

中国含油气系统 的应用与进展

(第三辑)

中国石油学会石油地质专业委员会 编

ZHONGGUOHANYOUQIXITONGDE
YINGYONGYUJINZHAN



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

内 容 提 要

本论文集是在中国石油学会石油地质专业委员会 2004 年举办的“全国第三次含油气系统应用进展研讨会”会议论文中精选而成的。书中介绍了近年来中国复合含油气系统的基本概念、内涵与研究流程；油气成藏研究中的新方法与新进展，包括烃源岩评价、输导体系研究、油气运移以及成藏期研究等；目前国内外针对含油气系统的计算机模拟技术以及油气运移成藏模拟等研究取得的进展；中国复合含油气系统的研究实例。

本论文集可供广大石油地质、勘探工作者、科研人员及各院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国含油气系统的应用与进展. 第 3 辑/中国石油学会石油地质专业委员会编. —北京: 石油工业出版社, 2005. 8

ISBN 7-5021-5180-X

I. 中…

II. 中…

III. 含油气区—中国—文集

IV. P618.130.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 092421 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.cn

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 19.5

字数: 468 千字 印数: 1—1000 册

定价: 56.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

中国石油学会石油地质专业委员会 油气藏与油气系统学组

组 长：胡见义

副组长：赵文智 萧德铭 曹文贤 赵政璋 窦立荣 刘洛夫

秘 书：何登发

学组成员（按姓氏笔画）：

王永春	王招明	王英民	付金华	冉隆辉	田世澄
刘洛夫	刘德来	孙红军	况 军	吴永平	张 宽
张光亚	张启明	张振生	李小地	李景明	迟元林
何登发	陈建军	周海民	祝玉衡	赵文智	赵应成
赵政璋	党玉琪	曹文贤	梁世君	萧德铭	窦立荣
蔡希源					

中国含油气系统应用与进展（第三辑） 编委会

主编：赵文智

委员：王红军 汪泽成 瞿 辉 刘桂侠 王 霞

前 言

含油气系统的划分与评价已经成为有效预测和发现油气资源的重要工具，是当今各大油公司勘探选区评价的理论基础。

中国石油学会石油地质专业委员会先后于 1996 年 11 月、2000 年 7 月与 2004 年 3 月召开了三届中国含油气系统应用与进展全国研讨会，旨在推进含油气系统研究在中国的深入。这三次会议代表了中国含油气系统研究经历的三个阶段。第一阶段（1996 年之前）以理解含油气系统概念为主，按照中国学者以往提出的“成油系统”与国外学者提出的“油气系统”模式，普遍采用 L. B. 马恭和 W. G. 道提出的“四图一表”来进行研究。通过几年的研究，发现 L. B. 马恭的“Petroleum System”并不完全适合中国含油气盆地尤其是叠合盆地的地质情况，很多学者开始思考中国含油气系统的特殊性，并着手开发新的评价方法。研究总体处于粗放、跟踪状态。含油气系统研究在有效预测油气藏空间分布和指导勘探发现上的作用没有体现出来。第二阶段（1997 年至 2000 年）属探索发展阶段。国内学者结合中国含油气盆地的特点与含油气系统的内涵思考了很多问题，并逐渐统一认识，把油气系统看作是含油气盆地地质评价序列中介于盆地与区带之间的一个评价环节，既是有效预测油气分布的方法工具，也是指导勘探的理论基础。中国盆地石油地质条件有自身的特殊性，简单套用 L. B. 马恭的含油气系统概念与方法，不能客观解决面临的实际地质问题。尤其是叠合盆地多期构造的叠加、调整和改造作用，其中的含油气系统要复杂得多。因而，中国学者提出了“复合含油气系统”的概念，并开始评价中国叠合盆地中的含油气系统。第三阶段（2001 年至今），为中国“复合含油气系统”研究取得实质性进展的阶段，理论和方法都在丰富和完善之中。在系统总结中国叠合盆地基本地质特征的基础上，提出了对中国含油气系统类型划分的基本方案，特别对“复合含油气系统”进行了定义，总结其内涵，提出一套可操作的评价流程，同时初步实现了复合含油气系统的计算机模拟，不仅在含油气系统“定性”研究方面形成了自己的特色，而且在复合含油气系统定量研究与模拟方面也有重要进展。

通过三个阶段的发展，中国学者对含油气系统的理解更为客观和深刻：认为含油气系统是石油地质学家与勘探家在长期油气勘探实践中，摸索出的一套为有效预测和发现地下油气藏空间分布而逐渐建立和发展起来的理论方法。含油气系统研究不完全等同于以往的石油地质综合研究，不是将生、储、盖及上覆层的石油地质静态要素与圈闭形成和油气生成、运移和聚集过程作简单捆绑，而是将各成藏要素与地质作用过程在三度空间有机地组合起来，从而能动地预测油气藏的位置。因此，循着油气从生油凹陷到圈闭中聚集的过程，在大量生烃和排烃的时间界面上，或已经聚集的油气藏发生大规模调整、甚至破坏的时间段，通过在三度空间范围分析建立油气成藏主控因素与地质作用过程的组合关系，达到科学预测油气资源潜力与分布的目的，从而能在勘探战略选区与钻探目标选择上，最大限度地减少风险，提高勘探成功率，就成为含油气系统研究的核心。

中国石油学会石油地质专业委员会含油气系统与油气藏学组于 2004 年 3 月在重庆组

织召开了“全国第三次含油气系统应用进展研讨会”，目的是继续推动这一理论方法在中国的发展和应用。来自国内外 30 余家单位的近 80 位学者参会，大会就以下 4 个方面进行了广泛、深入的探讨：（1）运用含油气系统方法，客观预测油气资源潜力、分布与有效指导勘探目标选择，并成功获得油气勘探突破发现的实例介绍；（2）含油气系统计算机模拟技术新进展，尤其是计算机技术在客观重现油气运移和聚集过程，从而有效预测油气藏空间分布的应用成果；（3）针对多源、多灶、多期成藏复合与复杂含油气系统中，油气成藏与分布有效预测的新方法以及计算机模拟实现的新思路和新途径；（4）油气成藏研究新方法与新进展。

由中国石油勘探开发研究院赵文智教授直接负责组稿和编辑工作的《中国含油气系统的应用与进展》论文集第三辑共精选收录论文 28 篇，代表了 2000 年第二次含油气系统学术研讨会以来取得的最新成果与进展。并得到中国石油勘探开发研究院地质所邹才能所长、油气资源规划所胡素云所长的大力支持。王红军博士、汪泽成博士、瞿辉博士、刘桂侠博士负责论文的审阅与校对工作，石油地质专业委员会秘书长王霞给予了大力协助与指导，在此一并致谢。对于作者提交的论文，编委会充分尊重作者观点，一般没有进行大的改动。我们相信在“百花齐放、百家争鸣”观点的指导下，有利于学术思想的健康发展，并将会推动含油气系统研究的深入进行。

由于编委会成员水平有限，论文集当中存在编排方面的不足之处，敬请读者批评指正。

编委会

2005 年 1 月

目 录

第一部分 含油气系统概念与方法

中国含油气系统基本特征与评价方法	赵文智 (3)
精细成油系统研究与应用	胡朝元 (28)

第二部分 油气成藏动力学与含油气系统

断陷盆地成藏动力系统划分及其意义	姚合法 林承焰 (37)
陆相断陷盆地复合生烃系统研究——烃源岩评价和油气预测的重要概念	朱光有 金 强 张水昌 戴金星 李 剑 (44)
油藏的生命周期与成藏阶段的划分	闫长辉 张善文 荣启宏 (53)
石油运移途径探测和古油柱识别技术及其在石油勘探中的应用	王飞宇 庞雄奇 马茂艳 张水昌 胡剑峰 刘可禹 (58)
鄂尔多斯盆地苏里格气田输导体系动态评价	朱筱敏 柳广弟 刘成林 曾庆猛 钟大康 (70)
准噶尔盆地莫北凸起断裂特征及其与油气聚集成藏的关系	李双文 刘洛夫 赵建章 张有平 李文格 (78)
豫西地区上三叠统生油岩特征及勘探潜力评价	周新科 许化政 胡宗全 王传刚 (87)
乍得邦戈尔盆地白垩统烃源岩地球化学特征	陈忠民 刘洛夫 卞德智 陈元状 程顶胜 (97)

第三部分 含油气系统模拟技术

含油气系统模拟方法新进展	张庆春 石广仁 毛小平 (107)
含油气系统模拟技术——多阶段油气勘探最先进实用的研究工具	宋国奇 丛良滋 (120)
二次运移定量模拟与并行计算技术	左东华 韩玉笈 冯国祥 杨成顺 袁益让 (125)
含油气系统三维模拟在库车坳陷中的应用	苗继军 王红军 (136)
胜利油田滩海地区二次运移聚集结果分析	杨秀辉 韩玉笈 (151)
石油运、聚数模方法及其在东营凹陷的应用	杨成顺 韩玉笈 李明亮 袁益让 (158)

第四部分 含油气系统应用

复合含油气系统评价及模拟技术在塔里木盆地油气地质研究中的应用	王红军 赵文智 张光亚 (169)
准噶尔盆地复合含油气系统划分与评价	王社教 (187)
四川盆地复合含油气系统特征与评价	汪泽成 郑红菊 徐安娜 王 震 唐泽玮 (204)
含油气系统分析思路在辽中中北洼的应用及实践	刘晓祥 周心怀 (219)
塔里木盆地寒武—奥陶系油气系统分析	李大成 徐云俊 赵宗举 (225)
含油气系统研究在松辽盆地南部中浅层勘探中的应用	赵占银 苗洪波 王兴光 (237)
四川盆地中西部上三叠统含油气系统及勘探前景	李耀华 (243)
含油气系统分析在乌尔逊、贝尔凹陷评价中的应用	张庆石 李世荣 蔡利学 (252)
华北地台中南部上古生界煤系生烃史研究	胡宗全 许化政 周新科 王传刚 (261)
从系统论观察福山凹陷油气聚集规律	陈达贤 石彦民 (268)
花海凹陷白垩系含油气系统勘探潜力评价	门相勇 刘成林 陈 谦 (287)
南海南部北康盆地含油气系统分析	刘振湖 (293)

第一部分

含油气系统概念与方法

中国含油气系统基本特征与评价方法

赵文智

(中国石油勘探开发研究院 北京 100083)

摘 要 含油气系统的划分与评价已经成为有效预测和发现油气资源的重要工具。笔者从中国叠合盆地石油地质基本特征出发,将中国叠合盆地中发育的众多含油气系统划分为简单含油气系统 (Simple Petroleum System)、复合含油气系统 (Composite Petroleum System) 与复杂含油气系统 (Complicated Petroleum System),并分别就其定义、内涵、基本特征作了具体阐述和讨论。提出了复合与复杂含油气系统“顺藤摸瓜”的研究思路与评价方法,针对不同阶段任务的需要,建立了复合与复杂含油气系统描述步骤、描述主要内涵、使用技术与每个阶段应提交的主要评价成果,目的是为评价者提供一个可以操作的模式,以提高对复合与复杂含油气系统中油气藏分布的预测精度。

一、引 言

自从1972W. G. 道 (Dow W. G.) 第一次提出石油系统 (Oil System),首次将油气从生烃灶生成,经运移到圈闭中聚集的过程与涉及的空间范围纳入系统论的范畴讨论以来,有众多国外学者加入含油气系统概念与内涵的外延、丰富与发展的行列,但核心还是围绕着油气从生烃灶到圈闭的一次过程,提出概念并建立相应的评价方法。含油气系统的概念与方法引入国内以后,对认识和预测具有一期成藏简单含油气系统中的油气资源潜力与分布还是十分行之有效的。首先是对含油气系统概念的理解,认识到含油气系统是由与一套或数套有效烃源岩相联系的、由烃类运移和聚集过程所涉及的三维地质单元构成。包含有效生烃灶所形成的所有油气藏,也包括形成这些油气藏所必不可少的地质条件与过程。既然是三维地质单元,就可以通过恰当选择成图界面和内容,把这一系统有效地重现在勘探家面前,从而使寻找有利目标的勘探更加有的放矢;二是对照含油气系统的原始概念,分析中国含油气系统的特征,感到已有的认识不能完全涵盖中国的情况,尤其是中国陆上所发育的大型叠合含油气盆地中发育的含油气系统,由于多套烃源岩在同一个凹陷中集中发育,加之早、晚不同阶段沉积的烃源岩或生储盖组合之间,还曾发生过重大的变革构造运动,使早、晚两期油气的生成、运移与聚集过程与特征等都有很大变化。突出的表现是,以烃源岩相联系的各含油气系统之间存在烃类的窜通。部分系统在其生成和保持的历史过程中还难免有烃类的损失,即存在着多源混合、多关键时刻与复杂的油气成藏过程。多源灶油气各自独立成藏的部分与相互窜通、向某些共享的区带和目标提供油气的结果,就导致了油气资源在时空分布上的不均衡性。显然,对于存在多期生烃、运移、成藏和调整变化的含油气系统来说,很难用“从烃源岩到圈闭”的一次分析过程并客观预测其

中油气资源潜力与分布。因此需要基于中国叠合盆地油气生成、运移与成藏的特殊性，提出新的概念，赋予新的内涵，并建立相应的评价思路和方法。

二、中国叠合盆地含油气系统的基本类型

中国叠合含油气盆地中所发育的含油气系统依生烃灶中烃源岩层数数量、空间吻合性、多套烃源岩层系沉积时期盆地背景、类型与继承和转化关系，以及来自不同烃源岩层系的油气窜通、共享成藏地质要素与破坏、散失和调整的变化等因素，大致可以分为三种类型：第一类称为单（多）源、单（多）灶一期成藏简单含油气系统；第二类是多源、多灶、多期成藏复合含油气系统；第三类是多源、多灶、多期生烃、成藏与改造变化的复杂含油气系统。三大类含油气系统从简单，经复合，到复杂，反映的是油气成藏过程复杂性的增加、过程的可恢复性与可描述性的减弱以及含油气系统内油气资源总量与空间分布预测风险的加大（表 1）。

表 1 中国含油气系统类型与特征

类 型	简单含油气系统	复合含油气系统	复杂含油气系统
定 义	由单一构造期内发育的一个或数个生烃灶的一期成藏过程所形成和决定的含油气系统	由多期继承或跨构造期的多套生烃层系的多期成藏和改造过程形成和决定的含油气系统。油气在系统间存在窜通和混聚现象	由跨构造期的一个或数个生烃灶中多套生烃层系的多期成藏与改造和破坏过程形成和决定的含油气系统。系统形成期间，油气有明显散失和破坏；部分成藏过程与油气分布存在不可预知性
基本特征	①油气从烃源岩到圈闭为一次过程； ②油气分布遵从“源控论”； ③系统内油气资源没有明显的破坏和散失； ④系统范围与油气藏空间分布预测可由 L. B. 马恭等的“四图”及过程恢复完成	①油气从烃源岩排出后到最终圈闭的聚集有多次过程； ②一个系统有来自多层系烃源岩的多次成藏过程； ③系统的形成有多个关键时刻； ④来自不同烃源岩层系的油气发生窜通和混聚，并共享某些成藏要素； ⑤各烃源岩层系独立形成的油气藏分布遵从简单含油气系统的①至④； ⑥系统范围与油气资源空间分布预测按“顺藤摸瓜”的思路，由过程恢复实现	①至④同复合含油气系统； ⑤若干层系形成的油气在历史上有较大规模破坏； ⑥部分油气的成藏过程与现今分布有不可预知性； ⑦同复合含油气系统⑥
评价把握性	置信度很高	对全系统油气资源总量与丰度预测的置信度较高，而对窜通的油气空间分布的预测置信度中等	对部分层系中油气分布与资源总量预测的置信度较低

1. 简单含油气系统

简单含油气系统是指不论一个生烃灶中发育一套或多套生烃源岩层系，也不管一个系统中有一个还是有多个生烃灶，其中油气的生成、运移和聚集过程基本上是一期完成的，且来自不同生烃层系的油气互相不窜通，油气的分布遵从“源控论”（图 1），即油气从生烃灶中生成，经过输导层系的输送进入圈闭的过程是一次完成的。

由于这类含油气系统的形成基本上是油气从烃源岩到圈闭的一次过程，因此围绕着生烃灶大量生烃的关键时刻，只要对主力生烃源岩层顶界面起伏变化、与主力生烃层系呈间互指状侧接的储集体的几何形态、连续性与非均质变化以及盆地流体动力环境与空间分布都能准确把握的话，那么基于位能梯度变化的分析，就可以预测油气的主要运移方向、主要汇聚运移区，即对油气运聚单元与可能形成油气聚集的远景目标区进行预测，并可基于对盆地隆拗格局的划分、演化历史的重建、地层层序结构与空间展布的确定，以及断层性质、活动历史、大型地层、岩性尖灭带空间位置的勾绘和对异常压力系统封闭边界的诊断，就可以较客观地圈定油气运移的最大空间外边界，进而确定含油气系统的范围。

对简单含油气系统的划分与评价可以借用 L. B. 马恭和 W. G. 道在 1994 年就已经提出来的思路

和评价方法，具体就是利用“四图”所表述的内容和成图目的，实现用工业制图的要求，对含油气系统空间范围与油气藏空间分布的预测。但要加强油气运移流向与流量空间分配的研究，尤其是油气离开生烃灶以后，在输导网络中的运动过程，直接关系油气资源的空间分配。所以，对输导油气的运载层构成、几何形态与空间分布的研究，既是 L. B. 马恭和 W. G. 道原始设想中最薄弱的环节，也是含油气系统客观划分与评价最重要的环节之一，当然也是一个研究的难点。油气运移输导网络的内涵是比较丰富的，它可能是具备连通孔隙的砂体、开启性断层和裂缝与不整合构成的综合体。在有些地区可能以其中的某一项或两项为主，而在另一些地方则可能是另一项或几项因素的组合，需要针对具体情况作具体分析。不论是哪一种因素成为油气运移的主要通道，在对这方面内容研究时，都应力

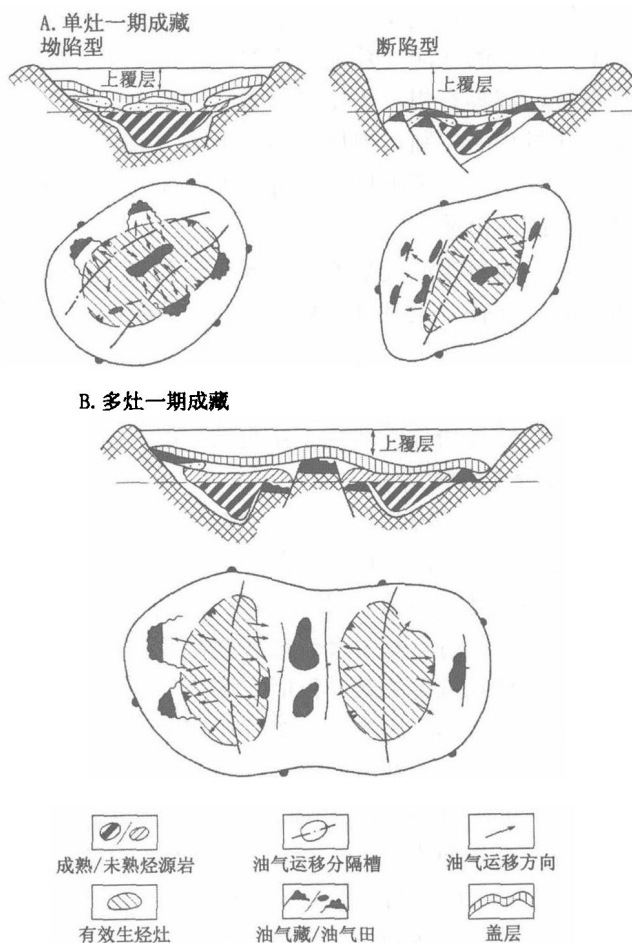


图 1 简单含油气系统模式图

求选择实用的技术，对油气运载层几何形态与空间分布进行准确刻画和描述，尤其要对其可能的优势运移通道与主输导网络给予特别的标定和重视。在此基础上，研究油气运移期、方向和与之相关圈闭的规模、几何形态与可供油“宿住”空间大小的分析和评价。有了上述各环节上扎实细致的工作，对含油气系统空间范围、油气藏空间分布与各潜在含油气目标把握性的评价，不仅有较高的置信度，而且与勘探部署的结合也更为紧密。

我国东部松辽盆地由白垩纪拗陷式湖盆所形成的含油气系统与渤海湾盆地由一系列第三纪断陷形成的含油气系统、西部地区由中、新生代沉积层序构成的前陆盆地中所发育含油气系统，都具有相对比较单一的油气藏主形成期，而且油气分布基本上受从生烃灶到圈闭的一次过程的控制，遵从“源控论”，都属于简单含油气系统的范畴。当然，它们中的一些系统如果接受了来自下伏古生界含油气系统的油气，就应归入本文随后要讨论的复合含油气系统的范畴。

总之，简单含油气系统是中国叠合含油气盆地中所发育含油气系统的最基本类型，它既可以独立存在，也可以是复合含油气系统的一部分。要对复合含油气系统的分布与特征进行客观预测和评价，首先应对简单含油气系统的分布与特征作到准确描述，只有这样，才可能完成对复合与复杂含油气系统形成过程、分布与基本特征的建立和评价。否则，在此基础所作的叠加分析就缺少扎实的基础。

2. 复合含油气系统

复合含油气系统是指在一个相对统一的负向地质单元内，由多期继承发育或跨越重大构造期的多套生烃层系的多期生烃、运移、成藏和调整变化过程形成和决定的含油气系统。包括各生烃层系独立形成的油气藏与部分油气窜通形成的混合聚集（表 1）。复合含油气系统最大的特点是多套生烃源岩层系在一个统一的负向构造单元内集中发育，出现多期生烃、运移和聚集成藏。同时，多套烃源岩层系跨越地质历史较长，其间还曾发生过较大规模的构造变动。因此，就某一生烃层系来说，生烃过程不仅时有被打破，而且先期已经发生的聚集还可能在运动中发生再调整，使得我们仅仅基于油气从生烃灶到圈闭的一次过程所作出的油气分布的预测，有一部分实际上已经不存在了。而且，现今叠置在同一个凹陷中的多套烃源岩层系，由浅到深的生烃演化过程并不完全是继承连续的。现今处在“生烃死亡”界线以下的过成熟烃源岩，历史上可能提供了很多液态烃类，而且这部分液态烃在系统的某个较浅的层系中仍然很好地保存着。因此，复合含油气系统的形成往往有多个关键时刻，这包括了与多套烃源岩层系大量生烃和成藏对应的关键时刻，也包括已经聚集的油气发生调整、再运移和聚集所对应的关键时刻。其次是组成复合含油气系统的由各生烃源岩层系形成的半独立含油气系统除在与各生烃灶紧密联系的圈闭中形成独立的油气藏而外，其中一部分油气沿着共享的运载层和通道，在某些区带和圈闭中发生混合聚集。因此，基于独立含油气系统划分对油气资源空间分布所作出的预测，由于有部分油气已经运移到系统以外，且发生窜通的油气数量又很难准确估计，就变得困难很大，且有时甚至难于实现。使我们不得不把数个发生油气窜通的含油气系统放到一起，用复合含油气系统的概念来表述。很显然，由数个（一般至少 2 个以上）含油气系统叠置围限出的最大空间范围就是复合含油气系统的边界。第三是在复合含油气系统形成过程中，存在已聚集油气藏发生调整和再运移与再聚集现象，但此期间油气的散失和破坏数量不应过大，否则就应归入本文随后要讨论的复杂含油气系统的范畴。

若要把复合含油气系统的空间展布范围与系统中油气藏的空间分布搞清楚,就需要分别把组成复合含油气系统的各生烃层系的生烃过程、运移过程、成藏过程与调整变化过程搞清楚。同时还要把多套生烃层系叠置以后,相互间在生烃、成藏与调整变化过程上的耦合关系和差异也要搞清楚,然后从中挑选出最具共性、又最能反映各系统复合关系的时间段作为复合含油气系统形成的关键时刻。然后从系统的第一次大规模生烃和成藏开始,以反映油气成藏和调整空间的变化和分布为目标,从老到新采取退步叠加的方式,通过恰当选择成图内容,逐层分析确定油气的运移轨迹与各类可能油气藏的空间位置。所以,对具有多关键时刻的复合含油气系统的划分与评价,仅有 L. B. 马恭等的“四图”显然是办不到的,必须以“顺藤摸瓜”的方式,站在由关键时刻决定的时间界面上,研究确定各成藏地质要素与地质作用过程在空间上的吻合关系。

复合含油气系统按照多套生烃源岩层系沉积时的构造背景、盆地性质以及生烃灶空间位置三方面的继承、转化与反转变化的关系,可以进一步分为继承型、延变型与改造型三类复合含油气系统。

1) 继承型复合含油气系统

是指盆地性质大致相似的多阶段沉积层序在一个相对统一的负向单元内集中发育,因而多套烃源岩层系不仅空间位置吻合良好,而且多套烃源岩层系中的有机质热降解生烃演化具有继承性和递进性。各生烃层系所生成的油气一部分可以独立聚集,一部分则沿不整合面、断层或多期连续堆叠的砂体,发生向一些共享区带的运移,并在一些圈闭中形成混合聚集。与每个生烃层系相关的油气聚集类型、分布层位都可以有变化,但多套生烃源岩所形成油气的运移方向与主要的运聚单元和范围在空间上有很好的吻合性。

所以,对继承型复合含油气系统不同层系中油气藏空间分布的预测,基本上可以用一套思路和实用有效的技术组合完成,无需因层系不同而在勘探思路与方法技术的选择上作过大的调整。

继承型复合含油气系统可以是多阶段坳陷的继承发育,也可以是多期断陷的叠置过程。前者如准噶尔盆地玛湖坳陷石炭—二叠系发育的复合含油气系统,后者如渤海湾盆地第三纪从沙河街期到东营期多阶段断陷的叠置。

准噶尔盆地玛湖坳陷是一个至少从晚石炭世开始就长期继承发育的大型生烃凹陷,最大沉积岩厚度达到 15000m。发育有石炭系(属预测)、下二叠统佳木河组和风城组与上二叠统乌尔禾组四套烃源岩层系。平面上形成玛湖和盆 1 井西两个生烃中心,向南与昌吉—阜康凹陷连接过渡。沉积史与构造历史分析表明,从上石炭统一白垩系数套沉积层系之间有间断和剥蚀,但总体构造演化背景是继承发育的,其间没有发生太大的构造运动。因此各层系油气的生成和演化基本上是递进连续的。生烃史分析表明,石炭系和下二叠统的烃源岩至少在晚三叠世就已经成熟并开始大量排烃,上二叠统于白垩纪开始进入大量生油和生气阶段。油气自生烃灶中形成以后,向东、西两侧的隆起和断裂带运移,并分别受多期叠置砂体的转接和断层的输导,在隆起背景上的局部构造与断裂带的断块、断层—岩性与基岩圈闭中形成混合聚集(图 2)。

可见,继承型复合含油气系统由于多期生烃源灶继承发育,生烃灶的生烃潜力很大。同时,多阶段、多层系生成和排出的油气向相对统一的区带和目标中运移和聚集,所以油气聚集丰度比较高。又因为多阶段沉降与沉积发育之间不存在大的构造运动,不仅烃类散

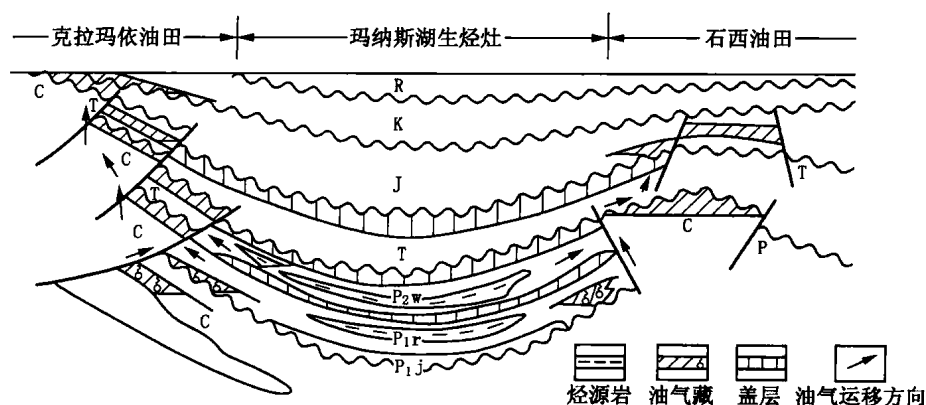


图2 准噶尔盆地石炭(?)—二叠系(!)+石炭—白垩系
继承型含油气系统(·)剖面图

失和破坏量较小，而且多套生烃层系的热演化是继承和递进发展的。对多套层系中油气藏潜力与分布的预测可以用相对统一的勘探思路和技术组合，这是我国复合含油气系统中，资源总量和丰度最好的一种类型。

2) 延变型复合含油气系统

延变型复合含油气系统发育于延变型的叠合沉积盆地内，是指早晚两个成盆发育阶段，盆地性质、结构明显不同，因而沉积组合、生烃灶规模、潜力与生成烃类的相态也有很大变化，导致由早、晚不同阶段的生烃灶形成的油气藏主要类型与油气分布存在明显差异。而且上、下两套生烃灶所生油气既可以独立聚集，又有部分油气的窜通和混聚。上、下两个以上烃灶中油气的生成和聚集共享了某些成藏要素（如区域性盖层，共同的油气聚集区带等）。

延变型复合含油气系统按早、晚不同阶段原盆地类型的特征可以分为（被动）边缘拗陷与前陆盆地延变叠合含油气系统和断陷与拗陷延变叠合含油气系统两个亚类（图3）。其中上、下两个系统的生烃和成藏过程、油气分布特征与相态都有明显不同。

对于早期被动大陆边缘与晚期前陆盆地形成的叠合盆地，以塔里木盆地塔西南拗陷和鄂尔多斯盆地天环向斜区最典型。这类叠合盆地在早期被动大陆边缘阶段，发育呈向大陆一侧减薄，向大洋一侧加厚的烃源岩系。在靠近大陆一侧，与烃源岩层系呈侧向变化的是同期高能环境下受波浪作用形成的孔隙型储集体，一般发育滨岸砂、礁体、颗粒碳酸盐岩和同生淋滤溶洞型白云岩等。这套沉积往往与大陆边缘隆起带相配位，成为来自被动大陆边缘生烃灶油气的主要聚集部位。当后期前陆盆地叠置之后，原被动大陆边缘的上斜坡部分成为后期前陆盆地的缓翼，原大陆边缘隆起可以转化为前陆隆起，原被动大陆边缘下斜坡一部分被改造为褶皱带的组成部分，一部分成为前陆盆地陡翼褶皱冲断带的一部分，后者是油气聚集的主要部位。后期前陆盆地的生烃灶尽管规模和形态与被动陆缘阶段所发育生烃灶有很大不同，但被动陆缘发育的生烃灶经改造以后被保留下来的部分与后期前陆盆地中发育的生烃源灶在空间位置上有较好的吻合性。因此，两期盆地叠置后，生烃灶位置、主要油气聚集区带都有较好的空间一致性（图3a）。上、下两套生烃灶形成的油气在前陆盆地陡带与前陆隆起区可以形成混聚。两套生烃灶所形成烃类聚集的主要类型和相态

可有较大变化，如被动陆缘层系所形成的油气藏以构造背景上的地层—岩性为主，烃类相态气多油少，而前陆盆地则以构造型油气聚集为多，烃类相态则油、气兼有，取决于烃源岩母质类型和热成熟度。

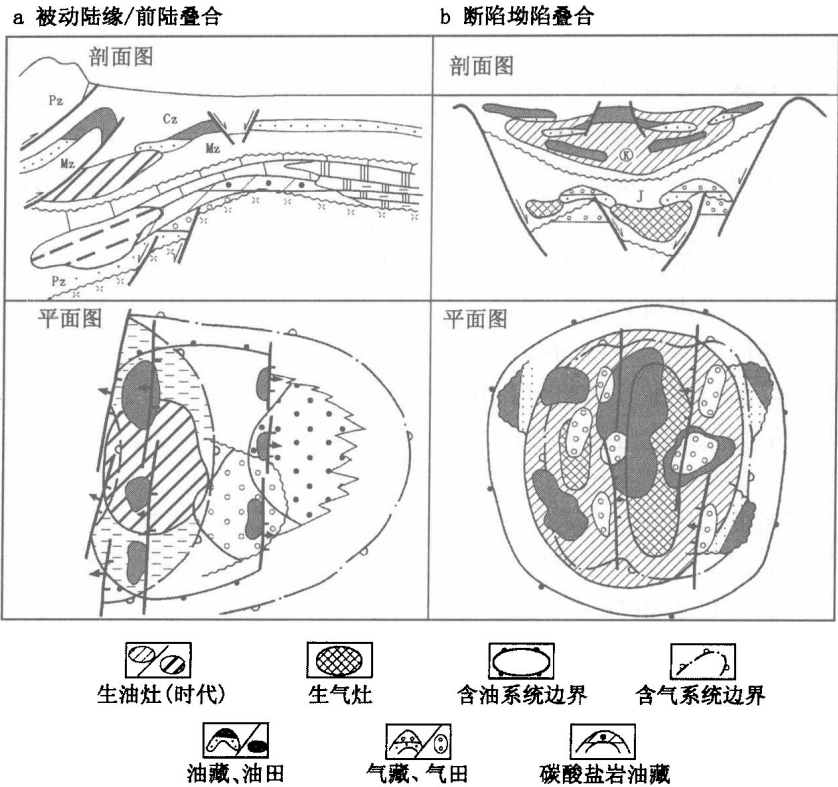


图3 延变型叠合盆地复合含油气系统分布模式图

由早期断陷和后期受热衰减沉降作用形成的坳陷叠置形成的断、坳延变型叠合含油气盆地，除早、晚两期盆地发育生烃源灶在空间位置上有较好的继承性外，两期盆地所形成的含油气系统在烃类相态、油气聚集类型与油气分布特征三方面更多地表现出差异性。典型的实例有松辽盆地，那里的侏罗纪断陷湖盆显然受控于大致呈北东向延展的断陷。形成的生烃凹陷多沿断陷深凹槽分布，呈不连续的带状。因埋深较大，热演化程度高，加之有机母质多属Ⅲ型干酪根，烃类相态以气为主。天然气聚集主要沿断陷两侧的地垒高部位与断陷缓坡带形成的岩性尖灭带，也呈条带状分布，且平行于生烃凹陷的主轴（图3b）。而上覆的白垩系坳陷沉积则展布范围宽阔，生烃凹陷规模较大，并有规模较大水系形成的河流—三角洲砂体与之伴生。伴随着湖盆的振荡发育，与烃源岩同期的三角洲砂体可以在很大范围内推进或退缩，从而在很大范围内形成烃源岩与储集砂体的间互，为形成大面积连片岩性油气藏创造了很好的背景和条件。除岩性油藏外，受早期隆起、鼻状构造与斜坡背景控制的构造与构造—岩性型油藏有较高的含油丰度，是高丰度、高效储量的主要分布区。

可见，延变型复合含油气系统也是油气资源总量与聚集丰度最好的一种类型。所不同的是早、晚不同阶段，因为盆地类型、结构、热体制与沉积组合不同，使油气相态、主要

聚集类型与油气分布特征都有较大差异。但上、下生烃灶空间位置与主要油气聚集区带是一致的。这就要求对这类含油气系统的找油气勘探既要看到它们的共性，也要注意它们的差异，还应针对不同层系和勘探任务的需要，筛选使用不同的勘探技术系列。

3) 改造型复合含油气系统

复合含油气系统的另一种亚类型是第三纪裂谷盆地与古生界克拉通边缘与内拗陷盆地叠加形成的改造型叠合盆地。早、晚两期盆地原型不仅性质不同，而且空间吻合性差。两期盆地的生烃灶、主要生储盖组合与油气分布之间几乎没有继承性，本文称之为改造型复合含油气系统。典型的实例是渤海湾第三系裂谷盆地与下伏古生界海相—海陆过渡相盆地的叠合。如前述，华北克拉通之上发育的海相下古生界是以浅海台地相碳酸盐岩为主的沉积组合。其中在一些局限洼地内还沉积有富含泥质和有机质含量较高的沉积物，但具体范围因资料的限制还难于准确圈定。石炭—二叠纪阶段，伴随着周围大洋沉积物的褶皱成山，在华北克拉通周缘与造山带的接合部，发育边缘拗陷型沉积，沉积海相、海陆过渡相与陆相碎屑岩夹煤系与碳酸盐岩组合。其中的煤系与海、湖相暗色泥质岩都是良好的生烃源岩层系，广大的克拉通腹地发育陆内拗陷型海陆过渡相含煤碎屑岩建造，并已在鄂尔多斯盆地上古生界、黄骅拗陷板桥、东濮拗陷等地发现了天然气田。同样，因资料限制，对主力生烃源岩层系的具体分布范围与厚度变化目前还不清楚，尤其是历经多期改造以后，成藏过程与包括储层、盖层与运移通道等关键成藏地质要素在内的石油地质条件与特征以及它们在历史上的变化等还有很多方面处于未知状态。因此，该层系所发育的含油气系统，尽管在一些点上已经发现了油气藏，但要准确搞清其中生烃灶、成藏过程与含油气系统的空间范围还有相当的难度。实际上，从含油气系统的确定性角度看，这是一个推测的含油气系统。第三纪叠置的断陷盆地，每一个主要断陷都是一个生烃中心和成藏中心。断陷盆地的控盆地机制、盆地展布与主要生烃灶、储盖组合、圈闭与区带的分布，与早期古生界克拉通盆地没有直接的空间对应关系。有些断陷是在古生界有生、储、盖组合条件的地区发生的，因此第三纪断陷叠置后，对下伏古生界的生烃和成藏则会有促进作用；有些断陷发生于下伏古生界缺乏生烃和储集能力的地区，使二者在生烃灶位置、储盖组合质量、分布与油气相态、演化与分布特征上并不吻合，成藏过程与油气分布也不存在继承性。因此，上、下两套含油气系统的分布、油气资源总量和丰度就有很大差异（图4）。勘探思路、使用技术与主要勘探目标选择都不尽相同，需要依层系、目标和勘探阶段与任务的不同需要，有选择地进行。

3. 复杂含油气系统

复杂含油气系统是指由跨构造期的多套生烃层系的多期生烃成藏与破坏过程形成的含油气系统。这类含油气系统的最大特点有三方面：一是早、晚两期发育的盆地类型明显不同，而且空间吻合性差，早、晚期盆地之间还曾发生过重大构造变革运动，因此上、下层系中油气的成藏与分布有很大差异；二是在含油气系统形成过程中，油气有较大规模的散失和破坏，并且油气的散失和破坏量很难准确预测；三是由于后期改造强烈，使早期盆地的生烃灶范围与其中油气的成藏过程具有某种不可预知性，尤其是基于生烃灶分析和过程追踪，尚有一部分油气无法预知其去向与现今所在位置（图5）。所以，复杂含油气系统是中国叠合含油气盆地中所发育各类含油气系统中最难准确划分与评价的一类，包括由复杂成藏过程形成的与纯改造型叠加两个亚类。典型的实例有塔里木盆地台盆区古生界含油