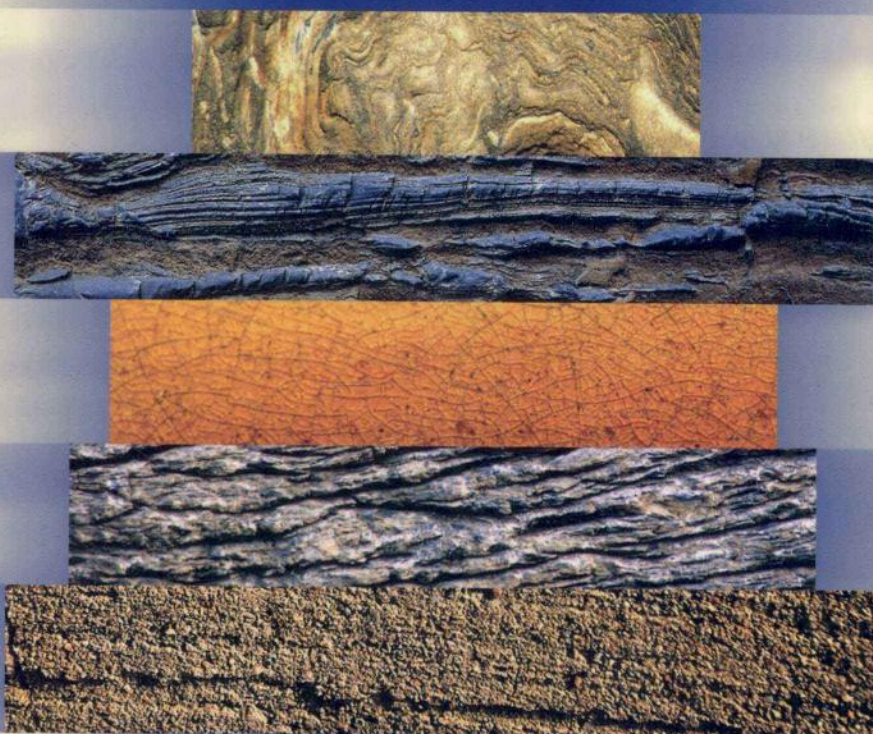


中国含油气系统

的应用与进展

第二辑

中国石油学会石油地质专业委员会 编



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

中国含油气系统的应用与进展

(第二辑)

中国石油学会石油地质专业委员会 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是2000年7月在辽宁省大连市由中国石油学会石油地质专业委员会组织召开“中国含油气系统的应用与进展”学术研讨会提交的论文中精选而成。本论文集分为三个部分：第一部分为概念、原理和方法，包括12篇论文，介绍了含油气系统的概念、划分、描述与评价方法；第二部分为应用实例，包括20篇论文，按中国西部、中部、东部和海域的顺序讨论了含油气系统在中国含油气盆地中的实际应用；第三部分为勘探方法，包括2篇论文。

本论文集内容丰富，全面展示了我国近年来在含油气系统方面的研究现状与进展，为含油气系统概念与方法在中国沉积盆地中的实际应用奠定了重要基础，对推动我国石油地质学理论发展和油气勘探进程有着重要意义。

本论文集可供广大石油地质、勘探工作者，科研人员及高等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(第二辑)/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, 2001.12

ISBN 7-5021-3597-9

I. 中…

II. 中…

III. 含油气区—中国—学术会议—文集

IV. P618.130.2-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第082683号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

河北省地勘局测绘院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 16.5印张 320千字 印1—1000

2001年12月北京第1版 2001年12月河北第1次印刷

ISBN 7-5021-3597-9/TE·2649

定价: 35.00元

油 气 系 统 及 油 气 藏 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					

《中国含油气系统的应用与进展》(第二辑)

编 委 会

主 编：胡见义 赵文智

委 员：何登发 窦立荣 张朝军 池英柳 王 霞

前 言

含油气系统概念已成为中国石油地质工作者和油气勘探家理解含油气盆地中油气地质要素和油气地质作用的一种基本方法。它使石油地质学家明晰自己所研究的领域从属于油气“运动”的哪一环节或“线条”，更加清楚研究的目的与意义；它使油气勘探家梳理所勘探的复杂对象，及时把握住真正制约油气赋存的关键要素与关键作用，抓住制约油气富集的特殊的本质的方面。

对含油气系统，大多数石油地质学家和油气勘探家趋向于将其作为含油气盆地（Basin）和油气成藏组合（Play）或区带之间的含油气地质单元。这样，在盆地范围内，圈划有利含油气区（带）时，就可以从油气成因地质学的角度，遵循油气从源岩到圈闭的运聚轨迹，尽可能详实地确定有利含油气区的范围、资源与可勘探程度。因此，含油气系统不仅具有研究的方法学意义，而且具有可以评价并据此提高勘探效益的作用。

在此意义下，1996年11月与2000年7月中国石油学会石油地质专业委员会先后在贵州省安顺市和辽宁省大连市召开了“中国含油气系统及其在油气勘探中的应用”的两届学术研讨会。会议得到了中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、海洋石油总公司、教育部和中国科学院系统下属院所（校）和油田的专家学者的积极响应和支持。与会专家、学者就含油气系统的概念与方法在中国沉积盆地实际应用中所遇到的一系列问题进行了热烈的研讨，发表了许多引人深思的新认识，引起了强烈而积极的反响。为了进一步推动我国含油气系统的研究和发展，中国石油学会石油地质专业委员会决定出版《中国含油气系统的应用与进展》论文集第二辑。

本文共收入论文34篇。按照论文研究内容的侧重点，全书分为三大部分。第一部分为讨论含油气系统的概念、分类、划分、描述与评价方法的综合性文章；第二部分属于含油气系统研究实例，不仅涉及到我国西部的重点含油气盆地——塔里木盆地、准噶尔盆地、吐鲁番—哈密盆地与柴达木盆地，也涉及到中部的鄂尔多斯盆地与四川盆地，还涉及到东部的渤海湾盆地和松辽盆地，此外，也有海域沉积盆地——北部湾盆地和青藏高原之上的藏北羌塘盆地的研究性文章，内容可谓丰富多彩；第三部分讨论了含油气系统的勘探方法，论述了含油气系统与油气勘探阶段之间的关系，并以裂谷盆地为例讨论了这类盆地中含油气系统的勘探方法。

本书比较全面地展示了我国近年来在含油气系统这一领域内所取得的进展，主要体现在以下四个方面：（1）在中国多源、多灶、多期成藏的含油气盆地中，油气往往出现混源，出现“一源多层”、“一层多源”的现象，因此，在应用含油气系统概念时，要从中国沉积盆地的实际或特殊性出发，探讨油气从烃灶（有效源岩区）到油气圈闭的整个运移聚集过程。已有学者用“复合含油气系统”或“复式含油气系统”的概念来进行表述。（2）将“含油气系统”作为“盆地”与“油气成藏组合”之间的含油气地质单元，不但完善了研究与评价层次，而且赋予勘探家以新的思路。对含油气系统的边界划分，资源评价方法也有一定程度的研究。（3）众多研究人员在应用含油气系统的概念与方法时，从中国东、中、西部盆地的实际出发，选择解剖对象，在“点”上做细致研究，从各盆地的实际石油地质要素与地质作用

出发,抓住制约油气富集的主控因素或作用,对这一(些)主控因素应用现代石油地质学手段进行深化研究,取得了明显的进展,或从生油岩、储集岩、盖层的发育特征,或从流体势、运移通道、运移方向等来分析有利运聚区域或有利运聚单元。(4)以含油气系统研究为手段,抓住各盆地中关键性的要素与作用,来剖析油气的分布规律,根据这些规律性的认识来指导勘探实践,在塔里木盆地北部地区,准噶尔盆地腹部、柴达木盆地西南部地区,鄂尔多斯盆地古生界与渤海湾盆地深层等都取得了明显的成效。含油气系统概念与方法的应用在中国油气勘探工业中正在并将继续创造出辉煌的业绩。

本书的编辑工作主要由胡见义院士和赵文智教授负责。何登发博士、窦立荣高工、张朝军工程师、池英柳博士和王霞高工等审阅和校对了部分论文。在编审的过程中,我们充分尊重论文作者的观点,一般未做大的改动。我们相信在“百花齐放,百家争鸣”观点的指导下,有利于将含油气系统研究引向深入,向着“深入实际、深入应用”的方向健康发展。

由于编委会成员的水平有限,书中定有不足之处,望读者不吝批评指正。

编委会

2001年5月

目 录

第一部分 概念、原理与方法

含油气地质单元序列中含油气系统的研究与应用	胡见义 王明明 郑俊章等 (3)
含油气系统术语、研究流程与核心内容之我见	赵文智 何登发 范土芝 (9)
含油气系统概念辨析	何登发 赵文智 (23)
精细成油系统研究与多因素划分成油系统	胡朝元 (35)
从含油气系统到成藏体系——以鄂尔多斯盆地为例	孔志平 (38)
含油气系统级控论	张朝军 雷振宇 杨晓萍等 (42)
含油气系统的评价与应用	李明诚 万玉金 杜秀芳 (46)
论成藏动力学系统的动力学机制	田世澄 陈永进 (51)
油气运聚系统动力学模拟	吴冲龙 李绍虎 刘 刚等 (59)
FPAS 技术及在油气系统研究中的应用	范土芝 顾家裕 赵文智 (70)
用盆地模拟技术实现油气系统动态数值模拟	张庆春 石广仁 米石云等 (79)
复式含油气系统研究初探	周庆凡 (88)
中国古生界(海相)含油气系统特征浅析	窦立荣 王一刚 (95)

第二部分 应用实例

塔里木盆地北部含油气系统的划分与油气勘探方向	邵志兵 杨秋来 张镇江 (107)
塔里木盆地沙雅隆起复式油气成藏系统及其勘探领域	刘继顺 (114)
塔里木盆地海、陆相含油气系统特征——以沙雅隆起沙西凸起为例	顾 亿 蔺 军 毛洪斌 (120)
塔里木盆地满西寒武系——下奥陶统油气系统的确定及其在勘探上的应用	张光亚 王红军 宋建国等 (127)
准噶尔盆地南缘含油气系统及勘探方向	李耀华 (135)
准噶尔盆地地热与含油气系统	王社教 赵文智 (142)
吐鲁番坳陷侏罗系含油气系统成藏机理研究	徐树宝 罗红军 杨茂源等 (150)
柴达木盆地茫崖坳陷含油气系统资源评价	吴元燕 徐佑德 湛卓恒等 (161)
银—额盆地侏罗—白垩系油气超系统特征及勘探方向	王新民 郭彦如 马 龙等 (167)
鄂尔多斯盆地三叠系含油气系统油气运移通道与油气富集规律	杨晓萍 雷振宇 张朝军 (174)
川西上三叠统前陆盆地含油气系统特征浅析	吴世祥 (181)
歧北凹陷下第三系沙河街组碎屑岩储集体成因类型与分布	程文艳 李会军 韦阿娟 (188)
歧北凹陷沙河街组碎屑岩成岩作用特征	张文才 李国成 赵 颖等 (197)
杜桥白地区含油气系统研究与深层气成藏模式	武晓玲 唐文忠 卢福长等 (205)

构造沉积演化与含油气系统——以辽河盆地东部凹陷欧利坨子地区为例	刘 立 刘汉之 蔡国钢等 (212)
松辽盆地南部油气系统与运聚单元划分	王永春 景成杰 毛超林等 (218)
三江盆地绥滨坳陷含油气系统	杨 光 李艳春 (226)
北部湾盆地涠西南凹陷含油气系统研究与有利区带预测	张迎朝 刘明全 张敏强 (233)
藏北羌塘盆地侏罗系含油气系统 (!)	程顶胜 雷振宇 郭祖军等 (239)

第三部分 勘探方法

含油气系统与油气勘探阶段	吴欣松 张一伟 (249)
油气化探与成油气系统关系应用研究	李 武 朱怀平 张 蕾 (252)

第一部分

概念、原理与方法

含油气地质单元序列中含油气系统的研究与应用

胡见义 王明明 郑俊章 王红军

(中国石油勘探开发研究院)

摘 要 作为含油气单元序列中介于盆地与区带之间的含油气系统,确定其边界是定量研究含油气系统及达到有效指导油气勘探之目的的关键。本文提出用含油气系统中较为独立的、起主导作用的因素与其他辅助因素相结合划定边界,并列举出以成熟生烃岩范围、以储集体(系)分布、以有效盖层范围为主导因素划分含油气系统的若干实例;同时也对多因素综合确定含油气系统边界的库车坳陷白垩系作了剖析。

含油气系统的定性、定义、定位不时有文章讨论,但总的说经过4~5年的议论逐渐趋向一致,特别是在1996年11月的全国含油气系统的应用与进展学术研讨会后,将含油气系统定性为综合研究方法,它位于含油气地质单元系列中的重要一环。对中国复杂多期构造运动叠置、调整和改造的盆地多形成“复合含油气系统”,这一概念及其特殊性也越来越被广大石油地质工作者所采纳。

尽管含油气系统划分方法存在差异,目前含油气系统研究与应用面临的急迫任务是如何研究应用含油气系统,特别是划分含油气系统并有效地指导勘探,提高油气田发现的成功率和效益。

在含油气盆地中(或坳陷)内划分含油气系统首先要明确地质单元序列,明确所要研究的对象,明确研究对象所要解决的含油气地质问题。

含油气系统的确定是以有效烃源岩、储集岩一封盖岩与圈闭等形成油气藏必须的地质基本要素和油气烃类生成、排烃、运移、聚集动力学过程分析相结合,并综合确定较为独立的、诸基本因素中起主导作用因素(或条件)和其他辅助因素结合划定的,并指出含油气系统边界及其内部油气藏形成与空间的分布。也就是说,许多因素是区域性的或盆地规模的,而盆地内次一级单元发育的地质因素常具特殊性和主导性,这将为划分含油气系统提供重要基础。这将直接指导油气勘探的进行。

一、以成熟生烃岩范围为主导因素划分含油气系统

在一个含油气盆地中常包括许多具有次一级同时代层系或不同时代层系烃源岩分布的凹陷(断陷),甚至还有更次一级的生烃凹陷(次凹)。在生烃凹陷内,常形成一个独立的含油气系统,它的内部具有所有必要的静态与动态的石油地质因素,特别是地质基本要素(生烃岩、储集岩、封盖层和圈闭)和烃类生成、运移、聚集动力学过程的较好有机配合,形成了含油气系统。系统内包括若干含油气聚集区带。这一系统对研究与掌握油气藏形成分布难度相对较小的,勘探相对容易取得效果。但是值得注意的是成熟生油岩边界不一定是含油气系

统边界, 当有效生油岩边界作为含油气系统边界时, 是含油气系统类型划分中的一种。

在中国以生油岩边界划分含油气系统, 多见于构造盆地(或断陷)中, 如高邮断陷、大民屯断陷等。

如高邮断陷在始—古新统阜宁组四段(Ef₄)沉积时, 苏北坳陷湖水水进达到最大规模, 为最主要的生油岩(厚达200~300m), 随后的吴堡运动, 凹陷边缘受到剥蚀, 渐—始新统戴南组断陷形成时, 覆盖了阜四段生油岩, 其中戴一段沉积了较好的生油岩, 并形成戴南组—三垛组最主要含油气储集层系, 油气藏形成分布控制在阜宁组四段和戴南组一段生油岩有效范围内, 以生油中心和生油岩范围界定含油气系统边界是比较符合实际的(图1)。

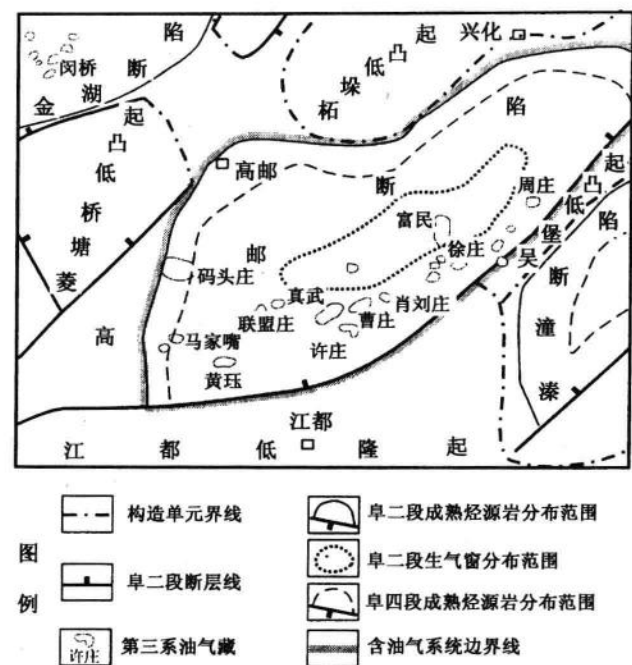


图1 苏北盆地高邮凹陷阜宁组—三垛组含油气系统平面展布图

又如大民屯断陷是一个渐新世湖相烃源岩发育的地区, 油气源非常丰富, 但是凹陷发育晚期萎缩上升, 其与辽河坳陷西部凹陷不同之处是可以划入构造凹陷之列, 凹陷边界与有效烃源岩边界和超覆盖层保留边界基本一致, 有效生油岩边界即是油气系统边界且控制了油气藏分布。

二、以储集体(系)及分布为主导因素划分含油气系统

在许多含油气盆地, 特别是大型含油气盆地中, 重要的石油地质因素如烃源岩、封盖层是区域性的, 覆盖盆地一级地质单元大部分地区, 如波斯湾盆地白垩系烃源岩分布上百万平方千米, 第三系膏盐层也是大面积分布, 显然以生烃岩边界划分含油气系统已毫无意义, 或以次一级构造单元(山前褶皱构造带, 基底隆起带)或以不同的砂岩储集体系和碳酸盐岩风化溶蚀带划分比较合理。

又如东西伯利亚通古斯盆地区域性分布的元古界里费—文德系烃源岩和区域性良好的寒

武系盐膏盖层，盆地内的次一级地质构造单元常常也是数万到数十万平方千米，划分含油气系统常常被认为是没有可能的，有的学者认为可以直接研究和勘探含油气区带。这一古老地质区域经历多次构造活动，发育多次不整合，背斜构造圈闭石油经多次运移聚集以至相当规模的逸散及石油裂解为天然气等多种复杂因素，保存初次烃类聚集较大规模的圈闭多受岩性物性封闭的制约，常常形成大型、特大型岩性封闭和岩性—构造混合封闭的气田或油气田。因此在大区域稳定分布烃源岩和盖层的背景下，二级正向或负向构造单元背景上发育的大型砂坝、三角洲砂体和白云岩化的碳酸盐岩台地就构成了以每个不同类型大型储集体为主导因素圈定边界的较为独立封闭的含油气系统（图2），系统内包括有岩性封闭型、岩性构造型等多种类型圈闭的气藏或油气藏。

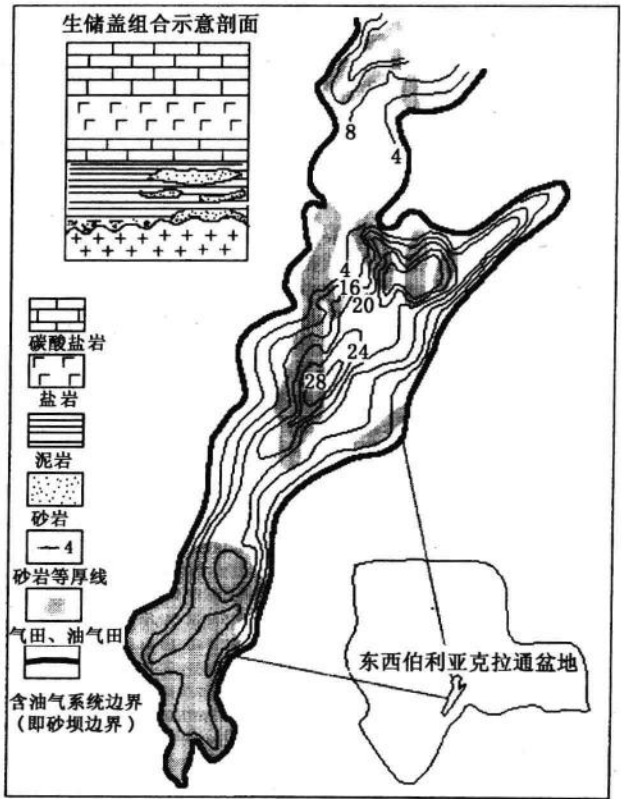


图2 通古斯盆地元古界大型砂坝含油气系统

又如鄂尔多斯盆地侏罗系含油气系统，主要烃源岩为三叠系湖相泥岩，侏罗系早期发育许多古河流，下切至三叠系烃源岩，所沉积的河床浅滩相砂岩，成为主要的储层，也是三叠系油源的输导层，上部覆盖含煤系泥岩作为封盖，古河流及其所属相带是控制含油的主导因素，因此一条古河道控制的沉积体系就是一个较为独立的含油气系统，其边界是显而易见的（图3）。主要油气藏类型为古地貌岩性封闭型。

三、以封盖层有效范围为主导因素划分含油气系统

这是比较常见的划分方法。在有效烃源岩及其边界控制下，油气在势能差存在的背景

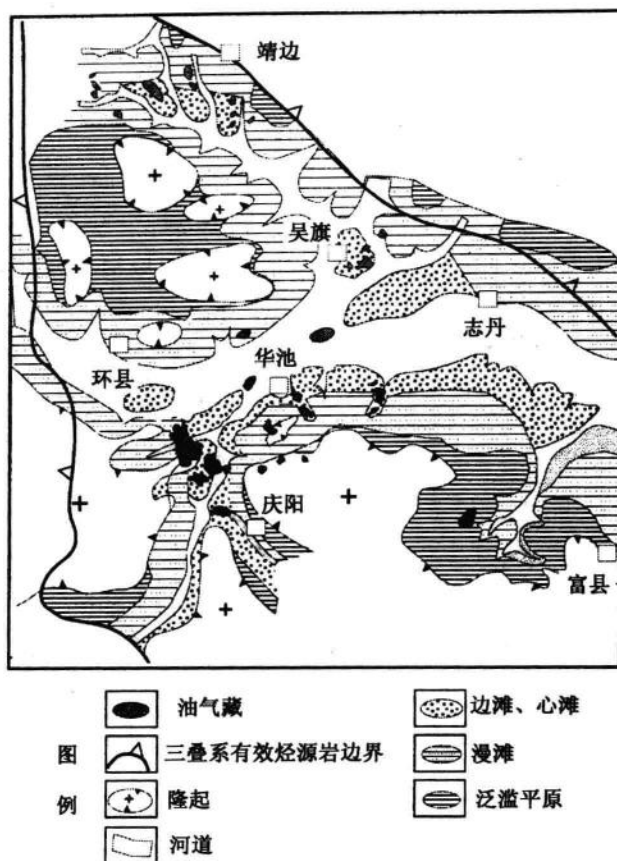


图3 鄂尔多斯盆地侏罗系河道砂含油气系统

上,可超出有效烃源岩范围进行一定距离的运移,但其运移聚集和油气藏分布将控制在有效盖层之内。如泌阳凹陷,始—渐新统核桃园组三段深水湖相生烃岩发育于盆地形成的主要时期,核三段上部至核二段湖水变浅,来自多方向的物源在凹陷主要沉积为砂岩和砂砾岩储集体,分布广泛,使油气具有良好的横向运移条件,运移与聚集规模超出了有效烃源岩的范围,核桃园组上部为良好的泥岩覆盖,基本控制了油气藏的分布,虽然凹陷南部深断裂作为南部的边界,但基本可以上覆盖层的有效边界作为油气系统的边界(图4)。

四、多因素划分含油气系统

这是一类各石油地质基本要素复杂组合的含油气系统,各基本要素或多因素参与含油气系统的划分,也就是说单一主导因素划分含油气系统在某些情况下是不可能的。

如库车坳陷,白垩系气藏或油气藏是一个较为独立的含油气系统,存在相应子系统和各基本石油地质要素,但是确定划分含油气系统的主导要素是困难的。

三叠—侏罗系成熟生烃岩范围是明确的,储层是白垩系巴什基奇克组滨浅湖相沉积的扇三角洲和辫状三角洲砂体和下白垩统卡普沙良组洪积扇砂体,其上为第三系盐湖沉积的盐膏相优质封盖层,组成了良好的生储盖层组合,非常值得引人注目的这个组合在时代上跨了三个纪,比一般盆地同一时代继承性发育的生储盖组合有很大不同。库车坳陷以白垩系为油气

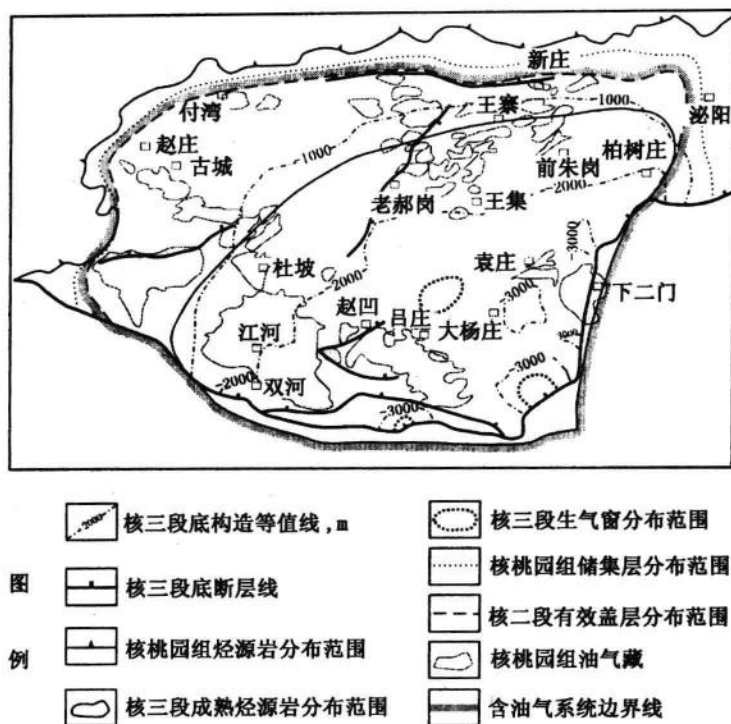


图 4 泌阳凹陷核三一核桃园组合含油气系统平面展布图

目的层的含油气系统空间的边界组合是特殊而有意义的。北部边界为白垩系储层和第三系盐膏盖层边界与坳陷边界基本一致；东部以第三系盐膏层边界划定；南部在盐膏盖层控制下的前缘隆起上部断岭为界，它控制了陆相油气运移的最终界限；西部则以有效烃源岩边界划定（图 5）。在这一含油气系统内，仍可分为两个北南区区别很大的子系统。北部子系统为逆冲推覆区白垩系高压含气区，以最南逆冲断层带为界，南部子系统为白垩系常压含气区。北系统以异常高压干气藏为特征，南系统以常压凝析气藏或油气藏为特征。

五、结 论

含油气系统的定位是在盆地内的次一级单元，在这个基础上，确定研究对象和内容；含油气系统是包括石油地质基本要素的静态系统和油气运移聚集动力学分析相结合的综合研究，它是一个相对独立的油气分布系统，它有较明确的边界，主要研究油气藏的形成分布及其特点，做出工业性图件，并有效地指导勘探的进行。含油气系统概念本身并不复杂，划定边界也不复杂，但是研究过程，特别是完成石油地质各项要素的基础研究工作和定量、半定量研究与制图，并有良好的应用价值，然而却有不少难度，往往不是一蹴而就的。

同时应注意的是，开展含油气系统研究需要一定的条件：①盆地石油地质条件大体清楚；②“含油气系统”内已发现油气藏或显示；③建立了地质地球化学标准剖面 and 成岩作用标准剖面；④已具有高分辨地震测网及相关资料。

含油气系统是含油气地质单元序列中的重要组成部分，是在盆地石油地质研究和区域评价勘探基础上进行含油气系统研究，研究目的紧紧围绕油气聚集（区）带及其油气藏的形成

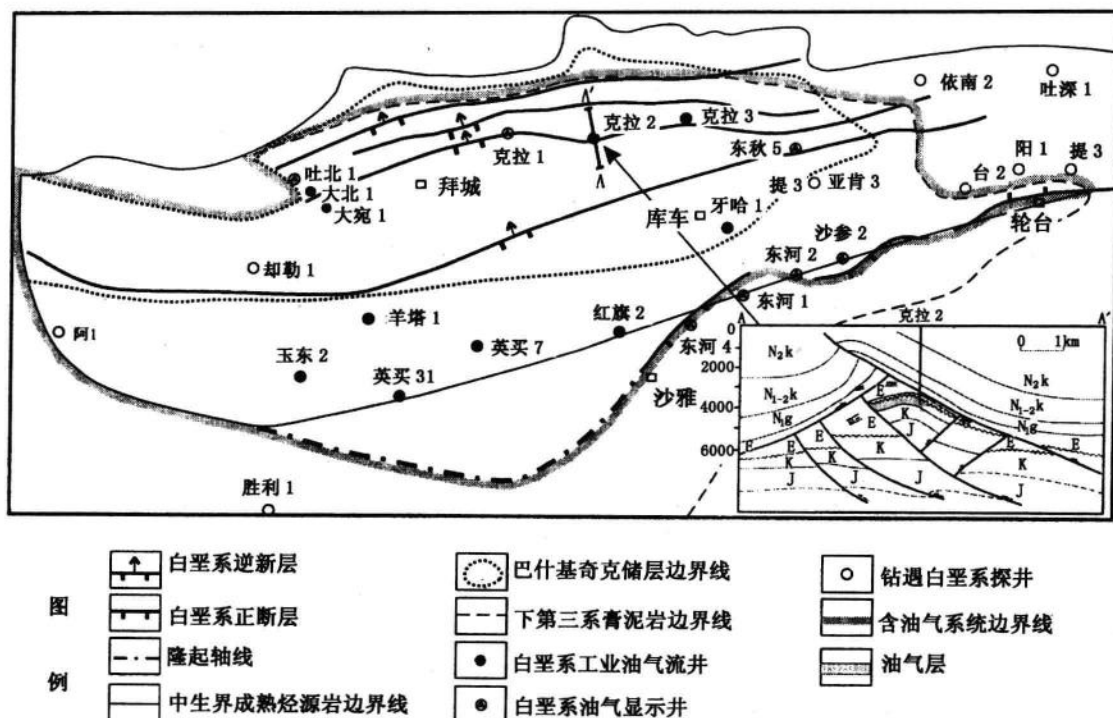


图 5 库车坳陷白垩系含气系统划分示意图

与分布，得出可行的勘探安排。

参 考 文 献

- [1] 胡见义, 赵文智主编. 中国含油气系统的应用与进展. 北京: 石油工业出版社, 1997

含油气系统术语、研究流程与 核心内容之我见

赵文智 何登发 范土芝

(中国石油勘探开发研究院)

摘 要 含油气系统是客观评价油气资源潜力与有效发现油气藏的重要工具。然而由于对其认知程度和理解上的差异,导致对含油气系统作用的理解、术语使用与实际解决油气勘探问题的深度上出现较大混乱。本文讨论了含油气系统术语统一的必要性,并对含油气系统定位、基本内涵、研究流程及技术在勘探实际应用中的价值作了全面论述。建议以“含油气系统”及相关术语作为统一术语推荐使用,依据含油气系统四大地质要素和四大地质作用及组合关系的基本内涵,建议含油气系统评价以“顺藤摸瓜”的方式加强过程恢复研究,在关键界面选择关键内容成图以描述系统的形成过程与范围。文中最后介绍了含油气系统评价的技术系列。

一、引 言

含油气系统(Petroleum System)作为油气勘探的一种思路和方法(胡见义,1996),在减少风险、降低成本、提高效益方面表现出越来越重要的作用。自1972年Dow提出Oil System的概念至1994年Magoon和Dow将Petroleum System概念逐步完善至今,含油气系统分析与评价已成为各大油公司油气勘探评价的重要内容之一。各国学者纷纷从不同的角度对含油气系统进行了颇有创意的探讨。通过“九五”攻关研究,我国含油气系统的研究得到进一步的发展,针对我国陆相含油气盆地多旋回发育与叠置复合发展的特点,提出了复合含油气系统的概念(赵文智,何登发,1996,1997),并就复合含油气系统研究与评价的思路和方法进行了颇有建设性的研究。通过先后两届含油气系统学术研讨会,使含油气系统研究不论从对其内涵理解、研究的意义和作用与普及使用的范围来说,还是从使用术语、方法与定位来讲,都起到很大的推动作用。含油气系统作为油气勘探的思路与方法介于盆地与区带(成藏组合)之间的含油气地质单元,研究的核心是通过过程追踪,建立油气成藏主控因素与地质作用过程在时间和空间中的组合关系,并通过运聚单元的划分与评价,能有效地指出历史上形成的和现今仍保存的油气藏的分布位置,从而能最大限度地减少勘探风险。

应该承认,由于对含油气系统的内涵、应用价值与有效研究和表述的方法及内容在认知程度和理解上还有很大差异,致使含油气系统评价的意义和地位尚未能充分反映和体现出来。如不及时加以提醒,含油气系统研究在我国很有可能在没有充分展示其在油气勘探中的重要作用之前就“胎死腹中”。从目前国内发表的论文与研讨会展示的研究成果看,含油气系统研究还存在以下几方面问题:①含油气系统概念的使用还很不统一,有称含油气系统,有称成油气体系,有称油气系统,还有些在系统之下套入亚系统、子系统等等;②对研究内涵的理解还有很大差异。有些认为含油气系统研究是客观评价油气资源与有效预测油气分布