

含油气盆地研究方向的探讨*

朱 夏

(地质矿产部石油地质研究所)

法国地质学家A. Perrodon在1980年出版的“石油地球动力学”一书中,开宗明义地提出“没有盆地,便没有石油”(Pas de bassin, pas de pétrole)。在此以前,一位美国地质学家L.G. Weeks(1975)也明确地认为:“盆地的分类是估计未发现油气资源量的基础”。本来,油气存在于盆地之中似乎是一个常识性的问题。在总结我国五十年代的油气普查工作时,我们业已指出:寻找油气的工作要从盆地的整体着眼,率先考虑其全貌,然后再从沉积、构造等条件来选择有利的地区(朱夏1965)。最近田在艺(1982)¹⁾也强调这一看法。可是泛观六十年代以前的石油地质学教科书(例如A.I. Levorsen的名著:石油地质学),有关沉积盆地的探讨往往被置于十分次要的地位(苏联的著作在这方面论述较多)。七十年代以来的一些新教科书(如R.E. Chapman, A. Perrodon等)才重视沉积盆地,甚至把它列为全书的第一章。这一转变的原因,一方面是七十年代初期的石油危机,促使西方许多石油公司更加重视新领域(New frontiers)的开发,并把含油气盆地类型的划分与类比作为评价世界上未经或少经勘探的盆地的先行性研究工作。另一方面是板块构造学说在六十年代后期的兴起,为从水平活动的观点来解释盆地的垂直升降提出了一系列动力学与运动学方面的新的课题。这两个方面,实用的与理论的,共同使得有关盆地的成因类型、发生机制与演化过程等研究成为七十年代以来的“热门”课题。

1970年M.T. Halbouty等在“世界大油气田”一书中按地壳的性质(陆、洋、过渡型)划分了盆地的类型。以后H.D. Klemme, R.G. McCrosson, A.W. Bally, W.R. Dickinson, M. Poulet, A. Perrodon等从板块构造的观点提出了盆地分类和形成机制的意见。1975年第9届世界石油会议以“全球构造与石油产出”为专题广泛讨论了这些问题。同年, A.G. Fischer编辑了“石油与全球构造”一书,着重讨论盆地形成的机制。1976年由M.H.P. Bott主编的“大陆边缘与克拉通的沉积盆地”汇集了许多篇以重力作用、热作用或应力作用为基础探讨盆地沉降机制的文章。1978年出版了有关大陆边缘与沉降盆地的专著(A.W. Bally)。1980年第26届国际地质学会第14组(化石燃料)有15篇论文探讨了“某些沉积盆地的地质历史与油气藏分布的关系”。另外在第二讨论会(能源资源)中也有“一些文章讨论了新区的发展,特别是中国和加拿大北部的油

*本文为作者向中国科学院地学部会议(1983年1月)提交的报告。

1)全国油气资源评价构造学习班教材汇编,1982年4月,北京。

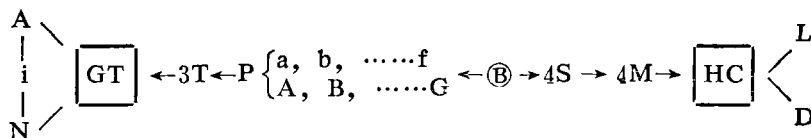
气” (General Proceedings, 26° CGI) 随着板块构造的“登陆”，盆地的研究被列入新的地球动力学研究课题。1980年出版的“板块内部动力学” (Dynamics of Plate Interiors) 与“大陆构造” (Continental Tectonics) 二书中也都以较大的篇幅讨论了“沉积盆地的形成与沉降作用”以及油气盆地同板内构造的关系。

国内有关含油气盆地的研究与远景评价从五十年代即已进行。1963年原地质部华东地质研究所曾以译文集的形式介绍了国外有关油气盆地的文献并结合中国的情况对油气盆地的类型与形成机制等作了综合性评述。其主要内容由朱夏撰文发表于“中国大地构造问题” (1965)。经过了十年浩劫的中断，1977年以来，这些方面的研究工作受到了更为普遍的重视。提出有关著作的有李德生、田在艺、甘克文、胡朝元、陈发景、刘和甫、张恺、罗志立、张清、陈焕疆、孙肇才、郭正吾、张渝昌以及朱夏等。在生产第一线上的同志对有关的个别盆地也有过不少论述，不及列举。1979年受中国石油学会与科学出版社的委托，地质部石油地质中心实验室曾召开了一次油气盆地学术讨论会并编辑了“中国中生代盆地构造与演化” (科学出版社，1983) 的论文集。1982年4月石油部举办了构造学习班，不少专家从不同的角度讨论了有关油气盆地的问题。1982年9月庆祝中国地质学会成立六十周年的学术讨论会上，在第四分组 (沉积盆地及能源地质) 也宣读了有关论文。当然，含油气盆地只是沉积盆地的一个方面，对沉积盆地的全面性问题，叶连俊等曾作了深入的研究，而对含煤、油页岩、膏盐、金属矿床的盆地以及火山岩盆地等，更有不少作者进行了专门探讨。这些都是油气盆地研究所须借鉴的。

本文不可能对上述国内外有关作者的论点一一予以评述，只是想就作者认为具有重要意义的几个基本问题略加商讨，以期通过对这些问题的深入认识，联系中国含油气盆地的实际，有助于为我国的四化建设找出更多的油气资源。

一、关于含油气盆地研究的指导思想

如上所述，七十年代以来含油气盆地的研究受到了实用的与理论的双方面因素的促进，而归根结底是为了寻找更多的油气资源。H.D.Klemme (1980) 一再强调他所提出的是盆地的“工业分类”，要从已知来推论未知。A.W.Bally (1980) 认为同一类型的盆地虽然可以在油气的多寡、集散等方面有其个性或风格，但系统性的分类研究仍有裨于勘探工作的实践，考虑到油气盆地一方面同油气的生聚条件，另一方面同控制其形成、演化的大地构造 (全球构造) 背景的关系，曾为盆地的研究工作试拟了如下的程序：



这里以GT代表全球构造。我们认为，自晚元古宙到约石炭纪末 (即从P.Morel的

潘基亚E (Pangea E) 到潘基亚B) 的古全球构造 (A)¹⁾ 同从约2亿年以来即潘基亚A 分裂时期的新全球构造 (N) 有所不同, 而潘基亚B 从形成到分裂 (潘基亚A) 这一段时期则是一个承先启后的过渡阶段 (i)。在不同阶段控制盆地形成机制的是全球构造的三个要素 (3T, 即地质时代Time、在全球构造中的处境Tectonic Setting和热体制 Thermal regime), 受此制约, 盆地按不同的机制成生发展为不同的原型 (P—prototype), 而几种原型又组合成为不同类型的含油气盆地整体 (B)。正是由于盆地或其原型具有不同的形成与演化机制, 所以盆地的实质性内容及其地质作用过程各有特色, 举其大者为4个S, 即沉降方式 (Subsidence)、沉积规律 (Sedimentation)、应力条件 (Stress condition)。以及共性中的个性或风格 (Style)。这些特色决定了与含油气性直接有关的具体条件, 可大体归纳为4个M, 即: 生、储、盖油的物质 (Material)、它们的演化与成熟的程度 (Maturity)、油气运移 (Migration) 与非运移 (即圈闭) 的状态、以及在多种原因下的保持 (Maintenance) 包括再生与再分配的情况。通过对所有这些因素的分析研究, 我们才能在油气普查勘探工作中, 从盆地的整体出发, 预测油气资源 (HC) 的存在位置 (L) 及其潜在数量 (Q), 以供实践的检验。

如果说, 石油地质学是地质学各分支学科在寻找与开发油气资源中的应用 (美国地质学百科全书), 那么油气盆地的研究更应该遵循这一原则。上述T、M、S等各个方面都是地质学各有关分支学科的研究对象, 各有其研究的广度与深度, 而油气盆地的研究则是对这些学科的发展性的应用; 另一方面, 油气的勘探与开发又是多种技术的结合, 盆地的工作则是为这些生产实践服务的先行性研究。只有明确了盆地研究的这种双重性质, 才能在正确的指导思想下, 使之在发展基础理论与指导生产实践的有机结合中成为一个重要的环节。

二、关于含油气盆地的研究趋势与中国盆地的特色

在“中生代油气盆地” (朱夏, 1982) 一文中²⁾ 曾指出: “现有的油气盆地分类, 都详于同板块的背离与敛合、转换边缘相联系的大陆边缘中生代盆地, 而略于远离这种边缘的板块内或克拉通 (地台) 内中生代盆地”, 同时, “对古生代盆地未能作出很好的说明”。这是因为: (1) 早期的板块理论强调了板块的刚性, 对板内的活动机制 (不仅仅是应力的传播) 注意得不够; (2) 趋向于用现代板块构造的模式来说明古生代或更早的构造, 但对于“古板块”的理解不够明确, 更多分歧。在此限制下, 古生代的盆地以及板内的中生代盆地被笼统地列入克拉通盆地一类。虽然也有人对此感到不足, 如M. Poulet (1975) 承认“内克拉通盆地成了把全球构造应用于石油勘探的最不利的场所”; A. W. Bally (1980) 也说克拉通盆地是“欺人地简单” (decepti-

1) 现知的油气产出的时代下限约为10亿年, 元古宙与显生宙以6亿年左右为界, 是根据生物演化的情况, 如按构造运动论, 其界限应为10亿年左右的Grenville运动或更早一些。所以, 我们把“古全球构造”阶段的起点推延到12—14亿年, 即约略与Stille的新地旋回相当。

2) 此文完稿于1978年冬, 但到1982年方得刊行 (“构造地质学进展”), 故对1978年以后的文献未及征引。

vely simple), 对它们的发育“仍然缺乏使人信服的解释”。近年来随着地球物理工作(如COCORP)的发展和“板块登陆”的要求,已出现了一些新的论点,上文提到的《板块内部动力学》和《大陆大地构造学》两书中的一些论著可以为例。

上面提出的两点,恰好对我国的油气盆地具有针对性。我国为数众多的以陆相沉积为主的中新生代盆地,虽在地区分布上可分别划归黄汲清先生提出的太平洋、特提斯及古亚洲构造域,但这些盆地存在于板内,同当时有关板块或大陆边缘,在空间上的距离远近不一;在时间上的活动先后有别;而且不同构造域的活动相互影响。如西部的“山前拗陷”不能单纯地看作是“前渊”(A. Perrodon),东部的拉张断陷(包括东海的一部分)也不是真正的大陆裂谷或弧后扩张。A. W. Bally看到了这一点,曾把中国东部的一部分盆地单独列为“缝合线边盆地”(perisutural basins)中的“中国型”,但自认“所知极少”,而对其余的大多数盆地则仍只能以“克拉通盆地”对待之。当然,我们不能否认板内盆地的形成同板缘活动有必然的联系,但它们还毕竟受到板内岩石圈的性质、不均一性以及活动方式的控制,从而有别于板缘盆地。世界上没有任何其它地方拥有象中国那样数量众多,规模不一,性质多样,历史复杂,沉积特殊,油气丰富的中新生代盆地。通过对它们的研究,不仅可以挖掘更多的资源潜力,还将大大丰富对所谓“克拉通盆地”的理论知识。这是中国地质工作者在世界含油气盆地研究中的一项责无旁贷的任务。

建国以来,我国石油地质工作者对中新生代盆地进行了许多工作,也取得了很大的经济效益。同时在古生代盆地中也不断有所收获,如准噶尔的油、四川的天然气。随着新一轮油气普查工作的开展,势将有更多的工作“延拓”到古生界。诚然,从全世界的油气资源分布看,大部分石油产出于中生界,但这不等于说古生界的石油是贫乏的。苏联、美国、北非都是明显的例子。非伴生的大型天然气藏几乎都集中在二叠—三叠纪地层中,这是一个值得重视的事实。诚然,中国的中生代构造运动强烈,古生代盆地已不象北美或俄罗斯地台那样保存完整,这是不可否认的不利的一面。但是,有如B. P. Tissot等人所主张,古生代的成油物质绝大部分是到了白垩纪甚至第三纪才演化成油的。还有人认为(C. De Bois):没有中(新)生界的覆盖,便没有北非的古生界油田;没有中生代的构造活动,也就没有加拿大西部的古生界油田。从这些方面考虑,华北地台上中生代沉积的覆盖,扬子地台及其周边逆掩断层的发育,未尝不可能造成“塞翁失马”的有利后果。如前所述,古生界“克拉通盆地”在世界油气盆地的研究中还是个薄弱的环节。在中国的沉积覆盖与构造形变的情况下,要恢复古生界盆地的原来面貌,判别其含油气条件,扬长避短,选择有利的地区,工作的难度无疑是极大的。但是我国的地层学家、古生物学家已经证明中国古生代地层发育的完整性与多样性在全世界是不可多得的。结合形成与形变的有利与不利条件来全面分析中国古生界盆地的含油气性,不仅可能有助于开辟油气资源的新领域,也很有可能在石油地质的理论研究方面别开生面。

总之,在世界含油气盆地的研究趋势中,中国的盆地,无论是中、新生代的或是古生代的,也无论是在实用价值和理论意义方面,都独具一格,举足轻重。有待于我们有毅力、有勇气地去深入研究,为世界含油气盆地的研究增添新的篇章。

三、关于含油气盆地类型的初步设想

现有的含油气盆地分类都着重于大陆边缘的盆地。应用于我国时，应该考虑到我国大地构造发展的多旋回特性。比如说，南海在中生代期间是东西向特提斯扩张脊向北俯冲的活动边缘，白垩纪末以来出现了断陷（如北部湾盆地），渐新世后期（32百万年左右）由于新南海洋壳的扩张，才成为今天的被动边缘。东海在渐新世晚期或中新世由于西菲律宾板块的俯冲才出现琉球沟、弧与弧后扩张的冲绳海槽，在此以前则是中国大陆向洋扩展的克拉通边缘。所以不能用单一的性质来考虑它们的历史发展过程。

我们要着重研究的是大陆内部的“克拉通盆地”。在此首先要接触到的问题是：从古生代到中生代，盆地的形成机制是用一种模式来以今溯古地“一以置之”呢，还是要考虑到它们在地质历史长河中的阶段性差异而分别对待？我在1965年提出过一个“变格运动”的概念，认为中国从印支运动以来出现了一种新的运动体制，改变了以前的古生代构造格局。盆地作为大地构造的次级单元，它的形成与演化从属于当时的运动体制（包括构造体制与热体制）。所以对古生代的与中生代的盆地应该按体制的改变进行双重的分类。后来国外的学者也有类似的看法，如F.K.Nose（1972）提出“世界产油盆地显示出明显的地质差异，直接与其时代有关”，J.D.Moody与Holmgren则强调了海西运动同时或以后的热体制改变与油气繁荣的关系。其实，在H.D.Klemme与R.G.McCrosson的分类中也包含了盆地类型与时代的关系，但由于把新的和老的板内盆地笼统地称之为克拉通盆地，便难以区分了。甘克文最近（1982）也同意双重分类的意见，并分别提出了古生代与中生代盆地类型划分的意见。

问题的关键在于“板块构造”是从什么时候开始的？对此，国内外学者还有许多不同的看法。下面的引文，我认为是代表了一个较为客观的论点：“板块构造提供了一个框架，在它的范围内，我们可以对较晚近的大陆演化的许多作用有所了解。但是在涉及愈来愈古老的大陆部分时，板块构造概念的可行性就愈来愈难以检验。不过大陆构造必须当作全球地动力学体系的一部分来进行解释，而组成这一体系的一些作用是在地质历史时间中有所改变的”。这也是我们按新、老全球构造及其中间阶段来区分盆地在不同阶段具有不同形成演化机制的依据。

“地球的能量、力、作用、物质分布、温度及其变化梯度与速度以及其它因素都同时制约着地球动力学，而且所有这些都曾随时间而变化”（L.T.Silver, 1980）。盆地正是在这些变化中发展着。所以不能用新全球构造的板块“传送带”作为唯一的模式来对待早期的盆地，而是应该考虑到从古全球构造分析中所认识到的其它可能模式，例如古生代有过硅镁壳的“小洋盆”，但并未形成大洋；虽然有过洋壳，但只是“没有俯冲的逆冲”（Badham d Hall, 1975）；欧洲的海西期洋盆至今缺少证据；在蒙古地槽区内，“新洋盆的开启导致老洋盆的闭合”（手风琴式），而且陆壳曾向洋壳仰冲（“雪撬式”—卓宁萨因），以及陆壳物质向洋壳的粘性流动可以形成盆地（“百足虫式”—Wynne—Edwards）等。“把现代地球动力学外推到较早的地质年代时必须慎重”，因为这里涉及到许多地球特性的单向性变化，“把这些研究唯一地引导到（现代）

板块构造范例中去是带有某种冒险性的”(L.T.Silver, 1980)。

基于上述观点,在“试论古全球构造和古生代油气盆地”(朱夏,1983)一文中,根据对古全球构造阶段与中间阶段的运动体制分析,试将古生界盆地分为以下六种原型:

- a. 拗拉槽 (aulacogen) 及其后期发展的台向斜 (syncline);
- b. 克拉通周边 (cratonic border) 及其后期发展的前渊 (foredeep);
- c. 褶皱带 (主要为海西期) 基础上的塌陷盆地 (collapse basin);
- d. 地台基础上的凹陷 (depression) 及相应的穹拱 (arch);
- e. 由大规模平移 (主要发生在活动的潘基亚B上) 及其他原因产生的拉张地堑 (extensinal graben) 及滚板式盆地 (trap-door basin);
- f. 由陆壳物质的粘性活动 (ductile flow) 产生的大陆边缘盆地。

关于中生代盆地的形成机制问题,过去已提出过一些论著,并划分为七个原型,即,

- A. A型俯冲 (A—Subduction);
- B. 基底拆离 (Basement decoupling/ramp);
- C. 大陆碰撞 (Collision) 的远距离效应;
- D. 源于壳幔关系的差异沉降 (Differential subsidence);
- E. 拉张断陷 (Extensional fault-down);
- F. 断层走向滑移 (Fault strike-slip) 及其引起的拉张与断陷;
- G. 重力滑移 (Gravitational sliding) 的改造作用。

以上型式是按有关英文字母次序列举的,与含油气性的高下无关。

对同一原型的盆地来说,共性是主要的。例如生油沉积在整个序列中的位置(旋回的下部或中部)、生、储、盖组合的纵向或横向的联系、运移的驱动力与方式,圈闭的形成以张性或压性为主,先天的与后天的保持或破坏程度等等,都可以按类型作大致的类比,以初步判别其油气远景。当然在自然界不可能有两个或几个完全一样的事物,在盆地的整体类比中还须对具体的风格作具体的分析。

一个大型盆地往往是在复杂的基底上通过不同机制而由几种原型组合而成。例如四川盆地,就中生界说,自西而东包括A+D+B+G几种原型;就古生界说,也可能是a+b+d的组合。由于中国大地构造的多旋回发展,中生代盆地同古生代盆地又往往是部分地叠加在一起的。仍以四川为例,在西和西北部可能是 $\frac{A}{a+d}$,东部可能是 $\frac{G}{d}$ 。正是由于这种组合和叠加关系,产生了诸如新油古储,古气新储(华北)等油气藏类型,同时还对油气的运移、演化、二次生成、再分配等方面起着多方面的有利或不利的作。油气盆地的研究工作应该注意到所有这些方面,从而对新地区、新领域、新类型的预测提供依据。

四、关于油气盆地的今后研究方向

油气盆地研究的课题来自上述的应用的与理论的两个方面，它的任务同样包括这两个方面。一是要联系实际，进行预测（有如文艺作品的“来自生活，高于生活”），为寻找更多的油气资源服务；二是要立足本国、借鉴世界，为逐步形成具有中国特色的石油地质理论体系而努力。我国的中新生代盆地虽已作了较多的工作，但还有许多带根本性的重大地质问题未能很好解决，古生代盆地的工作更是发轫之初，对它们的范围、性质、成因机制、发展历史以及含油气性等所知甚少。要解决这些问题必须依靠多学科的合作联系，联合攻关。例如：

1. 要了解油气盆地的形成发展背景，必须从地球动力学的基础出发，通过对全球构造，特别是中国大地构造特征的研究来进行分析。不同地史阶段有不同的构造运动体制，槽台学说与板块理论都不可偏废，对前者应以活动论而不是固定论的观点来丰富其内容，对后者应从阶段论而不是均变论的立场来认识其发展的全过程，从而应用于对油气盆地的分析。对此，我国各个大地构造学派都将能作出贡献，特别是历史积累的大量区域地质新资料将成为理论发展的坚强基础。

2. 要在已进行过较多勘探工作的地区挖掘潜力，发现新的隐蔽油气藏，或者要在工作较少的地区了解盆地及其含油气性的实质。一些基础地质的研究，如地层（包括古生物学、地震地层学等）、沉积、岩相与古地理学的工作，均须不断加强，特别是要开展面上的工作，从全局中优选局部。王鸿祯、关士聪等都已在这些方面作了很好的工作。

3. 深部地质构造的了解，对认识盆地的全貌至关重要。地震勘探要选择一些关键性剖面进行类似COCORP这样的工作。其他如重、磁、大地电磁等工种也应发挥更多的作用。地球物理工作不仅是从属于油气勘探的技术手段，而是有可能以新的发现为油气盆地的研究开创新的思路。

4. “陆相生油”是中国中新生代盆地的特色，但目前的地球化学研究在这方面似尚未能充分发扬我国的优势。碳酸盐岩的生油性能评价也还是一项有待深入进行的工作。看来这些工作不能仅仅局限于实验室的数据分析，而应与各个地质学科密切配合，综合地、全面地为预测和估算未发现资源量作出贡献。

地质矿产部石油地质研究所盆地研究室的同志们曾设想过，在多种学科相互配合下，进行油气盆地研究的“三部曲”，即：一、综合国内国外的现有资料，充分汲取各家学说之长，从理论上提出有关盆地形成机制与类型划分的比较完整的设想；二、在实践中不断接受检验，得到反馈，充实理论，又从而指导实践；三、利用现代的计算机技术，进行物理和数学的摹拟，从单项（如油气的生成、运移、沉积的模式、构造的型式等）开始，推广到盆地的整体，使各种信息能集中地用于预测油气资源。这一设想正在逐步地实行。总的目的可以说是对中国的油气盆地进行“评价与再评价”（assessment and reassessment）。

A·W·Bally在1981年说过：“首先我们要强调当各界专家从事研究沉降和盆地演化时，研究才会非常成功。任何个人都无法掌握研究盆地演化所需的各种方法”。即

以此作为本文的结语。我们相信，在各界专家的联合协作下，中国盆地的研究一定会非常成功，在应用中将会发现更多的资源，在理论上将能发扬中国地质的特色，提出新的观点，登上科学高峰。

(收稿日期 1983年3月20日)

参 考 文 献

- [1] 朱夏, 1965, 我国陆相中生界含油气盆地的大地构造特征及有关问题, “大地构造问题”, 科学出版社。
- [2] 朱夏, 1982, 中生代油气盆地, “构造地质学进展”, 科学出版社。
- [3] 朱夏, 1983, 试论古全球构造和古生代油气盆地, “石油和天然气地质” 第一期。
- [4] 甘克文, 1982, 世界含油气盆地的基本类型及其远景评价, “石油学报” 增刊。
- [5] Bally, A.W., 1975, A Geodynamic Scenario for Hydrocarbon occurrences, Proceedings of 9th world petroleum congress.
- [6] Klemme, H.D., 1974, Basin Classification, in Geological Principles of World oil occurrence, univ, of Alberta.
- [7] Perrodon, A., 1980, “Geodynamique Petroliere”, Masson.
- [8] Weeks, L.G., 1975, Potential Petroleum Resources-Classification, Estimation and Status, in J. D. Haun (ed), “Methods of Estimating the Volume of Undiscovered Oil and Gas Resources”, U.S.A.

APPROACHES TO THERESEARCH OF PETROLIFEROUS BASINS

Zhu Xie

(Institute of Petroleum Geology, Ministry of Geology and Minerals)

Abstract

The study of petroliferous basins flourishes since the early 70's, and most of the authors lay their stress on those basins which developed since Mesozoic at different continental or plate margins. For the basins formed in the interior of plates and/or developed earlier than the breakup of Pangea, due attention has not been called and they remain to be so-called “deceptively simple” cratonic basins. As most of the Chinese Petroliferous basins belong to these two types, the author regards as necessary to promote the studies of their genetic types, mechanisms of formation and history of evolution within the scope of global tectonics, both new and “ancient”. Brief summary of his own ideas in approaching these problems is given in this short review