

# 普查勘探理论和方法

## 油气普查勘探技术的世界现状

### (一)

近年来世界油气需要量大大增加，油气普查勘探工作的规模也相应扩大，几乎到处在找油。由于容易被发现的油田数目逐渐减少，为了储备必要的后备开采基地，普查勘探工作在整个石油事业中所占的比重是逐步上升的，以钻井工作量为例，1938年探井进尺占总进尺的16%，到了1960年已上升为32%。

按勘探的性质来说，探气的工作比探油的工作上升幅度更大。以燃烧能量计算，天然气的储量已逼近石油，如1961年世界石油储量为429亿吨，天然气储量为20万亿立方米。据统计，天然气的成本(折成标准燃料)为100，则油气的成本为280，石油为500，煤为1300，木材为3000。

在勘探对象方面，到构造中去找油的理论曾经统治了近一个世纪，这在很大程度上是由于构造异常比较容易找。随着容易找到的构造油气藏一天天减少，美国已把很大一部分注意力转向非构造油气藏的寻找，有人估计美国今后发现的油气藏中70%将是非构造油气藏。现今美国国内的主要希望寄托在 1) 非构造油气藏的寻找；2) 向盆地深部勘探，超过4500米的井已近二千个，在7620米处也发现了工业性油藏；3) 浅海区以及以往投入工作量还不多的阿拉斯加等地区。

所勘探的地层已越来越广泛。继苏联之后，澳大利亚也在前寒武系中找到了气藏。自从我国找到陆相油田后，国外对陆相油田也引起了注意，目前已有十一个国发现过陆相油田。

因此现在的概念已经是沉积岩内到处有石油，不论是海相陆相，淡水盐水，浅的深的，年代轻的和年代老的。控制一个盆地或沉积剖面含油量的决定性因素是：生油物质的数量和质量；封存生油物质的沉积物的数量和质量；圈闭的数量和质量。

越来越多的人逐渐认识到构造形成的过程、时间及其形态并不是圈闭油气的仅有的因素，地层因素要比它们重要。从五十年代后半期起，在研究地层的工作中，最值得注意的趋向是逐步深入到沉积物中有机质的研究，因为石油归根到底是一种有机物质。

### (二)

石油普查勘探工作效率的提高在很大程度上取决于普查勘探技术的提高和指导这些技术的理论的发展。起初，普查勘探工作依靠的是钻机加放大镜。后来，有了物探，在美国1944—1953年根据物探资料勘探的钻井成效率为16.9%，而单根据地质资料勘探的钻井成效率是10.2%，因此物探工作有了很大发展。到了今天，随着注意力转向非构造油气藏和深部油气藏，仅仅依靠物探资料作出解释的困难越来越大。因此近年来测井工作和实验工作有了较多的发展，化探工作重新引起注意。

事实上，越来越多的物探工作发现必须奠基基于对物质在地壳中运动的认识(即地球化学)才能作出确切的解释。例如原来属于物探工作范畴的光谱测定，放射性测定等已先后划了出来，有许多测井工作已很难说究竟是地球物理测井还是地球化学测井。无论在实验室内或是

在测井工作中，这二方面的内容已日益紧密地结合在一起。

近年来值得注意的是测井工作的发展，新的测井手段不断出现，凡是能直接从野外测得的数据都有从实验室中走出来的趋势；而实验室则成为测井工作的后方基地及其继续，担任校验工作，样板解释工作，新技术新理论研究以及仪器的修配制造工作。

例如气测井已有二十多年历史，由于近年来在实验室的有机物质研究中发展了氢焰气相色谱仪，能迅速测出亿分之一的石油烃类气体，于是气测井工作走上了一个新的发展阶段，灵敏度有可能提高一千倍一万倍。

核磁共振设备也是一种实验室内研究有机物质的设备。而1961年出现了核磁测井，直接测量地层流体中的氢，试验证明它比其他方法更有把握地划分开油层水层，测定油水饱和度，渗透率以及进行地层对比。在地层水电阻率很高，电测井无法正常工作的场合下，它能进行工作。

1963年出现了中子寿命测井，把实验室内的中子加速器搬到了野外，就目前而论，它能够精确地测量地层盐水的饱和度（氯离子浓度），是很有发展前途的一种测井手段。在波兰研究了一项含硫油层地球化学测井法，直接测定其中的氧化还原电位。这一切都说明了测井工作在迅速发展，同时实验室的任务也加重了。

### (三)

前面已经提到控制一个盆地或沉积剖面内含油量多少的几个决定性因素，我们的任务就是去探讨这些因素，摸清其中的规律，从而去指导普查勘探工作。

这里先谈生油物质的性质和数量的研究。研究的对象可分为三类。第一类是低沸点烃类（沸点低于240℃左右），主要是气体，包括一部分石油中最轻质的液体，它们的活动能力最强，到处渗透。因此在油气藏周围的岩石、地下水、和地表常含有极微量的低沸点烃类，它

们是找寻油气藏的最直接的指示剂。六十年代美国发展了地下水中低沸点烃类（苯）的研究方法，已用在生产上，苯的含量在百万分之二到三时，就是一个有希望的地区。

第二类是沸点一般在240℃以上的所谓“沥青”的研究。苏联还在泛泛谈各种沥青的比例关系。美国主要侧重于沥青中烃类的研究，特别是其中正构烷的研究，在生产上已运用正构烷中奇偶碳原子的比例关系来区分生油层和非生油层。这一比例关系被认为是沉积物中有机物质向石油转化的最好的标志之一。对于高沸点烃类、胶质和沥青质，近来引入了热解分析的技术，就是把这些物质加热裂解为气体，然后进行分析研究。

第三类是固定在岩石中的所谓残余有机质的研究。这一研究与煤的研究有许多共同的地方。其中的一个方面是研究这些物质的变质程度（包括定炭比的研究）。1956年曾在距离一个无烟煤田6.4公里的地方，在定炭比达90—95的场合下，发现了一个气藏，这就更加扩展了我们找寻油气藏的范围。

石油的前身母质和石油中的特殊成份，国外也曾进行了不少研究，例如油母质，卞啉、氨基酸等等。但目前主要限于成因理论的研究，对普查勘探工作的直接意义还不是非常明显。

### (四)

控制含油量多少的另一个决定性因素是封存生油物质的沉积物的数量和质量。这有赖于正确的划分对比地层和进行沉积条件的研究。

划分与对比地层的手段在野外有各种各样的测井工作，在室内主要依靠古生物的研究和绝对年龄的测定。孢子花粉研究的重要性一再被提到，新的发展是运用了数理统计方法来处理孢粉分析的成果。绝对年龄的测定在火山岩中，在海相海绿石砂岩中都是比较成熟的，对于缺乏海绿石的砂泥岩的测定尚在多方探讨中，主要是钾氩法和铷锶法。在碳酸岩中用热

发光法对比地层，判断年龄的工作由来已久，这项工作科学院地质所正在进行中。微量元素对比地层的方法已有十年左右的历史，尚在试探中，很成功的例子还不太多，其中用数量统计方法处理数据的报导逐渐在增加。

在沉积物性质的研究中，粘土矿物一直吸引着人们的注意力。普遍认为石油是从泥岩中生出来的，但这个泥岩的性质对石油普查勘探究竟意义多深，目前还揭露得不深不透。国外研究的工具主要是X光衍射仪。关于沉积介质pH值的研究，还缺乏有效的手段。用微量砷来恢复古盐度的工作还在探索中，有成功的报导，但也有人提出疑问。苏联近年来研究了微量元素对微生物的有利影响及其毒性，从而来探讨它对石油生成的影响。

苏联对碳硫氮稳定同位素的研究寄托的希望很大，美国近来探索了微生物对稳定同位素比值的影响，为的是对这些比值作出正确的解释。一般认为C<sup>12</sup>是来自生物居多的，C<sup>13</sup>是来自无机盐居多的，试图在碳酸岩中利用二者的比值来找寻油层；S<sup>32</sup>在还原性物质中居多，S<sup>34</sup>在氧化性物质中居多，试图用它来指示生油层位。

### (五)

含油量的多少最后还要取决于油气圈闭因素的数量和质量。以往对构造的研究是比较多的。

近来，裂隙性油气藏引起了重视，出现了各种手段，例如声波测井，井下摄影，井下电视等。室内研究的方法有超声波法，发光检验法，岩组学(包括X光岩组学)的研究和岩石力学模拟等等。

地层因素具有决定性意义，对于地层岩性油气藏来说尤其如此。岩相古地理的研究是最基本的。在室内应当更多地侧重于岩石显微结构的研究。国外有人象医学上一样拍摄岩石的

X光照片来揭示其中根据有机质的分布而显露出来的微细结构。粒度分析经过数理统计处理以后不失为指示岩相古地理的一种良好手段，特别是对于陆相岩石来说，有关的文章还是不断地出现。关于碳酸岩的白云石化及其对储油物性影响的研究报导也比较多。此外，前面提到的粘土矿物、古生物、微量元素，稳定同位素等同时也是岩相古地理的研究手段，也都有所发展。沉积作用的研究显然是大大加强了，根本问题是需要大量资料的积累和培养有经验的工作人员。

在谈到油气圈闭的时候，总是要牵连到油气运移的问题。近十年来出现了不少油气聚集的新理论，这种情况是值得注意的。

在油气圈闭的上方，由于烃类气体的向上扩散运移，在地表常形成各种异常，因此就产生了地表化探的工作。化探工作在现代化仪器的迅速发展下，重新引起了人们的注意。灵敏度达亿分之一克的氢焰气相色谱仪大大提高了化探工作的本领，展示了化探工作的无限前途。放射性测定也由于电子技术的提高而有所进展。一般在找寻非构造油气藏的工作中，人们比较重视化探工作。

### (六)

综上所述，石油普查勘探的理论、方法和手段都在迅速发展。但是，尽管已经引进了许多地球物理地球化学方法，总的看来，还远远不够。还没有一个国家都拿出一套很成熟的理论，石油生成及其运移的学说还在争论中；还没有一个国家能拿出成套很有效的勘探方法，在美国有相当一部分还是盲目钻进的野猫井。然而，总的趋向是明显的，这就是越来越多地运用现代科学的成就，采用现代化的装备，更快更深地钻进，大量测定各种数据，快速地进行整理和作出正确的解释。

(张义綱編譯)