

# 中扬子区与上、下扬子区 油气地质条件的对比分析

陈焕疆

邱之俊

(同济大学) (地质矿产部中南石油地质局)

中扬子区在震旦纪—志留纪期间,其总体构造格局是南接南华地槽,北邻秦岭地槽,由于南北各有一个被动大陆边缘,有利于油气的生成、运移和聚集。泥盆纪至中三叠世为一套地台型沉积,亦具有形成油气的良好地质条件。本区晚元古代至古生代的沉积、构造特点近于上扬子区,但较上扬子区活跃;而中生代近于下扬子区,较下扬子区活动强度要弱一些。中扬子区这种“动、静相宜”的大地构造特征,为油气的生成、运移和聚集提供了良好的环境。

## 引 言

扬子准地台是一个略呈东西向、横亘于我国南方的广阔地带,总面积近百万平方公里,包括了南方九个省的部分或大部分。其中台缘和台内拗陷中有以碳酸盐为主的巨厚的中、古生代海相沉积岩系,生油物质基础雄厚,发育有多层系生储盖组合,其生油气量和资源量相当可观,且油气显示较普遍,具备了形成大中型油气田的客观地质条件,现已发现60多个中小油气田。因此,整个扬子区是我国现阶段油气普查勘探的重要领域。

关于扬子准地台的具体界限尚有争议。但多数人的倾向性意见是:其北界可以划在海西—印支期扬子陆块与华北陆块的碰撞对接带;其南面虽是一个宽广的过渡区,但把所谓的“江南深断裂”作为南界也无可厚非;其东界涉及“华夏古陆”问题,它是以拗拉槽和岛弧形式出现的;其西界过去划在龙门山和“康滇地轴”一带,但据最新的航磁和重力资料,其界线应向西北方向扩展。

依据地质构造的共性和特性,扬子准地台可以划分为上、中、下三个构造区。上扬子区包括四川盆地、黔北和滇东,是构造相对稳定区,研究程度较高,天然气普查勘探不断取得进展,但还没有取得决定性突破。下扬子区,包括苏浙皖三省的一部分,构造变动较强,油气普查虽然有所发现,如三叠纪青龙群中的原油和苏北黄桥地区的二氧化碳气等,但从整体来看,仍处在技术攻关阶段。中扬子区,包括湘北、赣北和湖北的大部分,其元古代至中、古生代的构造特点近于上扬子区,但较后者的活动性强一些;而本区中—新生代(J<sub>3</sub>以来)构造特点近于下扬子区,但较后者的活动性要弱一些。中扬子区构造介乎上、下扬子区之间的这种“动静相宜”的特点,对油气的聚集和保存是相

对有利的,它有可能成为近几年内在本区实现油气普查勘探突破的基础。当然,就整体而言,目前本区尚处于技术攻关和探索阶段。

本文试图运用事物具有共性与特性的观点,来对比分析上、中、下扬子区的成油(气)地质条件,以提供油气普查战略决策和工作部署的参考。

## 一、基底与盖层

许多人认为:扬子准地台是在距今8.5亿年的前震旦纪形成固结的地台,属于相对稳定的陆壳区。对于前震旦纪的构造演化,可以识别出两个标志最明显,影响最广泛而深远的构造变动——四堡(武陵)运动和晋宁(雪峰)运动。有人认为:前者是扬子地区活动阶段的一次大变革;后者导致扬子准地台稳定状态的最终形成(王自强等,1986)。关于本区基底与盖层的划分至今仍有分歧,其中关键问题是“板溪群”的归属?我们认为:本区由于板溪群与下伏的四堡群和冷家溪群为高角度不整合接触,而其本身的产状多较平缓,同时与其上覆地层没有很大角度不整合,故板溪群一般应作为盖层看待。王鸿祯(1981)称板溪群为似盖层。因此,扬子准地台范围主要是四堡(武陵)运动所形成的基底。

据现有资料,扬子准地台的基底较为年轻,至今未见大片超过20亿年的基底岩石露头。据零星的报道,见于大别山的基底为29亿年,鲁苏地盾的大于19亿年,康滇地轴的为22—24亿年;而华北地台基底一般认为形成于25—26亿年。由此可见扬子准地台基底相对年轻。此外,据雪峰两侧大地电磁测深资料证实,本区岩石圈厚度较大,达140—180km。所以它不仅是相对年轻的地壳,而且是一个厚壳和冷壳<sup>1)</sup>。这就是扬子区和华南区深部构造的一个特点。这一点与找油是有关系的,因为地温场的高低对找油十分密切。例如松辽盆地的地温场高,生油门限高,找到的油藏的埋深就较浅,在较深部位找油就相对困难。而在扬子准地台区,既然地壳是一个厚壳、冷壳,地温场较低,那么,其油气勘探的深度范围就可以比较大一些。

早一中元古代,上、中扬子区可能是一个统一的陆块。它主要由崆岭群和冷家溪群等变质岩与混合岩系组成。现大体呈东西展布在北纬30—32°之间,航磁资料提供的东西向强磁异常带应是组成基底的基性—超基性岩体的反映。从江汉到川中为基性—超基性岩及其间的老沉积物所构成的岩石组合,它们于17—19亿年经受变质作用、混合岩化等作用固结并转为陆壳。现在看来,川中隆起的出现是具有深部渊源的,由于其基底具有较强的刚性,在长期地史演化中,特别对于含油气盆地的形成起着重要作用。

在早一中元古代,下扬子区很可能是处于另一个陆块。现有资料表明,苏北和南黄海东部,也有显示刚性程度较高的变质基底,它最晚形成在17—19亿年。看来上、中扬子区的基底与下扬子区的基底在组成和结构上是有差异的。这些差异会不同程度地影响盖层。

1) 陈焕疆, 1986, 华南区域地质和碳酸盐岩区油气普查勘探的几个问题, 武汉地质学院地质科技情报。

本区的基底经四堡（武陵）运动变形和变质，形成近东西向的紧闭线状褶皱逆冲带。大型构造主要为复背斜和复向斜相间排列，两翼岩层倾角多为 $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$ ，局部近直立。伴随褶皱常产生叠瓦状的逆冲断层和韧性剪切带，反映了较深层次上的塑性流动和韧性变形特征。

盖层，板溪群是本区第一套盖层。这对考虑中扬子准地台的南部边界是很有意义的，说明所谓的“江南隆起”在那时不是隆起而是一个拗陷，是一个宽广的大陆斜坡。在大陆斜坡上，有很多有机质含量较高的碎屑物质沉积，后期变质程度不高。据新概念认为，这样一套绿片岩相完全可以由于沉积负载达到15km左右。因此，晋宁期及澄江期沉积物具有‘准盖层’性质，对其油气地质意义需要重新认识和评价。

震旦系至志留系是本区第二套盖层，也是以找天然气为主的重要普查勘探目的层系。根据朱鸿对扬子准地台震旦系古地磁的研究成果（朱鸿，1986），表明当时上、中扬子地区已处于一个拼合的统一地块上，基本形成了扬子准地台的主体；而下扬子地区在当时则是另一个独立演化发展的地块。因而在震旦系的沉积特征上也有明显反映，如依据湖北宜昌和湖南石门两个实测剖面资料，两者的震旦系层系和沉积特征基本相同；而安徽休宁震旦系虽然基本层序与宜昌的震旦系相似，但它们之间的沉积特征却有很大差别。

晚元古代到早古生代初，扬子准地台上拗拉槽曾经广泛发育，如康滇—龙门拗拉槽震旦纪沉积厚3000—5000m，早期是以红色碎屑沉积为主，也有中基性、中酸性火山岩。又如浙西—皖南一带早古生代拗拉槽，实际上沉积厚度也很大。震旦纪至志留纪沉积主要属于大陆斜坡上的沉积，因此，这种拗拉槽并不是很大的洋，而是优地槽边上的一些断陷，这是当时主要构造特征之一。此外，加里东运动使扬子准地台外围的秦岭地槽（志留纪末）与华南过渡带（上奥陶世）发生褶皱，地台区内侧表现为隆起单元的加强，如川中古隆起，黔中古隆起等都有突出的相对上升。

上古生界至中三叠统是扬子准地台的第三套海相盖层，是本区找油找气的重要目的层系，已在四川和鄂西找到了一批油气藏。晚古生代至中三叠世，“雪峰岛链”两侧水体仍有断续相通的迹象，主要表现为当时的沉积相在扬子区和华南区颇多相似之处。当然，也有不同点，例如扬子区在晚古生代以抬升为主的振荡运动更为频繁和强烈，故泥盆系和石炭系缺失的层段较多；而华南区的泥盆系和石炭系则发育较齐全。

在二叠纪和三叠纪时，扬子准地台是一个微型板块。其上发育了一套沉积比较稳定，岩相也比较稳定的地层和特提斯生物群，具有大面积稳定分布的特点。

北面蒙古槽台体制关闭的时间大致在早、晚二叠世之间。由于这一关闭，形成了大规模的由北往南的底流作用，使得当时中朝陆台南缘的地壳拉薄，形成石炭—二叠纪主要是石盒子世盆地的沉降。然后，来自南面的古特提斯关闭作用，造成了中国南方盖层的层间滑动和基底的折离。这两个作用的结合线一般认为在淮阳—胶县一带，甚至在郟庐以东可达密山敦化断裂一线，所以南、北大陆的对接，是以北面的底流作用和来自南面的折离作用两者综合的结果。这条结合线构成了过渡阶段南、北大陆对接的模式。由于南北对接碰撞时，两侧介质之差异就会出现不同的变形，扬子陆块与中朝陆块碰撞，前者仰冲，后者俯冲，佛子岭片岩夹峙其中，形成楔状形变带，而郟庐断裂当时

是一个剪切带。

印支运动是扬子地区地质发展史上的一次重大转折,主要表现为:(1)构造上标志着槽台体制的衰亡和板块构造的崛起;(2)沉积上基本结束了海相沉积历史,进入了陆相沉积的鼎盛时代。在华南以南地区中侏罗世曾消失了一个“洋”,这个重要事件还控制了我国东南沿海和海域的中新生代油气盆地的生成发展和现今油气的分布,为此,我们特别重视这一早燕山运动对全球的影响。

## 二、中扬子区叠合盆地油气地质条件的对比分析

早古生代以来,上、中、下扬子区曾处于拼合统一的刚性地块上,所以中扬子区的下层结构类似于上扬子区;其上层结构由于受太平洋板块构造活动的影响则类似于下扬子区。事实上,中扬子区第三纪—白垩纪盆地之下,叠覆着晚三叠—早侏罗世盆地、早中三叠世晚古生代盆地和震旦纪—志留纪盆地,显示出多层次叠合盆地的特点。国内外的油气地质资料表明,这样一些多期多层次的复合盆地的含油气潜力,一般要比同面积的单一盆地的含油气潜力大得多。因此,中扬子区当然可以看做是油气聚集和保存的可能有利场所,也就是说,除了已经发现的白垩—第三系的油气藏以外,海相中古生代地层的油气潜力也是令人关注的。

### (一) 中扬子海相中古生界盆地的含油气潜力

本区的晚三叠世—侏罗纪盆地,可以和四川的同时代的沉积盆地相对比。可能前者的层位略高一些,但它仍属于四川沉积盆地的组成部分。如果这种认识符合客观实际的话,那么中扬子晚三叠世—早侏罗世盆地的拗陷中心可能偏南,所以要到鄂中拗陷南部去寻找这一部分地层。由于晚三叠世—早侏罗世地层是处于印支构造面和燕山构造面之间的层位,一定会有构造圈闭发育,应该作为一个可能有油气聚集的新层位、新领域来加以考虑。如果把白垩纪及其以上的地层全部剥掉,我们就可以看到,现在有一些断层在地表为正断层,往下延伸则变为低角度的逆断层;有些断层早期为压性或压扭性后期变为张性或张扭性,也有早期为张性断层后期变为压扭性断层的。总之,从我们观测到的具有一定规模的大量断层来看,绝大多数断层经历过两次以上的活动,且每次活动不是简单的重复,而是显示结构面力学性质有明显的转化。这就造成了下面那个隐伏的沉积盆地往往具有风格多样的构造型式和构造组合,给油气普查提供了丰富多彩的找油气领域和圈闭类型。当然,不同构造地质背景和不同的区块内,找油气的领域和类型是会有差别的。

本区的志留系,厚达1400 m,其上有晚古生代和中新生代地层覆盖,根据现已获得的几口钻井资料,说明本区志留系有较好的形成油气的地质条件,并且确实有过油气的生成过程。例如海4井钻遇志留系生油岩的连续厚度达500 m;江参4井从1735—2814 m井段的深灰色页岩和砂岩中见固体沥青,灰岩中见沥青脉;海2井1791 m岩心的砂岩里含油。据第十一届世界石油大会报道,现在世界上152个大气田统计,志留纪的天然气占世界第三位。我国上扬子区的志留纪天然气已取得突破性进展;下扬子区在志留系中

也钻遇较好的油气显示；中扬子区的志留系成油气条件很不错。据近几年工作，该层系在扬子准地台上分布较广泛，往南只见于黔东南和湘中涟源一带。“江南古隆起”周围的志留系未见边缘相，都是细的沉积层跟它接触。在江南古陆北缘的志留系多埋在地下，包括湘鄂西和鄂中等地区，条件应该是不错的。而且 $R^o$ 值不高，有机质含量却较富，如海1井，志留系有机碳含量达2.4%，氯仿沥青“A”为0.4%。往下奥陶系、寒武系和震旦系的找气条件也是相当好的。

中扬子地区海相中古生界盆地具有较好的油气远景，其中特别要注意找那些“盆下之盆”。

中扬子区的盆地勘探深度有多大？就鄂中而言，按照磁性体计算，可能为6km；按照地震资料计算则为9—10km。本区的地壳是厚壳和冷壳，盆地勘探的深度范围可能大一些，这是本区的一个特点。

近十年来，深层油气勘探事业发展迅速，世界上已有一百多个国家在埋深大于4000m的地层中进行油气勘探；从事5000m以下深层油气勘探的有包括我国在内的40多个国家，在深度大于4000m的深层已发现近1000个油气藏。其中包括石油可采储量1亿吨以上；天然气储量2000亿立方米以上的大型油气田。世界上已发现最深的油藏深达6540m，地温超过200℃，这就是美国的华盛顿湖油田，位于墨西哥湾盆地，属密西西比河三角洲，产层为第三系碎屑岩。已知最深的气藏深达8083m，为美国西部阿纳达科凹陷中的米尔斯—兰奇气田，自下奥陶统碳酸盐岩气层深7663—8083m获单井日产气6万立方米<sup>1)</sup>。在北美地台二叠纪盆地4500m以下的深部发现了一系列大气田，包括：戈梅兹（2830亿立方米）；帕克特（1840亿立方米）和科亚诺萨（1160亿立方米）等。在苏联南里海的布拉岛及其附近海域，于深5755m和6172m处发现油藏，日产凝析油200t；在6000m砂岩中还有20%的孔隙度和较好的渗透率，这些都是常规观念认为不可能的。常规认为一般在3000m以下的岩石孔洞就封死了，这里涉及到次生孔隙和次生裂缝问题。按照国外对油气生成和储集的新认识，一般在地台区找油气深度为4—6km或更深一点。中扬子区在刚性基底以上的6km范围内的盖层中找天然气是没有问题的。在中—新生代的深凹部位，甚至可达6—9km。因此，中扬子区的油气普查勘探深度有一个较大的范围。而当务之急是要对这样深度范围内每一个大沉积体的时代、展布、属性和地质结构的基本轮廓有所了解，建立起三维的地质结构模型，这样就能使本区的油气普查勘探在更大的深度和广度范围展开。

中扬子区深层油气勘探中必然要涉及以下几个领域：

第一是不整合对油气控制：白垩系以下有多个不整合面，这些不整合面既可能是油气运移的通道，也可以成为油气聚集的场所。同时，古生代形成的油气，有一部分经再次分配和运移，有可能在印支面聚集。因此，印支面的工作较燕山面更为重要，应该加强。虽然有时两者并不易于划分。印支面从沉积负载、生油门限和结构构造来看，的确具备了较强的控制油气的能力。四川的一部分油气田，以及湘中 $T_3-J_1$ 与下伏地层不整合面上良好的原油显示（祁阳文家冲、常宁倒湖等），都证实了这一论点。当然，这

1) 刘淑萱, 1983, 世界深部油气藏若干地质特征与勘探前景, 石油工业部石油勘探开发研究院,

个工作难度较大,特别是在中扬子区,由于  $T_3-J_1$  分布零星,研究程度低,开展这一工作难度更大,但必须千方百计地进行综合研究,力求早出成果。

第二是基岩和潜山油气藏,这是两个不同的概念。基岩油气藏包括老变质岩(板溪群)或断块断上来形成的油藏。潜山指不整合面上和下伏不同时代沉积体的配置关系。在中扬子区的深层勘探这类油气藏是有现实意义的。

第三是逆掩断层对油气的控制问题,这是一个比较复杂的问题,因为逆掩断层控制油气是有其特定的地质条件的,即必须有与之配套的生储盖组合条件和圈闭条件。故控油的逆掩断层只占少数,而不控油的逆掩断层占绝大多数。但值得强调的是,逆掩断层控油问题是我国今后石油普查中面临的一个重大研究课题,是海相中生界找油气的一个新领域。对中扬子区来说也是应该予以高度重视并进行探索的。例如,中扬子区的南、北两侧边界就发育一系列大的逆掩断层,其原地体构造比较简单又受逆掩断裂封闭保存,它们是找油的隐伏的新地区和新领域,也是我们要研究的七五攻关课题之一。

此外,还有泥质岩自生自储;深埋砂岩和碳酸盐岩的次生孔隙等勘探领域。

总之,在中扬子区进行深层海相油气普查勘探是必要的。其中一个重要研究途径就是要对现有资料,包括地球物理资料进行“精雕细刻”和“深加工”,能够取得的信息必须获得。进行综合解释和应用,这样可减少很多工作量,是一个多快好省的办法。另一研究途径就是结合外围地质工作和覆盖区物探资料进行综合解释。在国外,“盆下之盆”找到油气藏的实例是很多的。例如北海南部二叠纪风成砂岩中找到了“格罗宁根”等大气田,在它的下面又找到石炭纪的油田。位于北海北部的“海盜地堑”中找到了中—新生代大油田,而大油田之下的深部又找到了气田。在西西伯利亚240万平方公里范围,是海西地槽基底上的盆地,已找到240个油气田,查明65亿吨油的可采储量;27万亿立方米可采天然气储量。最大的油田为巴马特伊尔,可采储量24亿吨,最大气田乌连戈可采气7.5万亿立方米。现在已开始深层寻找地堑里面(或裂谷开始时期)的油气。在我国,华北和松辽的白垩—第三纪盆地之下也都找到了油气藏。所以我们说对构造演化的研究,主要是为了预测那些地方可以找到油气藏,以及怎样扩大勘探领域。因此,深部勘探的进展与油气形成的地质概念是联系在一起的。一个引人瞩目的现象是,世界上绝大多数大油气田的形成期是白垩纪和第三纪。不管是西加的泥盆纪油气田和北非阿希勒什乌寒武纪砂岩油气田,或者是西西伯利亚的中—新生代油气田,多是在白垩纪和第三纪形成的。上扬子区(四川)许多油气藏也是在这个时期形成,所以我们认为中扬子区油气形成应与四川类似。这就是说在白垩纪和第三纪油气保存条件较好的地方就有可能找到油气田。究其原因,主要涉及到板块的区域构造动力环境问题。在那个时代,地壳的演化和地球内部的壳幔有大规模的调整,地壳总是由不均衡向均衡方向转化。我们现在所看到的深部构造、壳幔构造,多是白垩—第三纪演化的结果,所以现在讲莫霍面的隆起,地幔上升,用以去解释印支前的盆地结构几乎是不可能的。

## (二)与上扬子海相含油气盆地的对比分析

上扬子四川盆地是如何演化的?构造上有何特点?油气分布又有哪些可供中扬子借鉴?这些问题都是值得我很好研究的。

根据郭正吾(1985)等提供的资料<sup>1)</sup>。震旦纪末的“峨嵋上升”运动使灯影组遭受剥蚀,此次区域性抬升之后,上扬子地台的发展一方面明显受其边缘断裂的控制,在其内部则表现为大型隆起和隆起间的凹陷。例如川中古隆起,呈北东东方向延伸,它是自寒武纪以来长期继承、多次抬升并遭受剥蚀的隆起。这一特性,对于海相古生界的油气形成、运移和聚集,以及开拓新思路 and 探索新的含油气领域都具有重要意义。

1. 对寻找古隆起两侧超覆尖灭型岩性-地层油气圈闭提供了有利的地质构造背景。

2. 古隆起多次升降,使寒武系和奥陶系灰岩暴露于地表或浅部,有利于形成古潜山或溶蚀孔洞型的隐蔽油气藏。

3. 围绕古隆起东端上超并呈阶梯状厚度变化的志留系,在受古断裂控制的部位有利于生物礁(滩)的形成。

在加里东期大型隆起的背景上,从泥盆纪起,首先在上扬子准地台的边缘发生张裂陷,同时逐步向地台内部发展。对于晚古生代这种拉张运动机制,罗志立(1980)命名为“峨嵋地裂运动”,反映了四川地台的解体和盆地的形成时期是晚二叠世到中晚三叠世。四川盆地西部及康滇一带,当时有大规模的峨嵋山玄武岩喷发。康滇地轴在当时实际上是在转换断层基础上成生发展为拉张喷发的。从而造成大规模的热事件。这些热事件对二叠纪和三叠纪的油气形成关系十分密切,值得我们重视。相应的雪峰山系由于拆离作用也在中三叠世开始隆起,形成东南高、西北低的地势,在其前锋部位存在一个前渊,这个前渊就是川湘鄂拗陷,沉积了海陆交互的巴东组,它是该区的重要盖层之一。在三叠系诺利克阶和瑞替克阶之间,四川龙门山隆起,在上三叠统须家河组的 $T_3x^3$ 和 $T_3x^4$ 段之间可以划分出一个构造面。 $T_3x^3$ 以前的盆地叫须下盆,被逆掩断层所掩盖插入龙门山之下; $T_3x^4$ 以后的盆地叫须上盆,超覆在逆掩断层之上,所以印支期在龙门山一带逆掩推覆构造就比较发育。相当于 $T_3x^4$ 以后的盆地和中扬子区上三叠一下侏罗统的盆地有可能连为一体,在中扬子区很可能缺少须下盆,只有须上盆,它是大型的近海内陆盆地,其沉积发展阶段经历了晚三叠世晚期和早一中侏罗世。这一套介乎印支面和燕山面之间的湖盆沉积物,具有较大的厚度和一定的生油气能力,值得我们注意。中侏罗世以后,由于南面特提斯海的关闭,造成中国、朝鲜、日本以至北美的构造运动,中国称之为燕山运动,朝鲜叫大堡运动。这个运动很强烈,它消失了一个大洋,造成中国大陆整体改造。当时四川盆地发生隆起,江汉盆地则开始下沉,所以说四川盆地在晚三叠世一早白垩世开始收缩,而江汉盆地则开始形成。晚白垩世至始新世,四川盆地是萎缩消亡;而江汉盆地则是持续沉降和沉积。这里还涉及到四川运动的时代问题?过去认为是白垩纪末,现在则认为是第四纪,因为四川盆地一部分褶皱形成于更新世一全新世。由此可见,该盆地内的油气运移和聚集有相当的一部分可能发生于第四纪;与江汉盆地比较,江汉多了一套盖层,对于寻找中、古生代的油气来说就多了一个保存条件,有它有利的一面。因此,我们完全可以借鉴四川盆地的演化程度和某些构造特点来考虑中扬子地区深层中、古生界油气勘探问题。

古生代至中一新生代地层多层次的滑脱;以及褶皱的一次完成,是四川盆地构造的

1) 郭正吾等, 1985, 上扬子区海相碳酸盐岩石油地质基本条件及远景区划的研究。

一个重要特点。滑脱层次主要有三个,即:三叠系、志留系和下寒武统。例如,成都平原东部龙泉山、熊坡等滑脱构造。它们的滑脱层位都是在三叠系嘉陵江组的膏盐层中。中扬子地区情况类似,如鄂东南地区,区域性滑动润滑层是志留系,因而在幕阜山—九岭复式背斜北翼滑动拆离体自南向北可分三个构造带:南部基底断裂带、中部滑脱褶皱断带、北部挤压前峰带。鄂中地区地震资料表明,志留系以上及其以下地层的构造不协调,说明志留系是一个区域性滑动的润滑层。

在四川盆地刚性地块上,从边缘向刚性地块中间,出现一系列古隆起,其中古隆起边缘是有利的油气聚集带。类似于这种情况,中扬子也有一个刚性基底,必然会存在古隆起或古隆起的一部分,因而同样可预测古隆起边缘的油气领域和类型。此外,还要注意在隆起边缘找隐伏断裂带,在宽向斜中找次级的各种类型的圈闭,并重视盐下层和裂缝的研究。这样,就有可能开创本区海相找油气的新局面。

### (三) 与下扬子海相含油气领域的对比分析

下扬子区在古生代(包括三叠纪)属于槽台体制,印支运动以来是一个构造活动带,残留盆地主体在鲁苏隆起以南和江南隆起以北,整个范围称下扬子拗陷区。本区第一套盖层是震旦系,早古生代是由地台斜坡到活动带的格局,盆地的底面倾向南东,北缘有一个前缘拗陷。

本区加里东运动发生在上奥陶世,回返上升后许多地方缺失志留系,可见泥盆系五通组直接覆盖在中奥陶统之上。这和中扬子区的情况不同,中扬子区南部有大片志留系保留。下扬子区晚古生代盆地具有褶皱带前缘性质,从地台边缘凹陷向前渊凹陷发展。早、中泥盆世沉积主要为类磨拉石建造;石炭—二叠纪有两次海侵,一次在早石炭世,时间不长,范围也不大。另一次在晚石炭世到早二叠世早期,海侵波及全区。这时下扬子盆地开始形成,沉积了一套良好的生储油层。盆地的沉降中心逐渐从浙西向皖南宣城、广德一带北移。印支运动使这些地层在某些地段卷入逆掩断层带,形成多层系构造迭加。这类断层在下扬子区是相当普遍的,按其成因可分为三种:第一种属于与地壳缩短作用伴生的,如宁镇山脉和茅山一带的逆掩推覆构造;第二种是重力作用诱发的蠕动或滑动,苏州附近低山区可能属之;第三种是侧向扩展作用,如苏州花岗岩体上升促使侧向扩展作用形成一些逆掩断层。无论那种情况,它们总是沿着软弱性岩层发生滑脱的。在中扬子区逆掩推覆构造也是比较发育的。例如在“雪峰武陵隆起”的北缘,曾发生过沿着下寒武统、志留系等软弱面的区域性滑脱,产生较大规模的逆掩推覆和揉褶。在这样的滑脱面附近的有利地段,可望找到天然气藏。当然,逆掩断层对油气的生成、运移和聚集既有有利的一面,也有不利的一面。所以具体问题要作具体分析。如鄂中地区也有一些逆掩断层,它是否能形成有利的构造?是否有找油气意义?都还需要进行深入研究。

值得注意的另一问题是中—新生代以后的改造问题。在改造前的下扬子区,以江南断裂为界古生代沉积可以划分为三个带:西北台地相区、西南盆地相区和九江—石台过渡相区。过渡相区也是后来发生江南断裂带的地方。江南断裂带往西大体呈近东西向延伸进入中扬子区南缘的通山、崇阳、岳阳等地;再往西即与湘西北的“轴缘断裂带”相连。在中扬子区,江南断裂带以北亦为台地相区,其南面为盆地相区,过渡相区较狭窄或已消失。故中—新生代沉积覆盖下的鄂中古生代拗陷,基本上是属于台地相区的。

关于郟庐断裂带，可以视为中、下扬子区之间的构造分界线。该断裂带可能在印支一早燕山期，主要受库拉板块向北俯冲，欧亚板块向南移动的扭动应力场所控制。晚侏罗世一早白垩世，由于库拉板块继续北移，下扬子区出现很多火山岩。中扬子区则开始沉降，从中白垩世开始，太平洋板块向西俯冲，郟庐断裂带（NNE 方向）转为由东往西逆冲，此时中国北北东方向的莫霍面陡带开始形成，中扬子区构造同样出现了北北东向的格局。

### 三、关于中扬子区油气勘探综合物探方法的解释和应用问题

中扬子区有很大一部分属于覆盖区，除应用地面地质工作，从盆地外围向盆内进行推理解释以外，更重要的是采用综合物探方法对深层中、古生界地质构造进行解释。我们认为，从本区构造较复杂的实际情况出发，运用非地震和地震工作相结合的重、磁、震联合勘探是适宜的。这在国外已是屡见不鲜和行之有效的方法，而且有现成的电算程序可资应用，国内有些单位也设计了这样的软件。

回顾50年代，根据重、磁资料来分析基底结构，断裂构造和进行构造选区，曾起到了重要作用。现在随着电算技术的发展，人机联作、图解显示以及在地球物理解释上采用的“模型叠代法”等等，正在油气勘探中加以应用。同时，可以应用地球物理位场和卫片资料解释断裂构造，利用重力梯度来确定断裂带的位置和不整合面，例如美国爱荷达—怀俄明逆掩断裂带就是利用重磁位场和地面地质资料来解释的，并成功地勘探了逆掩断层带的油气资源，获得了显著的经济效益。

中扬子区为了研究区域构造、确定断层，除使用常规的重磁方法外，要尽力提高重磁异常的解释精度。目前已采用重磁的二阶导数的研究，利用重力的二阶导数和重力梯度，对磁力进行分析对比，以重磁结合建立对深层和基底地质结构的解释。

大地电磁作为一种经济、快速的概查方法，近几年已在中扬子区使用。第一条大地电磁剖面呈北西向穿过雪峰山，发现雪峰山下高阻和低阻都有反映，在板溪群内部有一个拆离构造。1987年，在鄂中及其外围又做了三条大地电磁剖面，效果也较好，浅层和深层构造都能反映。但资料较粗糙，也有多解性，必需与重磁联合起来考虑问题。

### 参 考 文 献

- (1) 王自强、索书田，1986，华南地区中晚元古代阶段古构造及古地理，华南地区古大陆边缘构造史，武汉地质学院出版社，p.16。
- (2) 朱鸿，1986，扬子地台震旦系古地磁初步研究及其构造意义，华南地区古大陆边缘构造史，武汉地质学院出版社，p.136。
- (3) Chen Huanjiang, Sun Zaucai and Zhang Yuchang, 1986, The framework of Chinese petroliferous basins, Journal of petroleum geology Vol.9, No.4, p.451—462.

# COMPARATIVE PETROLEUM GEOLOGICAL STUDY BETWEEN MIDDLE YANGTZE AREA AND UPPER AND LOWER YANGTZE AREAS

Chen Huanjiang

(Tongji University)

Qiu Zhijun

(Central-South China Bureau of Petroleum Geology,  
Ministry of Geology and Mineral Resources)

## Abstract

The character of lower architecture of Middle Yangtze Area is similar to that of Upper Yangtze Area while the upper architecture is similar to that of Lower Yangtze Area. In fact, it is a polysuperposed basin consisting of an Upper Triassic - Upper Jurassic basin, a Lower and Middle Triassic - Upper Paleozoic basin, and a Sinian - Silurian basin. Generally speaking, the petroleum richness in such a poly-superposed basin would be much higher than that in a simple basin.

The petroleum prospects of deep objectives may be concluded as: 1. oil/gas accumulation in Indosinian unconformity, 2. oil/gas accumulation in basement rocks and ancient buried hills, and 3. oil/gas accumulation controlled by overthrusts. However, the sedimentation and tectonic movement from Proterozoic to Paleozoic in Middle Yangtze area are more active than those in Upper Yangtze Area while Mesozoic sedimentation and tectonic movements are relatively less active than those in Lower Yangtze Area. Such characteristics provide an unique favourable condition for generation, migration and accumulation of oil/gas in Middle Yangtze Area.