到产品的指标要求后，才是得到成品油料。据了解，不同颜色的原油，因为胶质、沥青质的含量不同，提炼过程的具体操作也略有区别。一般而言，这种差别主要体现在加工的工艺与装置上，例如，加工轻油的炼厂很难加工重油，因为缺少如延迟焦化等重油提炼装置。

(王延斌)