

九十年代华东地区油气勘查领域的展望

陈沪生

(地质矿产部华东石油地质局, 南京 210031)

当前找油气的难度越来越大, 要发现新的油气田, 必须充分运用成油气有关理论和找油气的有关重要观念。为此, 作者首先总结归纳了六个方面的成油气理论和六个方面的找油气重要观念。根据这些理论和观念, 结合过去的实践, 针对华东地区的地质特点, 提出了三个方面的找油气新思路(对华东地区而言)和相应的七个找油气领域。1. 多源多期生烃, 多期成藏, 晚期最利: ①与海相中、古生界烃源有关的领域; ②浅层天然气(包括第四系生物气); ③华东中、小盆地; ④东南沿海诸省火山岩覆盖区。2. 早期或多期生烃成藏, 油气被成岩演化后封闭或地层吸附, 经改造后可以开发利用的: ⑤煤层气; ⑥龙潭煤系中的致密砂岩含油层。3. 老领域, 新应用(用新理论、新观念、新技术), 仍可找到油气; ⑦苏北陆相中、新生代盆地。以上作为华东地区九十年代的油气勘查领域的展望。

关键词 成油气理论 找油气重要观念 找油气新思路 找油气领域 华东地区

作者简介 陈沪生 男 62岁 教授级高级工程师 石油物探和石油地质

九十年代是我国现代化建设历史进程中非常重要的时期, 要实现国民生产总值比1980年翻两番的目标, 其中能源建设是关键之一。地矿部已把油气勘查列为矿产勘查中的首位, 继续坚持开展以“四新”为内容的二轮油气普查, 要求今后十年里找到更多的油气资源, 确保油气产量的增长。但找矿难度越来越大, 从实践中大家都有共同的认识, 要在“四新”的领域里找到油气, 必须很好地研究和利用成油气的有关理论和找油气的若干重要观念。因此在分析华东地区今后油气勘查领域时, 首先要研究这些问题。

一、成油气的有关理论和重要观念

近十多年来成油气理论和找油气观念有了很大的发展, 特别是在我国“六五”、“七五”期间进行的国家重点科技攻关研究中, 总结了许多重要的理论和观念, 结合过去已有的海相和陆相盆地成油气理论, 根据自己的体会, 把它归纳为六个方面的成油气理论和六个方面的找油气重要观念。

(一) 成油气理论

1. 多源多期生烃, 多期成藏的理论

大量事实说明, 生烃物质是多种多样的, 是多源的。从源岩类型来说有碳酸盐岩、泥页岩、煤系、生物烃岩, 以及可能存在的幔深部无机烃源。已成烃类, 由于其相态可以转换和在地质历史演变中可以再分配, 也可形成多种次生烃源。如油可转变为气, 沥青可裂解为气, 气可溶于水, 还可从水中释放出来。

不仅烃源很多, 生烃过程也很复杂, 是长期的、多期的。如下扬子地区的岩样中, 有两组

R^o 值;在同一块样品中有不同演化程度的烃类;将现在的岩样在室内加温还可以生烃;印支—燕山不整合面上下有大量油气显示;井中化探结果表明1500m 深度下至今仍在大量生烃等。大家知道烃源岩生烃与否、生烃量多少及所成相态与许多因素有关,尤其与温度有关。地温与地质条件有关,地质历史变迁是因地而异,源岩实体有降有升、升降速度有快有慢,源岩所处地温也随之时高时低、变化也是时大时小,生烃也就呈现忽生忽停,生烃量忽大忽小,烃类相态亦随之变化。过去那种认为烃是一次生完,老地层就不能再生烃,烃类相态不可能转换的概念,显然是不对了。

生烃是多期的,成藏当然也是多期的、多类型的。如下扬子地区的江南隆起周边有许多沥青,已查明是加里东或海西期的古油藏;在龙潭煤系中有致密砂岩含油层,可能是印支到早燕山期形成的油藏;在黄桥上古生界圈闭中的二氧化碳气藏以及其上第三系盐城组中的溪桥气田,又是喜山期成藏的,这些都是多期成藏的事实。

有了上述概念,我们就可以重新评价许多地区的油气远景,将会有“东方不亮西方亮”、“前期不行有晚期”的“柳暗花明又一村”的前景。

2. 叠加盆地成油气理论

按现代油气地质观念来说,盆地是指在相同的地质历史条件下形成的一套沉积岩实体。叠加盆地当然是指两套或两套以上这样的沉积岩实体的叠加,它们之间是以不整合面来划分的。假如有二套盆地(陆相和海相),都有生烃能力和自己的成藏组合条件,当陆相盆地叠加到海相盆地之上,除了两套盆地本身各有一套成藏组合外,往往在海陆相不整合面上下形成第三套成藏组合。在海相盆地隆升、剥蚀期间,一度停止生烃;在陆盆盖上之后,新生的烃向不整合面上下运移,因不整合面之下,常有风化淋滤带,而不整合面之上的沉积,常是由粗变细,到有一定厚度和分布面积时,可以形成新的封闭体系,从而在不整合面上下形成新的储集空间,这就是不整合面控油论。因此,叠加盆地成油气理论,实质是新盆地上叠后,两套盆地相互作用,多形成一套成藏组合的理论(可以说是1+1=3的理论)。

上述两套沉积岩以不整合形式相叠加的盆地,可称之为“沉积式叠加盆地”。另外还有二种特殊的叠加盆地:一是大的推覆构造的上下盘相叠加,构成“推覆式叠加盆地”;二是火山岩覆盖在未变质的沉积岩盆地之上,形成“火山岩覆盖式叠加盆地”。这两种叠加盆地,同样可以形成新的成油气藏组合条件,具有与沉积式叠加盆地相似的叠加效应,都应作为重要的勘探领域来对待,许多勘探事例已证明这两类叠加盆地具良好油气前景。

3. 含煤盆地成油气理论

研究证明,煤系尤其是煤层可以生油生气,含煤盆地往往是煤、油、气共生的盆地。煤的生烃量是十分可观,“七五”期间天然气攻关课题研究计算出我国煤层气资源量为 $16.5 \times 10^{12} \text{m}^3$,世界上一些特大型气田,很多是煤型气。煤层本身又是良好的储集层,大部分煤层气被它本身所吸附保存,因此它又是天然气(有时还有油)的特殊生、储、圈、保的有效组合体。含煤盆地成油气的事实,大大拓宽了油气领域,我国含煤盆地多,煤的储量大,煤型油气,尤其是煤层气资源量大,资源较明朗,十分值得重视。

4. 海相盆地成油气理论

这一理论形成很早,它的要点是:陆缘海盆地相、陆表海盆地相、台内断陷盆地相都可成为主力生烃岩系,不同时期的主力生烃岩系,在一个地区可以叠合连片,有的可以遍及全区,海相生烃物质十分雄厚,许多大型和特大型油气田往往与海相烃源有关。海相盆地所生烃类

主要向斜坡、台地、古隆起方向作长距离运移、富集、成藏,尤其是盆地到台地中间的斜坡地带是最有利的成藏富集地带。

我国海相地层多属古生代或早中生代,时代较老,经历的构造运动较多,变形变位较强,有的已变质。原生储、盖、圈闭条件和早期形成的油气藏,往往遭受多次构造运动破坏改造,大部分失去其有效性。因此,应重视那些有中、新生界覆盖的,有晚期生烃能力和有晚期成藏组合条件的地区。

5. 陆相盆地成油气理论

陆相盆地成油气理论是我国地质工作者对石油地质理论和实践的重大发展。其要点是:潮湿湖盆可以生烃,特别是断陷湖盆,其生烃能力不亚于海相地层,油气是围绕生烃凹陷中心周边富集成藏,往往不同层位叠合连片,故有“生油凹陷中心控油论”的说法。

6. 天然气成藏理论

气态烃(可燃天然气)与液态烃(石油)成藏有许多不同之处。首先是气源岩多,有碳酸盐岩、煤系、泥页岩、生物气源岩,和深部无机气源;次生气源有石油、沥青(都可转变为气),以及溶于水中的气(降压后可释放出来)。其次是生气阶段长,有机质源岩自沉积后到热演化为石墨之前,都在生气(除源岩上升,温度不够,停止生烃外)。随着演化程度加深,分别产出生物气、油田伴生气、凝析气、裂解气等。以上两点,说明气源比油源丰富和分布广,找气的领域多,找油没有远景的地方,不能排除找气的前景。其三是气的移运是气态、液态(如溶于水)、混合相态等多相态运移,比较复杂,加上天然气分子小,流动性大,尤其是垂向扩散力强,要求有封闭良好的立体的区域性盖层,但对储层要求不高,孔渗性差的也可储气,比油有较多的储集地方。其四是天然气成藏最关键的条件,要求聚集量大于散失量;成藏后的保存条件,要求聚集与散失至少达到动态平衡,否则无法保存。天然气成藏的这些规律和特殊性,要求我们从单纯的找油的观点转变过来,重新评价各个找气领域。

(二)重要的找油气观念

1. 多期成藏中,晚期成藏最有利的观念

因为早期形成的油气藏,经过的地质历史长,遭到变动多,受到破坏的可能性大,很不易保存。尤其是气藏,要求聚集与散失至少保持动态平衡,时间越长越不易保持。只要有晚期成藏的地区,都应首先考虑勘查这一领域的油气藏,晚期成藏往往分布在新的不整合面上下、在较浅的部位,圈闭容易找,勘探深度较浅,难度小,见效快。特别是地质条件复杂地区,晚期成藏就是相对较简单的时期,是最重要的成藏期。

2. 储、盖、圈闭条件是在变化的,会失效的,要有有效成藏组合的观念

在地质历史长河中,原生的、好的储集相带,变为致密的,失去其储集条件,甚至可作为盖层;而原生的盖层,经过变动破碎,裂隙发育,失去其盖层性质,成为储层,如有许多地方泥页岩成为储层已屡见不鲜。圈闭也是如此,随着地质演化而变化,也存在一个有效性的问题。我们在找油气中,应当十分重视有效的成藏组合条件,注意储、盖条件的转换,不要固守原生有利相带和单一目的层。

3. 在找大油气田的同时,应重视寻找中、小油气田的观念

世界上大油气田的数量是少数,中、小油气田是大量的。一个油气区中,往往主力油气田发现后,还可找到众多的中、小油气田,这些中、小油气田是大油气田的接替和补充。美国近几十年来,发现的大油气田不多,但每年都有大批中、小油气田的发现,从而使其每年稳产石

油在4亿吨上下,而天然气的产量却不断在上升。在地质条件复杂,大油气田很不容易找到的地区,就更应重视寻找中、小油气田,甚至应把立足点放在寻找中、小油气田上。

4. 老领域,新应用(用新理论、新观念、新技术),仍可找到油气田的观念

这是一条十分重要的观念,世界各地有许多这种事例。我国在老油气区内,不断传出新的发现,甚至是重大发现,都是与新应用分不开的。如我国东部断陷盆地中找到的古潜山、地层岩性圈闭油气藏;中部地区的四川盆地找到的川中磨溪裂隙气藏,鄂尔多斯盆地中部找到的古生界气藏等等。不断用新的理论、新的观念、新的技术去研究老油气区老领域,以发现新的找矿思路和找矿对象是极为重要的工作。

5. 要重视找浅层气的观念

这里说的浅层气是指深1500~2000m以上的地层里的气藏。天然气成藏的特点之一是在很容易在浅层富集成藏,所以要有深气浅找的观念。过去浅层油气往往被人们忽视,在一系列技术手段上不加注意,如地震记录浅层被切除,快速钻井中浅层录井气测被忽视,测井时对浅层也要求不严,所测参数不全等等。以致浅层气被漏掉或因资料不全不去追踪,这种事例多有发生。在找浅层气时,要注意第四系生物气。

6. 在找油气中,要时时不忘区域展开的观念

区域展开是不断进行多路探索,发现新的油气田的重要阶段。不在新领域展开,不在老领域中用新的思路展开,新的油气田是无法发现的。但区域展开是处于多路探索阶段,有成功有失败,由于一时未见成效,就停止展开或削减投入,从而造成新的油气田推迟发现,甚至丢掉之事,国内外均有。要想有新的发现,就要时时不忘区域展开,坚持在有远景的地区中进行多路探索。

二、九十年代华东地区油气勘查领域的展望

根据上述对成油气理论和重要找油气观念的总结和理解,结合过去的实践,针对华东地区的地质特点,作者提出三个方面的找油气新思路(以华东地区而言,对其他地区可能已不是新思路),和与之相关的七个找油气领域,作为华东地区九十年代的油气勘查领域和方向的展望。

(一)第一个思路是,多源多期生烃,多期成藏,晚期最有利

根据这一思路,有以下四个领域值得重视:

1、与海相中、古生界烃源有关的领域

下扬子地区海相中、古生界有三套主力生烃岩系(震旦—寒武系、上奥陶—下志留统、二叠系—下三叠统),叠合连片,遍及全区,生烃物质十分雄厚,虽经多期构造运动破坏和改造,其残留厚度仍有很厚(3000~8000m),分布也很广(约 $15 \times 10^4 \sim 17 \times 10^4 \text{km}^2$),再生烃能力仍很强,尤其是浦口组(K_2p)沉积后,重新形成新的封闭系统,具有良好的晚期生烃和晚期成藏的条件。晚期所生烃类可以进入海相地层的内幕,更可以进入海、陆相间不整合面上下,和陆相地层之中,形成新的油气藏。以晚期成藏最有利的观点,本着先易后难的原则,在有陆相中、新生界覆盖地域选区,在保存海相地层残留厚度大和再生烃能力强的地区中选带,并首先在海陆相间不整合面上下有关圈闭中选点,用这样的思路进行工作,将会很快在这一领域

实现油气的战略性突破。

2. 浅层天然气领域(包括第四系生物气)

下扬子地区气源很多,找天然气的前景广阔。根据晚期成藏的观念,应注意“深气浅找”,一般小于2000m埋深的各种圈闭,尤其是浦口组和下盐城组两个区域不整合面和盖层之下,更易形成天然气藏,也比较容易勘探。迄今仅在江苏地区已见气显示井148口,工业气流井26口,产气层位10个,气藏18个,其分布特点就是以陆相中、新生界为主,小于2000m的浅层为主。至于第四系生物气则分布更广,整个华东地区的江河湖泊流域以及沿海岸地带都有发现,只要开发利用得当,也很有经济价值。

3. 华东中、小盆地

华东中、小盆地,通常系指陆相中、新生代盆地。过去由于其中陆相地层生烃能力差而评价不高,现在应运用叠加盆地的理论和晚期成藏的观念重新评价。只要这些盆地在陆相地层之下有海相中、古生界保存,并有再生烃能力,当沉积陆相地层之后又形成了新的封闭系统,就有晚期成藏的条件,就有找油气远景。华东陆相中、小盆地多达150余个,总面积逾 $18 \times 10^4 \text{ km}^2$,这是一个广阔的重要的找油气领域,值得全面规划,择优勘查。

4. 东南沿海诸省火山岩覆盖区

东南沿海诸省火山岩覆盖区(包括苏、浙、皖、赣、闽、粤等省),面积约 $15 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。只要火山岩下有未变质的沉积地层(海相或陆相),又有生烃能力,则火山岩覆盖后,一是可形成新的封闭系统,二是可使下伏地层进入大量再生烃期,形成很好的晚期生烃、晚期成藏的有利环境,火山岩本身既可以作盖层,也可作储层,尤其是有些火山岩盆地,本身也含有生烃岩系,就更值得注意。

(二)第二个思路是,早期或多期生烃成藏,油气被成岩演化后封闭或地层吸附,经改造后可以开发利用

这种有以下两个领域:

5. 煤层气

煤层本身可以生气,大部分被煤层吸附而保存下来,当前技术已能开发利用。1990年美国已有3100口井生产煤层气,出售气量过 $52 \times 10^8 \text{ m}^3$,圣胡安盆地和勇士盆地已大规模工业开发利用。初步估算仅江苏境内煤层气资源量超过 $10000 \times 10^8 \text{ m}^3$,华东地区煤层气资源量更可观,这是一个非常规的但很现实的找气领域,宜主动积极地开展工作。尤其是有些地方煤田储量小或埋深较大(大于1000m)或位于风景名胜而不能开发,但开发利用其煤层气却是可行的(目前技术可开发煤层气的深度为200~2000m),对于能源紧缺的华东地区,更有现实意义。

6. 龙潭煤系中的致密砂岩含油层

下扬子地区龙潭期具有一北东向的海陆交互相带,沉积了龙潭煤系,陆上埋深较浅部分,分布于北东起自南通、黄桥,经长兴等地向南西至萍乡,并可延伸至广东韶关一带,长逾800km,宽逾100km,面积约 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$,为一煤、油、气共生层系,被几期构造运动切割成若干断续相连的或孤立的残留含煤盆地,其中砂岩层已变为超低孔渗性的致密层,把早期进入的油气封闭保存下来,在许多地区采煤或钻孔中,都曾在龙潭煤系的致密砂岩及煤系裂缝中普遍见到含油显示或油流,用当今的压裂技术可以把其中的油开发出来,这也是一个非常规的但却是现实的找油领域,且层位较稳定,资源较清楚,勘查较容易。对华东地区来说是一个

重要的能源领域,应及早开发利用。

(三)第三个思路是,老领域,新应用(新理论、新观念、新技术),仍可找到油气

7. 苏北陆相中、新生代盆地

近年来地矿部门和石油部门运用地震多次叠加法和三维地震等新技术,在苏北盆地已知含油气区内,新找到一批低幅度、小面积的背斜或断块构造油田和构造-岩性复合油田。运用储盖条件可以转换的观念,发现了泥页岩和火山岩储油层。还有,一个主力油田发现后,仍会有众多的中小油田存在;一个有利地区,不同层位的含油层往往可以叠合连片等观念,都用来发现新的油气田。目前苏北盆地北部尚待突破,老油区尚待扩大,新类型尚待发现,陆相中生界的含油气规律尚待探索。这些都需要有针对性地运用新理论、新观念、新技术去开拓和进取。

(收稿日期:1991年9月29日)

PETROLEUM PROSPECTINGS IN THE AREAS OF THE EAST CHINA DURING THE TIME OF 1990s

Chen Husheng

(*East China Bureau of Petroleum Geology, MGMR*)

Abstract

Nowadays, it becomes more and more difficult to explore for oil and gas. In order to discover new oil/gas fields, the relative theories of petroleum generation and principal concepts for oil/gas exploration must be used, of which the author concluded in six aspects of topics. Combined these topics with the past practices and the characteristics in the areas of the East China, the new considerations in three aspects with seven new realms of oil/gas exploration in the areas have been proposed in this paper.

The new considerations in three aspects are as follows;

I. The hydrocarbons generated from multiple sources during polystages and oil/gas pools formed in various geological stages, and the later geological stage it is, the more favourable for the formation of oil/gas pools it will be.

II. The hydrocarbons generated and oil/gas pools formed in early geological stage or through the polystages, and the hydrocarbons have been sealed or absorbed by the formations after the diagenesis took place. Those oil/gas pools are favourable for petroleum development if the geological reworks have occurred.

III. New discoveries of oil/gas fields can be made in the highly explored areas by applying new petroleum theories, concepts and techniques.

The seven new realms for oil/gas prospectings are as;

1. The hydrocarbons derived from the Mesozoic and Paleozoic marine sedimentary sequences; 2. shallow buried natural gas (including the Quaternary biogas); 3. the middle and small sized basins in the areas of the East China; 4. the areas covered by volcanic rocks in the southeast provinces of China; 5. the gas derived from coal measures; 6. oil-bearing beds of tight sandstones of the Longtan Formation; 7. the Meso-Cenozoic non-marine basins in the northern Jiangsu.