

关于盆地研究的几点意见

朱 夏

(地质部石油地质中心实验室)

(一)

盆地，特别是含油气盆地的研究，七十年代以来，有了长足的进展。国际上许多学者，发表过很多重要文章来研讨盆地的形成机理、类型及盆地内的油气聚集条件。其中哈尔鲍特与克莱米 (M.T. Halbouty and H.D. Klemme, 1970) 在《世界大油气田、影响它们形成的因素和盆地的分类》专著中的盆地分类，是从地壳性质来划分盆地类型的第一篇著作。以后，克莱米又在许多文章中详加论述。加拿大的马克罗森与波特 (R. C. Mircrossan and J. W. Porter, 1975)，以及法国的布雷、美国的巴莱等人，都提出了对盆地分类的一些看法。差不多同时，美国的费希尔 (A. G. Fischer, 1975) 和英国的鲍特 (M. H. T. Bott, 1976)，相继在《石油与板块构造》、《大陆边缘和克拉通沉积盆地》等专著上，就盆地的形成机理，作了综合性和总结性的归纳。新近一两年来，又有不少这方面的论著问世。如象大家已知的美国的迪肯森等。

为什么对盆地特别是对含油气盆地，自七十年代以来有这么多的论著，我想有两个原因。

一个是为地质科学的发展所促进。这个发展，主要的一条就是板块构造理论的提出。六十年代末以前的盆地研究，是与地槽学说分不开的。因为地槽本身也是一种盆地。反过来，不同类型的盆地，也就被称之为不同类型的地槽。如最早出现在斯蒂勒地槽分类中的 Parageosyncline 实际就是指一些与克拉通有关的盆地。后来在美国人凯伊、金等人的地槽分类中，在地槽一词前面加了些帽子。称作这样那样的地槽，实际上包括了很多属于盆地概念的内容。这样那样的地槽，也包括了这样那样的盆地。首先联系到石油来考虑盆地类型的是美国的威克斯 (L. G. Weeks, 1958)。六十年代后期板块学说提出来以后，被认为是地质学上的“革命”。在这个“革命形势”之下，大家对盆地的分类有了一些新的看法。六十年代开始，由哈尔鲍特、克莱米提出的分类，以地壳性质为基础，根据大洋地壳和大陆地壳的相互关系，在板块概念下进行分类。以后的分类就更富有板块学说的色彩，如贝利 (A. W. Bally, 1975) 和迪肯森 (W. R. Dickinson, 1976) 的分类，明确地将盆地分作拉张大陆边缘的、裂谷的或敛合边缘的 (Convergence)。总的来说，正是由于板块构造学说的发展，促进了对盆地机理、类型的研究。

促进盆地研究的第二个方面同世界性的能源危机有关。七十年代，特别是自一九七三年“石油危机”发生以来，能源紧张的形势日益增长。去年十一月，我在加拿大参加了一个由

联合国下属组织举办的长远能源会议。从会议讨论的总的趋势看来,整个世界的能源潜力并不匮乏。所谓能源紧张,是因为从五十年代以来,资本主义国家在能源构成上,过份依靠廉价的石油。一旦在石油的供求关系上发生了问题,情况也就严重起来。看来,解决这个危机的根本办法是能源多样化。但多样化要有一个过程。有人估计到本世纪末,新能源的启用才可能有较大的进展;有人更悲观一些,主张至少要五十年以后,才会有真正的新能源出来代替使用常规能源。而石油还有不能被完全代替的特点。也就是说,在这个三十年至五十年或更多年代的转变过程中,油、气将继续是重要的依靠对象。发现和利用更多油、气资源的要求也就更加迫切。

世界上大约有六百个盆地。已在其中的约一百六十个中找到了油气。除去一些希望不大的盆地外,至少还有一百多个盆地值得进一步去探索。对待这些需要探索的盆地,特别是地居偏远,或者工作条件困难的,首先要对有可能发现的资源量有一个估计。对资本家来说,这是下决心,冒风险进行投资的一个重要的问题,即使对已经开发的盆地来说,也还有一个预测潜在资源的问题。近几年来,已有不少文章专门探讨估计未发现资源量的方法。大致说来,首先要用地质类比法。也就是从已掌握的某个地区的基本地质条件,同已经取得较多料的盆地和地区进行类比。运用几十、几百种所谓指标(Parameter),通过计算机,用所谓“Monte—Carlo”模拟法来求出一种曲线,即Probability—risk曲线。从这条曲线上,我们可以获得资源量多寡和冒险性(risk)多少的量的概念。举例说,今年二月在香港开过一个会,会上有一位挪威地质学家,估计我国海区的石油资源量:按冒险率25%计算为200亿桶,按冒险率75%则为620亿桶(可采系数均以25%计)。方法的细节当然要复杂得多。前不久,由刘和甫等同志代表我国参加的联合国“亚洲地区近海矿物资源共同分类勘探委员会”会议(CCOP),就是一个讨论这些方法的会议。

1957年Weeks说过这样一句话,就是“盆地的分类是估算资源的基础”(Basin classification as a basis for estimating resource)。可见盆地研究对估算未发现资源量的重要性。而为了发现新的油气区,动员各方面的地质学家在全世界许多地方进行的未发现资源量的分析和估算工作,又推动了盆地分类的研究。这种分类的研究,自然要涉及到与盆地形成、发展相联系的许多基本理论问题。前不久,在北京国际石油地质讨论会上见到克莱米,他说盆地分类有两种,一种是Academic(学院式的);一种是Industrial(工业的)。他说“我们分类是Industrial Classification”。意思说,他研究盆地与分类,是为发现更多油气资源服务的。

所以说,盆地研究的动力来源于两个方面。一方面是理论的发展,形成了新的观点,用来划分盆地的类型、研究盆地形成的机制;另一方面是生产上的需要,敦促我们组织力量来从事这方面的研究,为寻找更多油气资源服务。我们的盆地研究工作从这两方面来,也应归回到这方面去。既要在理论上有所提高,更要在实践中接受检验。

(二)

要进行类比,首先要考虑形成油气的基本地质条件。我想把它们归纳成如下几个方面:第一个是物质的问题。既然要生成油气,首先就有一个物质基础问题。也就是生油物质

的性质、数量等。物质—英文叫Material。

第二重要的问题就是要“成熟”。就是说，有了物质还要有成熟到能够生油气的条件。不成熟，或者过分成熟都不行。所以，Maturation（成熟度）是一个重要的方面。

第三是运移。这里，我想把Migration 这个字的涵义放得更广一些。比方说圈闭，圈闭是什么呢？圈闭就是不运移。在运移途中停止下来成了圈闭。所以，运移和圈闭是同一事物的两个方面。再如储油层，就是在圈闭条件下，把油气储集在里头。假如没有圈闭，油气还处在运移过程中，这种储层，实际应叫“运油层”。即所谓 Carrier。因此，可以把运移、圈闭和储集放在一起，在广义的运移概念之下，作统一的考虑。

最后还有一个，我叫它作Maintenance，就是“保持”。这里的保持概念，应比通常所讲的盖层条件，或开启条件等，还要广一些。应把后期的构造或改造、热力影响以及可能由水动力条件所造成的再分配等，统统考虑进去。对于构造历史复杂的盆地，这一点 尤 为 重要。

因此，以M起头的这四个字：Material（物质）、Maturation（成熟度）、Migration（运移）、Maintenance（保持）可以看作是四个基本指标。

在这四个大的指标下面，可再分出许许多多具体指标，与条件接近、资料较多的地方进行类比，并且放到计算机中去模拟，这样得出的油气聚集条件和资源量，可能比单纯从具体指标考虑会有一个比较完整的概念。

在普查工作中，我们所面临的往往是预测性的而不是总结性的问题。因此我们所能掌握的往往不是这些指标的具体数据，而是要从一些地质因素来对这些指标进行评价。

第一个因素就是沉陷（Subsidence）。不论盆地的类型如何，是断陷，抑或拗陷，总要发生沉降，才能形成盆地。在沉降过程中，因有种种干扰因素，对一个盆地整体来说，沉降将是不均匀进行的，原来是统一的基础，由于不均衡地沉降，一部分沉降下去，另一部分不但不沉降，反而相对成为隆起。也有原来是不均一的基础，通过沉降，在新的地层发展中统一起来。这种不均匀的沉降作用，对生油物质的分布、性质、体积、不同成熟度等等，起了很大的控制作用。

从板块学说来讲，这里有一个运动的方式和方向问题。因板块运动的方向是水平的，而沉降是垂直的。对引起沉降的原因，可以有不同的认识。

一个可能的原因，是地壳厚度或岩石圈厚度的变化，特别是在岩石圈拉张变薄或收缩变薄的时候，均可引起沉降。有人将这种作用，称作岩石圈的构造衰减（A.G.Fischer,1975）；

第二种原因，可归结于上地幔或软流圈地幔（Asthenospheric mantle）物质的上涌和对岩石圈的作用，形成异常地幔或地幔垫之类的东西。由于这一过程伴随发生壳下物质的相变，从而引起沉降。有人称这种作用为热收缩机制；

还有一种引起沉降作用的原因，不大为人们注意，就是岩石圈在受压之下的弯曲。一种是垂直的下压，可理解作重力负载效应。如大的三角洲或大陆边缘上的一套厚层沉积，在重力作用下，使大陆边缘地壳向下弯曲。另一种是侧压力。就象背向斜一样，侧压力能否使岩石圈发生横向弯曲。从流变学的观点来看，如果重力负载可以引起地壳较大规模的下弯，那末，水平运动，或作用于岩石圈（块）两侧的水平压力，可不可以也把它压弯呢？

在我国东部滨太平洋地区，自印支运动或上三叠纪以来，在开始是东高西低和后来（白垩

纪以后)又是西高东低的趋势演变中,确有隆凹相间的规律排列映现。这是不是侧压力的作用结果,算不算是由侧压力引起的岩石圈中的弯曲,似乎值得进一步去研究。当然,在这个地区相应存在的大量断裂系统,应该联系这种弯曲一齐来考虑。

第二个问题就是沉积作用(Sedimentation)。它与沉降作用之间有许多复杂的关系。一种极端是沉降作用很快,而沉积很慢,这样,当然要造成一种非补偿的“饥饿”沉积环境;反过来,沉降与沉积作用保持平衡,或者沉积速度大于沉降速度,则盆地内的物质,不管是生油物质、储油岩层以及沉积相序垂直组合和水平组合,都会出现不同的情况。

第三个作用应该是应力(Stress)或是Stress Condition(应力环境)或是Stress field(应力场)。沉降与沉积经常处于不同的应力环境之下,而这种应力环境(场)又是处于不断变化之中。或者先压后张,先张后压;也可能是张而又压,压而又张。就是说,在这当中也有一个演化的过程,不能只看最后一次结果。从我国东部盆地来说,大家普遍承认侏罗纪或至少是它的中晚期曾处于拉张环境,进入白垩纪时又处于挤压环境,进入早第三纪它又处于拉张环境,到晚第三纪和第四纪以来可能又有一个挤压作用在进行。当然,在这当中也包括了平移活动,以及平移方向的改变。

第四个问题是型态或型式,英文叫Style。去年A.A.P.G上有Harding的一篇文章,专讲构造的形态(Structural Style)。我想这个Style的范围可以更广一些。不但要把同一应力体系下的张、压扭构造型式考虑进去,还应把与之有关的沉积因素(如上倾方向和坡度的变化对沉积厚度和相的影响)都包括在内。它们同运移、圈闭条件是有直接联系的。

我的意思是说,从地质作用上来考虑一个盆地,是不是可以把Subsidence(沉陷)、Sedimentation(沉积作用)、Stress(应力)、Style(形态)这四个“S”当头的字,同前面谈的四个“M”之间的错综复杂的关系紧密联系起来,由此及彼,由定性到定量。进一步引伸一下,这四个“M”和四个“S”,还受着三个“T”的影响。

三个“T”当中的第一个是构造位置,即tectonic Setting。这个tectonic是指大的广义的构造,如板块构造(Plate tectonic)。四个“S”和四个“M”的发生,以及它们在不同地区的不同个性,显然与它们所处的大地构造部位息息相关。就板块构造来讲,是处于板块的边缘,还是板块的内部;或者,是板块的拉张边缘呢?抑或板块的敛合边缘。而且这些不同性质的部位,直接控制着四个M和四个S的具体内容。以我国中生代盆地为例,从西部到东部,从中生代到新生代,它们之所以显示出各自不同的发展和演化,显然与它们所处的不同tectonic Setting(构造位置)有关。比方西部的盆地,早期既接受中亚方面的影响,后期又明显地处在它南部青藏板块的推动之下,因而产生了特定的S和M条件。再如中间的鄂尔多斯,由于它处的位置,正好是在我国西部和东部一条地槽与地台衔接的分界线上,后期又处在东西两个板块不同方式的活动影响之下,从而造成了一边隆一边翘的这样一种型式。东部的华北、苏北等盆地,当然又有所不同。它们各自的特点,应该看作是构造位置在起决定性作用。

第二点就是时间(Time)。也就是历史的发展和演化,不断地在改变着一度固有的一个盆地的性质和特点。我们这些盆地,似乎都经历了好几重的历史演变。从古生代到中生代,从中生代到新生代,这些不同时期的不同演化,造成了一个特定盆地之中的若干复杂的关系(沉积上的或构造上的)。有些构造的变化,可能对油气的形成起了建设作用,而另外一

些,也可能是起了破坏作用。

第三,还有一个单独可以提出来的就是温度或热条件 (thermal-condition)。一个地区的温度条件或热史,对油气形成演化所起的作用,近年来已被大家越来越重视。应该把它所起的作用,从构造位置和时间发展中独立出来。温度的历史有两个方面的来源,一个是沉降、沉积作用的不断进行,引起地温梯度的增加;另一个来源则应与地壳深部作联系,或从地幔物质的变化上(如由地幔柱沿壳断裂产生的所谓热点反映)找原因。

这样,我们可以从三个“T”: Tectonic Setting (构造位置)、Time (时间)、Thermal-condition (热条件)联系到四个“S”,然后再与四个“M”挂上钩,从而达到对一个特定地区的地质发展和油气资源条件的统一研究和评价。

(三)

最后,我想联系我国油气盆地的特色提出几个问题,供大家参考。

第一个问题是为什么我国的古生代盆地与中生代盆地,在其分布的格局上有明显的差别。例如,古生代的格局是按南北来分的。照黄汲清先生的说法,内中有一个老的原地台(proto-platform),它包括华北、扬子。南北两边是由地槽转变的大陆增生。这种南北分块的情况,向北包括了西伯利亚。但到了中生代,则明显地东西分带。这个原因何在?在Halbouty与Klemme合著的《大油气田地质》一文中,有这样一句话:“古生代盆地是与古生代的大陆增生有关,而中生代盆地与海底扩张相联系。”Klemme本人最近送给我的~~一篇未完成的著作手稿中~~,仍然有这两句话。怎样来理解这个问题?

第二个问题是为什么我国西部、中部、东部的盆地,在其构造型式上有很大的差别。像在与周围古老构造格局的关系上,我国西部的盆地,显然与外围协调一致。而东部这些盆地,则与外围构造不协调,在不少地方,似乎是前者对后者的横跨。中间的四川和鄂尔多斯,介于东西部之间,在内部与外围关系上是半符合与半不符合。这又是什么原因?今年三月,Halbouty在北京作报告时,一开头就提出这个问题。他说:“中国的这些盆地,在西部是与构造线一致的,东部则不然。”这到底是什么原因?就构造型式来讲,西部盆地褶皱的型式,同东部的块断型式,也完全迥异,这又是什么原因?

第三个问题,在前面已谈到了,就是从三叠纪到白垩纪,我国东部为什么就象一块翘板一样,先是东高西低,而后又是东低西高?是否与大陆板块受到挤压有关?是否可以联系起来进行考虑。

第四,为什么中国东部中生界相对统一的盆地,到了第三纪,又出现了两个相对起坎隔作用的门坎。松辽在第三纪是上升的,经过了这个门坎往南就是下降的华北。对我国东部来讲,不管我们是否采用“沉降带”这一称谓,中生界是广泛分布的(包括黄海)。但为什么到了老第三纪,燕山以北和以南,大别山以北和以南,显然发生了分化。为什么本来统一的东西,到了第三纪又解体。

第五,为什么中国东部自印支运动以来,先是由于南北方向的扭动,出现了北东方向的挤压褶皱,但到侏罗纪中晚期,又出现断陷并有火山活动;到了燕山运动末期,这种北东或北北东方向的褶皱又明显重复出现,并得到加强。就是说,代表我国东部中生代的这种北东

碳酸盐岩沉积环境及岩相古地理的研究

冯增昭

(华东石油学院)

在五十年代以前,人们对碳酸盐岩沉积环境的认识是相当肤浅的,几乎全是“浅海”二字。最早把碳酸盐岩的主要沉积环境“浅海”进行基本类型划分的是伊迪(Edie, 1958)和肖(Shaw, 1964),他们把浅海区分为“陆表海”和“陆缘海”两个基本类型。而欧文(Irwin, 1965)的陆表海清水沉积作用能量带模式、拉波特(Laporte, 1967, 1969)的潮汐作用相带模式、杨等(Young et al, 1972)的潮汐作用相带模式、阿姆斯特朗(Armstrong, 1974)的相带模式、威尔逊(Wilson, 1975)的相带模式,都有一定代表性,都为碳酸盐岩的沉积环境分析提供了新的理论和方法。但是,关于岩相古地理的恢复,尤其是关于岩相古地理图的编制方法,还没有脱离示意

的阶段,水平还是比较低的。

在国内,刘鸿允(1955)的《中国古地理图》、中国科学院地质研究所(1959)《中国大地构造纲要》中的“岩相分布示意图”、卢衍豪等(1965)的中国寒武纪各期的岩相古地理图、以及王鸿祯的中国各地质时代的岩相古地理图,均匀绘出了各地质时代的海陆分布的主要轮廓,对我国碳酸盐岩相古地理的工作起了开拓性的作用,这是十分有益的成果。但是,这些图件大都是从古生物地层学的角度或大地构造的角度得出的。另外也有用岩组法编绘的碳酸盐岩相古地理图,但这种图存在着一系列问题:如把地层的厚薄与水体的深浅等同起来;把白云岩(不管是什么白云岩)与泻湖环境等同起来;把成因根本不同的岩石类型(如石灰

方向的褶皱(新华夏系)不仅是压性或压扭性质的,而且同左旋的断裂有关。到了第三纪,它们明显转变为张性或张扭性。这种北东方向的从压到张,或者郯庐断裂从左旋到右旋的转换,应该怎样理解?在与郯庐断裂相交的东西或北西西方向上,是否也不光是垂直运动,也有水平运动与郯庐相协调?这些问题,在一个统一的平面应力场中如何认识。

这几个问题,对说明我国油气盆地的形成机制、历史演化、类型划分以及与油气生成聚集的关系,可能都有密切的联系。

本文是朱夏总工程师1980年4月22日在《中国中新生代盆地构造与演化》论文讨论会上的发言,对含油气盆地研究的意义、方向、内容、方法都作了精辟的分析,我们根据这篇讲话略加整理,并冠以“关于盆地研究的几点意见”的标题,在此发表,以飨读者。

——编者——