

## 按照油气演化规律确定找油找气方向

世界石油储量随地质年代及埋深的增加而下降。在古生代相对较少的油储量（占世界油储量的14%），由相对丰富的气储量（占世界气储量的26%）所补偿，首要的因素就是石油的热演化，世界76%的大油田产层都在3050米的深度以浅。在未来的油气资源中，天然气比例将增高，在一些大型盆地的深部，将会发现更多的热成熟天然气。

三十多年来的勘探实践表明，我国油气资源同样具有这种规律性。我国原油主要来自晚古生代以来的陆相盆地中，而这些陆盆的产层在3000—4000米以下很可能以产气为主。如松辽盆地的下白垩统油层在3500米以下、黄骅下第三系油层在4500米以下、四川侏罗系油层在2700米以下、苏北下第三系油层在4000米以下，均以产轻质油和天然气为主，古生代海相碳酸盐岩，已有所突破的震旦系、石炭系、二叠系、三叠系也都只产气或仅产少量轻质油。

从我国大陆各含油盆地的地质结构和勘探发展估计，天然气将成为我国今后的一项重要能源。显然，这就不仅是地质问题，并将涉及到国家的长远能源政策。这就迫切要求我们从具体石油地质条件出发，根据油气生成发展变化规律，研究石油和天然气在时间上、空间上的分布和演化特征，分别确定找油找气方向。

影响油气演化程度的因素，主要是温度和时间，而影响温度的基本地质因素，主要是地温场、岩浆活动及构造动力作用等。它常随各地区的沉积埋藏史和沉积构造史的变化而有较大的差异。

从油气产状及地化特征看，我国陆相中新生代各层组的生油岩都基本处于演化的成熟阶段，这也是形成我国丰富陆相油气资源的一个重要前提。但确定不同演化阶段的深度界限，仍是一个涉及油气勘探方向、勘探成效及资源量计算的重要问题。如华北惠民凹陷北部，主力生油层沉积后就抬升，盖层薄，没有足够的受热条件，成熟度偏低（CPI值达3.1—3.52），而凹陷南部继承性下沉，成熟度提高（CPI值为1.23—1.60），含油性优于北部，勘探效率就高。再如松辽盆地滨北地区勘探效果不理想，也可能与油气演化的成熟度不够有关。

我国海相沉积区面积辽阔，厚度巨大，油气显示同样丰富多彩。威远震旦系气田是迄今我国时代最早的气田。华北震旦亚界见有最古老的原生油气显示（双洞油苗）。新疆、台湾及海域则有我国最年轻的海相第三系油气资源。这都说明我国海相沉积无论在时间上还是空间上都是一个具有一定前景的找油领域。但是多年来，我们对以古生界为主体的海相沉积的油气勘探进展不大。除后期构造保存条件外，油气演化也是一个重大课题，是以找天然气为主还是以找油为主，是一个急待解决的认识问题。

华南古生界海相沉积展布面积100多万平方公里，可分为加里东及华力西上下两套成油组合。下组合（上震旦统一下古生界）在扬子区具找油气远景，沉积厚5000米左右。上震旦统、下寒武统为主要油源岩。按温度、时间及沉降幅度推算，在加里东旋回末期，都已先后进入主要生油阶段，部分沉积厚度较大的拗陷地带可能已进入高成熟以至过成熟阶段。上组合（泥盆系—中下三叠统）无论在扬子还是南华都具油气远景，沉积

厚度一般都在5000米以上,中泥盆统,下石炭统、下二叠统、下三叠—中三叠统为具区域意义的油气源岩。推论泥盆—石炭系在印支运动前,二、三叠系在燕山运动前后进入主要生油阶段,部分沉降拗陷地带则可能分别在印支、燕山期进入高成熟以至过成熟阶段。由此可见,在我国南方下古生界应寻找以上震旦统以及下寒武统为主要目的层的天然气资源;古生界的泥盆—石炭系同样也应以寻找天然气藏为主。二、三叠系在沉降幅度不大、构造及岩浆活动不很强烈的地区,尤其是三叠系仍可望有油藏存在。

华北地台的燕山地区,震旦亚界的双洞油苗及地化特征,演化程度远低于四川震旦系。如上覆侏罗系(宣龙地区)镜煤反射率一般都小于0.5,固定碳仅50%左右,对油气演化来说,至多刚进入成熟阶段。在震旦亚界岩石薄片,有机质藻体多呈桔黄色。另据傅家谟资料,华北震旦亚界 $R_0$ 为0.65—1.0%,都说明震旦亚界油气成熟度是不高的。对于这样一些地区,只要其它成油条件具备,找油显然是可能的。但在盆地内部因其上覆有数千米盖层,加之经历漫长的地史时期,其油气演化程度就远非如此,很可能已进入甲烷气阶段。

华北盆地的下古生界经历了从中奥陶世到下石炭世长达1.3亿年的剥蚀。张厚福利用康南的时间—温度关系式,推算出下古生界的主要生油期是在再次埋藏后成油的,上古生界主要是一套海陆交互的煤系沉积,寻找与煤系地层有成因关系的天然气,显然更有希望。

鄂尔多斯盆地的古生界展布面积20余万平方公里,沉积厚度一般2000—3000米,除西南缘具台槽过渡型沉积特点外,在古生代,华北盆地也有大致相同的地质发展及油气演化历史。震旦系,中、上寒武统,中奥陶统等都有生油条件,以中奥陶统,中、上石炭统为主要生油层。古生界井下油气显示经碳同位素等研究都不同于中生代原油,反映古生界有自己的油源供给系统。

鄂尔多斯盆地古生界油气演化,以西部断褶带最低。震旦亚界干酪根H/C原子比为0.36,显然已进入甲烷干气阶段;西部断褶带的部分地区其干酪根H/C原子比为0.7—0.8,可能存在高成熟阶段晚期的演化产物(凝析油,湿气),其它地区H/C原子比都变化于0.4—0.7之间,也已进入过成熟阶段,应以找甲烷气为主。上古生界从镜质体反射率资料看,演化程度要低得多。如西缘断褶带环14井及乌兰格尔凸起伊12井镜质体反射率( $R_0$ %)仅分别为0.59、0.54,勉强进入成熟阶段。说明尚有找到成熟—高成熟油气藏的前景,从全盆地看干酪根H/C原子比一般都为0.8—0.9,所见井下油气显示多为轻质油、凝析油,油气演化已进入高成熟阶段。另外与华北盆地一样,上古生界多为煤系地层,有机母质类型主要是腐植型的,同样也应以寻找煤系气为主要方向。

塔里木盆地是我国一个重要的含油气远景区。中新生界的上三叠统、中下侏罗统、上白垩统、下第三系、上第三系中新统几套生油岩系正处于未熟—成熟阶段,已见油气田(藏)及油气流。地台型古生界寒武系、石炭系、下二叠统的生油岩系也见有大量油气显示。从巴楚隆起、西南斜坡及西南拗陷的油气演化特征来看,镜质体反射率 $R_0$ %为1.54—1.17,应属于高成熟阶段,推测是以天然气与轻质油混生为主。从埋藏较浅的巴楚隆起巴1井,在石炭系井段仅见天然气,甲烷含量83—94.1%;据胡伯良资料,石炭二叠系干酪根H/C原子比0.51—0.72、 $R_0$ %1.30—1.83来看,可能已进入高成熟阶

段。在坳陷地带石炭二叠系埋深可达7000—10000米，显然演化程度还要高些，可能仅有天然气存在。

综上所述，我国油气演化总的趋势是：中新生界一般在3000—4500米以上以油为主，主体处于成熟阶段；上古生界大部分地区处于高成熟阶段除少数地区可能存在油相外，演化产物以轻质油—天然气为主；下古生界除个别地区外，基本都已进入过成熟阶段，演化产物主要是天然气。

各个盆地以及同一盆地的不同地区，由于构造、沉积的差异，都有各自不同的油气形成历史，其油气演化也有所不同，一方面要进一步加强油气演化理论的研究，按照油气演化特征部署找油找气工作，同时也应以大的沉积区为单元，用编制分层系油气演化程度图的办法，研究全国的油气演化规律。

（陈正辅）

## 深盆气的研究值得重视

“富矿”自然应当优先勘探和开发，但“大而贫”的资源也不应忽视。在自然界常存在矿产品位高低与储量大小成反比的客观规律，在人类认识客观规律上也总是先对容易发现的高品位富矿进行勘探和开发，尔后逐步向低品位、技术难度大的矿产进行勘探和开发。加拿大是一个油气资源“富矿”（指常规油气资源）不算高的国家，但对“大而贫”的非常规油气资源极为重视，采取补贴使巨大的阿萨巴斯卡焦油砂矿重新开采；鼓励石油公司到盆地深凹部位寻找“大而贫”的深盆气，从而较好地解决了所面临的能源短缺问题。

格雷（J.K.Gray, 1977）曾形象地提出一个资源三角形图解。易发现的高品位的矿藏位于顶端，但储量不大。技术复杂、难度较大的低品位矿藏在三角形下边，但有较大的储量。虽然勘探和开发这类矿床的难度和代价越来越大，但是它的潜力也是巨大的。位于落基山山前地带的向斜深凹中巨大潜景的深盆气的突破，说明这一地质找矿规律是正确的，沿这一北西向的落基山前带东翼，分别为美国的圣胡安盆地，丹佛盆地和西加拿大盆地，在这三个盆地中已先后发现以埃姆沃兹（Elmworth）为代表的四个深盆气圈闭油田。根据深盆气圈闭发现者麦斯特（J.A.Masters）介绍，这些深盆气圈闭的共同特征是：

- 1.在构造位置上都位于克拉通边缘的向斜盆地轴部或弧状凸起的倾没端底部；
- 2.在横向上，含气层位有急剧相变，含气层位常呈典型的楔状体。如西加拿大盆地中生代地层在盆地东侧厚仅300米，而在盆地西侧的山前带的前缘，则增厚到4570米，而成为前渊沉积；
- 3.天然气全部储集在低孔隙（3—10%）、低渗透（0.3—1.5毫达西）、低气压（445—2750Psi）的物性条件较差的砂岩中。沿储层上倾方向，埋藏变浅，砂层增厚，物性条件也随之变好，因而在上倾方向的砂岩中常充满了水。深盆气藏与其它气藏的最大区别为气、水关系是颠倒的，天然气储集在下倾较低部位，上倾较高部位是饱水带，中间

# 从石油地质科研动态谈谈 我国石油普查勘探前景

## ——笔谈会文章

编者按：我国油气普查勘探工作已进入了一个新的发展阶段。为了推进找油找气工作的深入发展，以期在新的地区、领域、类型和深度方面能有所突破。本刊编辑部特举办了一次“从石油地质科研动态谈谈我国石油普查勘探前景”的笔谈会。参加笔谈会的同志从石油地质分支学科和不同的侧面，讨论了我国石油普查勘探前景。有的谈了今后找油找气方向；有的讨论了某些科研问题；有的从经济地质的角度讨论了非常规油气资源的研究和勘探问题。显然这些意见正确与否，只有通过大量的地质找矿的实践来检验。但从集思广益、理论联系实际开展学术讨论来说，文章都能各抒己见，不拘一格，既提出了问题，也提出了解决问题的方向和办法。

我们觉得这种“笔谈会”的方式是可取的，但是由于时间仓促，这次只是就近就地组织的，参加的人不多，面也不广。因此打算在今年第四期期刊中仍围绕这一总题目开展笔谈会。欢迎广大读者踊跃参加，特别欢迎中、青年石油地质科技工作者，能对全国或所在地区有关找油找气的方向和方法问题发表意见。来稿形式不拘，但力求精辟简练。

### 谈谈克拉通边缘油气前景

据M.T.哈尔鲍特1979年的统计，在全世界已发现的1630亿吨石油储量中，就盆地而言，这些储量全部集中在总数为600个盆地中的160个盆地内，而其中含有14亿吨以上储量的盆地，仅有25个，占总发现量的86%。中东一个盆地就占有总发现量的40%。盆地是油气普查勘探的基本单元。为什么有些盆地含油气特别丰富，为什么另一些盆地如此贫？因而引起国内外学者对盆地研究的重视和关注，特别六十年代后期，盆地分类成为估算油气资源的基础，盆地的类比和划分更有长足的进展（朱夏1980年）。

在以地壳性质来划分盆地的大量著作中，马可罗森（R.C.Mccrossan 1973）从产率<sup>1)</sup>分析出发，并为资源评价服务的盆地分类方案值得特别注意。他以加拿大为例，以

1)产率可理解为单位体积产生油气的机率，亦可称作体积系数。不同作者也常以面积为单位，称作面积系数。