

西南地区急需开展微裂隙的研究,各地迫切要求解决 >1000 MD 岩样渗透率的测定方法,以及适应我国陆相沉积特点开展横向渗透率测定的问题等等。

会议还讨论通过了气分析和部分仪器分析的操作规程。所有上述问题的试验研究将通过我们的共同劳动逐步解决。

分析鑑定成果在地质上的应用問題

(有关古生物,岩矿和物性方面)

王 振 波

我们在石油地质工作中的主要研究对象是沉积岩石层。因而,在普查和勘探过程中,首先要正确地建立地层层序和进行地层划分、对比工作。同时,对组成各该岩层的沉积物质及其特征必须详细研究,以便进一步了解它们之间的相互关系和在空间、时间上的变化规律性;探索它们在特定地质条件下可能形成的生油岩、储油岩及盖层情况;研究它们的岩相古地理特征。并结合地质构造等因素,对普查勘探地区进行含油气远景的正确评价;指导进一步勘探方向及合理布置工作,提供科学依据。为此,在进行野外地质调查的过程中,必须及时开展:古生物、沉积岩矿和油层物性等分析鑑定工作。

如所周知,室内分析鑑定工作是不能脱离野外地质工作的,在应用分析鑑定成果时,也必须与野外工作密切联系起来。在不同地区内,由于特定的地质条件和所处调查勘探阶段的不同,对应用的资料、研究方法等也必然是不会一样的。例如,对岩性岩相稳定的海相地层分布区和对变化较大的陆相沉积区,就不能同样看待;在为准备勘探基地的普查阶段和在已经发现油气田的矿区內所处的开发开采阶段,不論就研究内容和研究方法上,以及对我们的分析鑑定工作要求上,都有着一定的差异。

现在我们仅就在工区内所进行的石油地质普查工作中,对古生物、沉积岩矿和油层物性的分析鑑定成果的初步应用,提出以下几点粗浅体会,供同志们参考。

一、古生物资料的应用問題

为研究含油气盆地的地质构造、岩相古地理和含油气情况等,首先均须对地层进行正确的划分、对比工作。为此,除在野外按岩性特征等进行初步划分、对比外,还应结合古生物、岩矿的室内分析鑑定成果,做综合性研究。特别是在陆相地层分布地区内,更不能仅利用某种单一的工作方法来解决复杂的地层问题。

工区内松花江群沉积的岩性、厚度是在比较稳定的情况下,表现出具有节奏性的、轻度变化的特点。其中古生物发育丰盛。有节肢动物門的叶肢介、介形虫;有软体动物門的瓣鳃类、腹足类;有脊椎动物和低等脊椎动物的魚及古植物、孢粉和輪藻。不但門类多,而且各門类中的属、种数量亦很丰富,化石多保存完好。

古生物的发育与岩石类型有着密切关系。例如,叶肢介化石主要保存在黑色页岩、油页岩及碎屑岩系中所夹的暗色泥质岩石中。软体动物化石则多发现在各种粒级的正常沉积碎屑

岩中。介形化石除在砾岩中少见外，可以保存在各种沉积环境下所形成的岩石里，有着广泛的适应性。孢子花粉的分布特点与介形虫类似。其他如轮藻化石，则多发现在 *e* 组的红色疏松沉积层内。叶肢介及鱼化石与岩性的关系则亚于它和地质的关系。有关的一些古生态资料，为岩相古地理的研究提供了一定依据。

在工区内，古生物的空间分布是随地层的横向变化而形成生物分区的特点，根据岩性特征划分的区域性的标志层，在其中发现的化石亦为对比地层的标准化石。例如，*d* 组 d_2 段底部 d_k 标志层中的叶肢介化石：*Estherites mitsuisuishi* Kobet Suzuki； d_2 段中部的介形化石：*Cypridea Lizukhenensis* Liu； d_3 段中的瓣鳃类化石：*Volsella manchurica* Suzuki 都是生存时间极短，且分布广泛的区域标准化石。

一般说来，古生物资料在地层研究中所起的作用，主要是用来划分、对比地层；确定时代问题；通过古生态的研究，为岩相古地理工作提供资料。但在陆相沉积盆地内，要解决上述几个问题，往往就不象是在海相沉积区内那样理想。几年来，通过整理已取得的大量资料说明：我们不能采取简单的工作方法和片面强调某一方面的资料来解决复杂的陆相沉积地层中的各种问题。例如：

1. 在地层时代的确定方面

我们知道，动物群和植物群的发展过程有区别。因之，依动物群、植物群分别划分的地层界限及时代意见，有可能是不一致的。甚至依据不同门类的动物群（或植物群）研究结果，也不一定能得到统一意见。并结合野外观察进行研究。

例如，对工区内松花江统地层时代，至今仍属争论的问题之一。有人依瓣鳃类化石的研究，与北美、日本、朝鲜、老挝等白垩系对比结果认为：*d* 组应属上白垩统。而从事介形化石的研究者，依介形化石组合并与蒙古人民共和国中生界对比，确定 *d* 组应属下白垩统。古植物学家根据在 *d* 组中上部地层中发现有蕨类植物，而同意瓣鳃类研究者的意见。但上复 *e* 组之轮藻化石则多为下白垩统常见分子，故主张将 *d* 组划入下白垩统。

从上述例子中说明：在解决陆相沉积盆地之地层时代隶属问题时，必须综合考虑古生物群的特征，研究其演变；并结合地质构造加以考虑。因为这些生物群的发育是与盆地在该时期的地质构造变化与沉积发育史密切关联。

此外，在陆相松花江群中发育的古生物为“过渡生物群”。按盛莘夫先生的意见，确定这类地层的时代，应以新的生物群出现为主（“中国地质”1962年第3期）。例如，在 *e* 组地层中，虽有属于下白垩统的轮藻化石，但也出现为数不少的第三纪分子：如介形化石中的 *Candoniella*, *Candona*, *Cycloocypris*, *Paracypris* 等第三纪的属；瓣鳃化石中的 *Marganitzera* 属，以及孢粉组合中的裸子植物和被子植物花粉等均为第三纪主要分子；看来，*e* 组地层按这一划分原则，应属第三纪了。

目前，松花江群的时代问题尚未得到最后解决。通过上述例子，只想说明在应用古生物资料时应注意的一些问题。

2. 在地层对比方面

在建立地层层序的同时，必须正确进行对比工作。通过对松辽盆地内松花江群地层的对比，将介形化石的系统地将该群地层划分为组、段和亚段。对一些横向变化较大

的地层，又可灵敏地反映其不同地区之特点。

瓣鳃类化石可划分松花江群为两大套地层，即 $a-c$ 组； $d-e$ 组。依叶肢介动物群能将这群划分为三套地层： $a-c$ 组； d 组及 e 组。而在松花江群中所见之孢粉，由于它具有远距离传播能力之特点，可以和苏联远东地区吐尔干盆地等地层进行对比，并为解决时代的隶属问题提供了一定线索。

从上述实例中可以看出：叶肢介化石由于其对于环境的变迁反映灵敏，岩性控制因素起较大作用，故可配合野外观察，利用其进行盆地内的大套地层对比。瓣鳃类适应力较强，除与叶肢介化石共同对比盆地内大套地层外，在进行大区域地层对比工作时，亦不应忽视其起的作用。在含油气盆地内进行石油地质普查勘探时，往往需要较详细的地层划分对比工作。为此，在结合岩相古地理的研究，对介形类化石应给予足够的重视。当然，由于孢粉具有广泛传播的能力，在大区域地层对比时，也是不能忽略的。尤其是在露头很少的大面积复盖区内，是以占探手段为主来揭露深部地层，这时，对微体古生物的研究就有其特殊意义。象古植物及鱼化石，因其分布层位有限；有些属种的延续时间也较长，一般常作为解决时代问题之佐证。其他如：腹足类、轮藻等，则因当前古生物界对其研究程度还较差，故在地层划分对比及确定时代方面，仅起辅助作用。

当陆相沉积层内生物化石很少或遇有不含化石的“哑层”时，应注意利用岩石矿物学的研究方法来解决地层划分对比问题。

二、沉积岩矿资料的应用

在含有化石的地层内，利用岩矿分析鉴定资料可以协助解决地层划分对比工作。在松辽盆地内，由于化石丰富，且在矿物组合随时间的演变而无很大变化的情况下，在地层划分对比工作中只起了辅助作用。但有时亦可提供一些值得注意的资料。例如，在盆地西部地区，通过对某古井剖面的岩石矿物详细分析鉴定后发现：在原划分的 C_1 与 C_2 段地层内的岩石矿物成份及其含量均有显著变化。这说明在“ C_1 段”沉积之后，物质来源可能有所改变，至少是被冲刷的母岩成份或被侵蚀强度有些改变的结果。这个分析鉴定成果，与古生物鉴定结果相一致。因此，曾怀疑 C_2 与 C_1 的界限，应为 c 与 b 组的界限。通过最近对全盆地地层的对比工作后，证明了这个问题。此外，通过对该井剖面的岩石薄片研究资料，既从沉积环境的演变规律方面也说明了 c 组与 d 组间为过渡性的连续沉积，为地质构造的研究提供了资料。

应当提出的是：当发现岩石矿物成份沿纵向变化不大时，对某些常见矿物的亚种及其标型特征应做详细研究。当陆源矿物区不只一个的时候，要注意相邻区域间过渡层内的复杂矿物成份，以便找出对比标志。在对比技术中也应注意到自生矿物含量的影响。且在一定范围内，有时也可利用自生矿物进行地层对比。

沉积岩分析鉴定成果是为岩相古地理的研究提供依据。其中，为解决物质来源问题时，除对盆地内的沉积碎屑岩进行研究外，还应注意对盆地边缘地区的母岩成份及其特征的研究，以便找出其固有的共生矿物组合及各种陆源矿物的标型特征。通过对比，可以确定物质来源及母岩被侵蚀顺序。此外，在解决物质来源问题时，我们还按矿物的稳定程度划分为四组矿物，在平面图上不难看出：距母岩区越远，稳定矿物的含量就越高；在靠近母岩分布的地区，岩石矿物成份比较复杂。同时，还配合了对同一岩层内碎屑岩中岩石碎屑成份及其含量的变化

规律的研究, 以及通过岩石机械组份特点, 共同来确定各时期沉积物的物质来源; 证明和补充了野外观察结果。

应当指出: 各种室内外资料的一致性, 并不是偶然的巧合, 而是客观固有规律的共同反映。也就是说, 为了正确解决某些地质问题, 应综合利用各种资料, 互相检查、验证。对各项分析鉴定资料来说, 除不断提高分析鉴定质量外, 应注意扩大资料应用范围, 以便为解决复杂的地质问题, 从多方面提供科学依据。

象说明沉积环境的岩相标志; 确定水介质性质及地球化学相的某些自生矿物的研究, 与确定生油岩问题有关。特别是粘土矿物对确定其存在的介质有很高的灵敏性。对其进行较详细的研究, 在很大的程度上能有助于许多问题的解决。如能查明沉积物堆积介质的主要物理、化学参数, 沉积层所属的相和古地理状况等。但对粘土矿物的研究, 往往需要采用多种方法配合使用。

从工区内白垩纪沉积剖面中来看, 粘土质岩石占有绝对优势。因而, 在石油地质普查过程中应予以足够的注意。为此, 我们首先采用快速的色剂法对大量样品进行了分析。随后, 并以油浸法和差热分析对少数样品做了试验性的分析和检查。此外, 在 C. Г. 萨尔基相教授的协助下, 用电子显微镜配合伦琴射线分析, 做有少量的但较有系统的详细研究。

研究结果表明: 工区内白垩系地层中的粘土矿物成份及其形态, 由于受到各种因素的影响, 而有着较大的变化。

例如, 在 *a* 组下部地层中的泥岩夹层里, 含有等轴状水云母变种; 而在砂质—粉砂质岩石中含有长片状水云母变种, 这两个变种的颗粒都比较大。粘土矿物的这种成份和特点, 表明在这段时期内是在钾含量足够的介质中形成的。

由于有电子显微镜的详细研究资料, 就提供了砂质—粉砂质岩石胶结物中粘土矿物成份和形态特点的重要资料。如 *a* 组地层上部的砂质、粉砂质沉积的特点是在某些地区为较小的长片状水云母; 而在另一些地区则为胶岭石的长片状变种, 它们与介质的一定特征有关。说明了 *a* 组上部沉积时期, 沉积带内水体的盐度发生了变化。

b 组和 *d* 组下部的粘土矿物, 由部分脱变为胶岭石的水云母组成。有些学者认为: “胶岭石的水云母化作用” 所产生的能量, 可以促使有机物转化成沥青。并在荧光显微镜下也观察到了原生沥青的存在。这些资料都为确定生油岩层提供了重要科学依据。

广阔的盆地内巨厚的白垩系沉积中的粘土矿物, 目前研究得还很不够。但通过业已开始的对粘土矿物的分析工作, 从所得的实际资料表明: 就是这些零星片断的材料, 对说明沉积物的形成条件和确定可能的生油岩层, 不论在理论和实际上都有其重要意义。

应当提出的是: 今后除注意对泥质岩石中的粘土矿物进行研究外, 也应当注意碎屑岩中的粘土矿物特点。在研究方法上, 除采用力所能及的简单分析方法外; 还应尽力争取采用近代化仪器设备, 以便使我们有可能获得准确性更高和为解决某些重要问题所必需的材料。

在石油地质调查工作中, 利用岩矿分析鉴定资料还可以对储油岩油层物性影响因素进行有意义的研究, 以为含油气区的评价提供依据。

三、油层物性影响因素的研究

对储油岩层应研究其含油产状、渗透性等特点及其与岩性之间的关系; 并配合野外观察了解砂质岩石的厚度变化及其分布规律, 为找寻油气聚集有利地带提供资料。

工区内，主要为碎屑岩储油。故对各类砂岩及粉砂岩的油层物性（孔隙度和渗透率）及其岩石特点，应进行较深入的研究。我们不但要注意储油岩的层数、厚度变化，同时要注意它在纵横向上的渗透能力的变化。

如所周知，砂岩的产油能力，表现在渗透能力上。即岩石渗透率越高，产油能力越强。通过对实际资料的初步整理发现：渗透率大的岩石，其孔隙度也高；但孔隙度高的，其渗透性不一定好。

渗透率的主要控制因素是碎屑岩的胶结物及其机械组份特点。这首先表现在胶结物成份及其含量方面所起的作用上。工区内，可以较明显地看出：不论岩石的机械组份如何，其渗透性总是随胶结物含量的增高而降低。也就是说，在其它条件相同的条件下，基底式胶结类型总不如接触式及孔穴式类型的渗透性好。当遇有碳酸化作用的地区，岩面渗透率既随可溶盐含量的增高而降低。因而，在储油岩分布范围内，凡胶结物含量高的——以基底式胶结类型为主的地带，往往也就形成了具有较低渗透率的不理想地带。

有趣的是许多国外的油矿工作者，老早就注意到：如其他条件都相同，油层的含油率和产油率，在一定程度上是和砂粒与砂岩颗粒大小成比例的。古勃金院士曾设想到，在岩层的机械组成和它的孔隙度之间有一定的关系。他认为，任何一种沉积岩的孔隙度，都是一种随岩石的机械组成决定的函数。而克列姆斯认为：如其它条件得相同，则机械组成和砂层的渗透性之间的关系就表明得更明显。

说明组成岩石颗粒大小的变化，我们常用中值 (md) 来表示。例如，在工区西部地区中部含油组合内， $md > 0.1mm$ 时，孔隙度较高（一般 $> 20\%$ ）；渗透率也变好。象有的样品， $md = 0.23mm$ 其渗透率决定于孔隙竟达 4070 千分达西。

岩石的渗透率决定于孔隙的大小和组成岩石的颗粒大小。即孔隙直径越小，即使孔隙度一样，液体在岩层中流动时所遇的阻力也必愈大。因而，就不难解释有些岩石虽具有相同孔隙度，但因其颗粒大小不同，渗透率就会有显著变化。

中值的大小，仅表示了某种岩石颗粒的平均大小的概念。而岩石的机械组份，往往不是由单一粒级组成的。因而，也就引起了不同岩石间孔隙的大小有着一定的差异。所以就不能不引起我们对岩石分选性的注意。一块岩石的分选性好坏，我们是用分选系数 (S_s) 来表示的。按本区内分选程度，一般分为三级： $S_s < 2.5$ 、 $2.5 - 4.0$ 及 > 4.0 三级，分别代表分选性的好、中、坏三种不同程度的差别。

就工区内的情况来看，砂岩的分选性对油层物性的变化起着显著的作用。例如，孔隙度 $> 25\%$ ，渗透率 $> 2000MD$ 的砂岩，其 S_s 均 < 1.50 在粉砂质岩石中，因胶结物含量较高，故岩石渗透性与岩石机械组份之间的关系，往往被掩盖了。

做为岩石结构特征之一的颗粒形状，也不应完全忽略不计。因为颗粒若呈稜角状出现，则它们将以本身的稜角凸出部分占据孔隙的一大部分。这样，就会减小了孔隙空间。若颗粒形状变化不大时，其所起作用自然也就不很显著了。

据苏联有些地区的研究资料表明：组成岩石的矿物成份也是控制油层物性的重要因素之一。但在工区内，其作用并不很显著。这可能与矿物成份变化不大和对油的吸附能力不强有关。因而，这种因素的影响，往往被其他主要控制因素所掩盖。

从上述情况来看，影响储油岩油层物性的因素是很复杂的。因而不能说唯一起作用的是哪种因素，而只能说在不同条件下，哪些因素在起着更为主要的作用。就工区来说，应注意

找寻胶结物含量少或呈孔穴及接触式胶结类型；分选良好的砂质岩石。因为这些因素都是构造储油岩良好油层物性的主要条件。

看来，我们应注意对储油岩按油层物性条件及其相应的岩石特征进行正确分类，因为这是对含油气远景评价和选择合理开发方案的重要依据之一。

许多石油地质学家们在研究储油岩时，也都从不同方面提出了分类意见。例如，П. П. 阿弗杜辛和M. A. 茨维特柯娃（1932年）曾拟出一种研究有效通路构造的方法。他们是以岩层结构参数作为分类依据，将储油岩分为五级。其缺点是沒有渗透率参数。以后，Ф. A. 特列宾按渗透率大小，将砂质岩层分为三类。近年来，B. И. 柯尔加诺夫（1957）在阿弗杜辛和茨维特柯娃的研究基础上，又进一步发展了对孔隙空间结构的研究方法，即根据阿弗杜辛的方法和毛细特性方法相结合的方式，对储油岩及其分类进行了研究。但正如他本人在结论中提出的：

“毛细特性比较准确，但在数学上还是不完美的，并且对储油岩分类沒有指出个统一的准则”。

值得注意的是C. Г. 萨尔基相教授（1959）曾建议我们提出适合中国陆相储油岩的分类法。因为在苏联的分类是以海相岩石储油性为依据的。他还认为，对储油岩进行分类，不但要考虑其油层物性参数，而且要提出其相应岩石的各种特征。这对我们来说是十分需要的。

然而，岩石的孔隙和渗透性是取决于一系列的因素。因此，目前很难对其作出全面的，即能反映出全部性质；又能充分满足工业需要的分类来。尽管如此，我们在现有资料的基础上和力所能及的范围内，为当前生产发展的要求和为今后对储油岩进行深入研究提供参考，建议各地区按具体情况建立陆相储油岩的分类是必要的。

石油地质普查中实验室的地质研究

—地质部石油地质局实验会议侧记—

蔡 仲 祥

石油地质普查中实验室工作必须与地质结合，才能变化验分析资料为地质语言，才能真正有效地为石油地质普查服务。但化学分析或仪器分析它们又都是一門专业性很强的科学，这就使实验室工作具有自己的工作特点。为了使实验与地质更好更密切的配合，使实验室工作紧紧围绕地质任务而进行，除大队年度地质设计中应交予实验室一定内容地质任务外，在实验室中还可以配备适当数量的地质技术干部，以便汇同化验分析人员根据地质任务要求，利用第一手实验资料来开展综合研究。石油地质普查中实验室的综合研究还是一个新课题，加之我国具有陆相生油的特征，就无法硬搬国外那套海洋地球化学的研究方法，而必须结合我国石油地质的实际情况，探索和总结研究陆相地球化学的方法与经验。

海洋沉积的某一岩层或岩系在其全部地质经历过程，沉积的地球化学特点具有较明显的规律性与分带性；因此，可以划分出若干个代表沉积氧化还原电位差异的地球化学相——硫化氢相、菱铁矿相、鲕绿泥石相、海绿石相、磷灰石相、氧化相、过氧化相、白云岩相、海洋盐类。陆相沉积中地球化学相的分带性虽亦具有海洋地球化学相的相似特征，但仅仅局限于一些大盆地的沉积中，至于局部范围不大的沉积盆地的地球化学相的划分是相当复杂的。到目前为止，针对我国陆相沉积的特点，还未有一套能够正确而全面反映沉积地球化学相的