

中国含油气系统

基本特征与评价方法

赵文智 等著

OF CHINA AND THEIR EVALUATION METHODOLOGY

THE FEATURES OF PETROLEUM SYSTEMS
IN SUPERIMPOSED SEDIMENTARY BASINS



科学出版社

www.sciencep.com

中国含油气系统基本特征 与评价方法

赵文智 等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是中国含油气系统研究的最新成果。全书分上、下两篇共七章,系统论述了含油气系统的基本内涵、分类方案及其基本特征,全面总结了中国叠合盆地石油地质基本特点以及复合与复杂含油气系统基本特征。在复合含油气系统的定义与描述、研究思路、评价方法以及模拟的实现途径等方面提出了一系列独到的见解;提出了油气运聚单元和多关键时刻的概念;建立了复合含油气系统评价的方法体系,并以四川、准噶尔与塔里木盆地复合与复杂含油气系统为例,进行了实例解剖。本书资料数据翔实、内容丰富,具有很强的科学性、创新性、资料性和实用性。

本书可供油气地质及勘探开发的科技人员,石油地质工作者,高校有关专业师生,油气勘探决策与管理人员及投资者参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国含油气系统基本特征与评价方法/赵文智等著. —北京:科学出版社, 2003

ISBN 7-03-012168-6

I. 中… II. 赵… III. ①含油气盆地-含油气性-研究-中国 ②含油气盆地-评价-研究-中国 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 085814 号

责任编辑:胡晓春 刘卓澄/责任校对:柏连海

责任印制:钱玉芬/封面设计:周 娟

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003年11月第一次印刷 印张:27 1/4 插页:1

印数:1—1 000

字数:622 000

定价:75.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

序 一

当代石油地质学的发展具有以下几个特点:①由定性描述向量化方向发展,利用二维或三维的地质模型,通过计算机技术进行数值模拟和定量评价;②由静态描述向动态演化过程研究方向发展。除传统的地质分析外,模拟实验和流动模型成为认识油气成藏过程的重要手段;③由宏观分析向微观研究方向发展,注重油气生、排、运、聚机理性问题的研究;④含油气系统的研究方法在石油地质界被广泛应用,强调油气从源岩到形成有效圈闭的全过程;⑤由基础资料、数值模拟、实验室模拟、油区综合评价,发展到以弄清油气运聚过程为目的,包括钻井资料和地球物理资料相结合的实验区研究。

自从 W. G. Dow 提出石油系统概念,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来讨论,这些理论与方法对认识和预测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。20 世纪 80 年代含油气系统概念与方法引入国内。中国叠合沉积盆地往往具有多源、多灶、多期生烃和成藏的特点,不同于单旋回沉积盆地,有些盆地中油气成藏全过程中发生大规模的油气散失。因此,要用已有的概念和方法来客观预测其中油气资源潜力与分布,就有相当大的局限性和误差。

中国石油勘探开发研究院赵文智等人合作的新书《中国含油气系统基本特征与评价方法》,基于中国叠合盆地油气生成、运移与成藏的特殊性和复杂性,提出叠合盆地中复杂油气系统的概念,赋予新的内涵,并建立相应的评价思路和方法。全书分上、下两篇:上篇为含油气系统的概念、内涵与评价方法;下篇为复合与复杂含油气系统的划分与评价实例分析。以准噶尔、四川和塔里木三盆地为例,为具有多源、多灶、多期生烃和成藏的叠合沉积盆地,建立了新的评价思路和方法。本书具有以下创新点:

(1) 将中国叠合盆地分为继承型、延变型与改造型三大类,探讨提出了相应的勘探思路与勘探技术选择和使用要点。

(2) 总结提出了叠合盆地六点石油地质基本特征,即:①深层有一类经济资源,主要取决于三种地质背景(即早成藏、晚埋藏、次生作用)下深层储层发育情况;②多期叠加所产生的二级构造带含油性有较大变化,需要拆分过程,分别看各目标的含油性;③盆地演化出现的退火背景与晚期快速沉降相耦合,使油气出现超晚期成藏;④多期构造变动使深源油气分布复杂化;⑤叠合盆地油气成藏与分布特征依层系而变,储量新发现和增长有多个高峰期,延续历史长;⑥多源、多阶生烃、成藏与调整,油气相态平面分布复杂。

(3) 针对中国叠合盆地油气成藏与分布特征,将含油气系统划分为简单、复合与复杂三大类,并分类阐述其内涵。

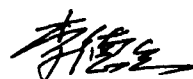
(4) 为客观评价油气空间分配的资源总量、丰度及勘探目标含油气把握性的差异,作者提出“油气运聚单元”的概念,并将其界定在含油气系统与油气聚集区带之间,认为它是油气聚集发生的分配地质单元。

(5) 针对复合与复杂含油气系统多期成藏与已聚集油气藏发生调整或破坏的现象,提出多关键时刻的概念。

(6) 探讨了含油气系统划分的垂向与侧向边界。

总之,本书针对中国叠合盆地中油气生成、运移和成藏与改造的复杂性,提出的复合含油气系统概念、分类、基本特征与评价方法,在理论认识和方法上均有创新,在四川、准噶尔与塔里木盆地复合与复杂含油气系统评价的实际应用中也取得了很好效果。本书不论从对含油气系统的概念、内涵的理解,还是从含油气系统的评价方法和实际应用上,对相关领域的读者都具有较高的参考价值。

中国科学院院士



2003年5月23日

序 二

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方法工具。含油气系统研究的核心,是循着油气从生油凹陷到圈闭中聚集的过程,站在关键时间界面(包括大量生烃时间、大量排烃时间、油气藏发生大规模调整甚至破坏的时间等),建立油气成藏主控因素与地质作用过程的组合关系,实现科学预测油气资源潜力与分布的目的,为在勘探战略选区与钻探目标选择上,最大限度地减少风险、提高勘探成功率提供理论依据。

赵文智教授组织完成的《中国含油气系统基本特征与评价方法》这部著作,密切地将国内外含油气系统概念及评价方法和中国叠合盆地含油气系统的复杂性结合起来进行研究,在建立适合中国含油气系统划分与评价的方法上做了许多有价值的探讨。尤为可贵的是,作者从中国叠合盆地演化发展特点、叠合含油气盆地石油地质基本特征分析、归纳和总结入手,就中国含油气系统类型、特征与划分评价方法,提出了许多新概念和新观点,其中复合含油气系统、复杂含油气系统与油气运聚单元、复合含油气系统评价程序与方法及含油气系统计算机模拟的实现途径与软件设计等研究成果,将对深化我国含油气系统研究和评价起到推动作用。

含油气系统研究和评价注重油气藏存在和油气生成、运移和聚集过程研究的结合,它体现了石油地质综合研究的核心,它是一种重要的分析研究方法。含油气系统研究和评价在我国开展还不够,其优越性还有待进一步展示。今后的发展需要研究者在深刻理解含油气系统内涵的前提下,加强应用研究,尤其是有效反映油气成藏过程的工业性成图表述方面的研究。要通过越来越多的用含油气系统客观预测油气藏分布及有效指导勘探突破发现的实例,让勘探家逐步提高对含油气系统评价方法的应用意识。

为了推进含油气系统研究与评价方法在中国的应用和发展,中国石油地质专业委员会下设了“含油气系统与油气藏学组”。作为热衷于该领域研究的倡导者,我希望能有更多的研究者投入到含油气系统与油气成藏的研究中来,并通过你们创造性的工作,使中国油气勘探能发现更多的新油气藏,同时丰富石油地质和成藏理论。

中国工程院院士

赵文智

2003年5月30日

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,是当今世界上各大油公司油气勘探选区评价的重要依据。含油气系统研究的核心是循着油气从生烃灶到圈闭的过程,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、改造甚至破坏的时间段,通过在三维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,达到有效预测油气资源潜力与分布的目的,从而能在勘探选区与勘探目标选择上,最大限度地减少风险,提高成功率。

自从 W. G. Dow 第一次提出石油系统概念,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来讨论以来,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。然而对于具有多源、多灶、多期生烃和成藏的叠合沉积盆地,有些在油气成藏全过程中,还存在大规模的油气散失,要用已有的概念和方法客观预测其中油气资源潜力与分布,就有相当大的局限性和误差。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。

本书是我们在“九五”期间对中国典型含油气系统作了仔细研究和解剖分析的基础上,并仔细阅读国内外大量文献,从与国外原始概念和方法对比的角度,对中国叠合盆地内发育的众多类型的含油气系统的基本特征,作了理性归纳与升华,提出能客观反映和预测叠合盆地中油气资源潜力与分布的新概念和新方法,以及为达到此目的而应该选择使用的技术组合。

本书主要有四方面的目的:一是揭示含油气系统研究评价的深刻内涵,指出含油气系统原始概念的局限性;二是分析总结中国含油气系统的基本类型、特征与其形成演化的复杂性,以提示同行在引用国外概念与方法时所应注意的问题;三是提出中国叠合盆地含油气系统研究和评价的思路和方法,以建立对叠合盆地油气资源潜力与分布行之有效的预测方法;四是以我们多年重点关注研究的含油气系统为例,介绍复合与复杂含油气系统划分与评价的流程及成果,展示有关含油气系统评价新思路和新方法在预测油气藏形成分布方面的实用性以及与以往石油地质综合研究相比的区别和优越性。本书分为上、下两篇:上篇为含油气系统的概念、内涵与评价方法,集中阐述本书对含油气系统内涵的理解,并突出介绍本书提出的新概念、方法体系与配套技术系列;下篇为实例介绍,是展示本书概念、思路与方法体系的实用性与可操作性的窗口。

本书的总体思路与结构、基本观点与核心学术思想由赵文智教授提出,前言、第一章、第二章、第三章由赵文智执笔编写,第四章由张庆春根据赵文智的思想组织完成,第五章由王社教、赵文智编写,第六章由汪泽成、赵文智编写,第七章由王红军、赵文智编写。全书完稿后由赵文智统一修改完善。汪泽成、瞿辉协助赵文智完成了部分章节的修改和全

书稿的校对与编辑。

本书是在中国石油天然气集团公司“九五”科技攻关项目“中国含油气系统与油气分布规律研究”(970211)成果的基础上,进一步归纳升华而成。项目在开始阶段得到胡见义院士的悉心指导,并在多方面吸收了他很有价值的学术思想和观点。中国石油天然气集团公司科技部资助了研究项目的完成,是该项成果能与读者见面的基础。我们愿借本书公开出版之际,向胡见义院士和中国石油天然气集团公司科技部表示衷心的感谢。

由于作者学术水平有限,书中难免有不完善之处,希望能得到读者的批评指正。含油气系统的研究与评价在我国,尤其是针对叠合盆地中含油气系统的划分与评价,目前还处在发展的初期阶段。本书出版的初衷是想为深化我国含油气系统的划分与评价,从而客观预测油气资源潜力与分布,起到抛砖引玉的作用,并加快我国含油气系统有效评价方法体系的建立,推动我国相关含油气盆地油气勘探的深入发展。我们期待着能以本书的出版为起点,今后会有更多成熟和有效的观点和方法进入对中国叠合盆地油气资源分布的成功预测之中,并完善形成有中国特点的含油气系统评价方法体系。

目 录

序一
序二
前言

上篇 含油气系统的概念、内涵与评价方法

第一章 含油气系统的研究现状、内涵与发展趋势	(3)
第一节 含油气系统概念的沿革与内涵	(4)
一、含油气系统概念的沿革	(4)
二、含油气系统的基本内涵	(14)
第二节 含油气系统研究中存在的问题	(16)
第三节 含油气系统的定位与作用	(18)
一、含油气系统的定位	(19)
二、含油气系统的作用	(22)
三、含油气系统研究的层次性	(23)
第四节 含油气系统的边界	(25)
一、含油气系统的垂向边界	(26)
二、含油气系统的侧向边界	(31)
第五节 含油气系统的发展趋势	(43)
第二章 中国含油气盆地形成与含油气系统的基本特征	(47)
第一节 中国含油气盆地的发育背景与演化特点	(47)
一、中国大陆板块的基本构造格局	(48)
二、中国大陆板块的演化历史	(50)
第二节 中国叠合沉积盆地的基本特征	(69)
一、叠合沉积盆地的概念与基本类型	(70)
二、叠合沉积盆地的石油地质条件	(79)
三、叠合含油气盆地的石油地质特征	(92)
第三节 中国含油气系统的基本类型与特征	(104)
一、简单含油气系统的含义与特征	(105)
二、复合含油气系统的含义与特征	(107)
三、复杂含油气系统的含义与特征	(111)
第三章 复合含油气系统与评价方法	(115)
第一节 中国含油气系统的复杂性	(116)
一、复合含油气系统烃类流体的交换途径	(116)
二、复合与复杂含油气系统的油气运移特点	(118)

三、复合与复杂含油气系统的油气成藏特点	(120)
第二节 复合含油气系统的概念、内涵与评价	(125)
一、复合含油气系统的概念与内涵	(125)
二、复合含油气系统的划分与命名	(125)
三、复合含油气系统的评价	(129)
第三节 复合含油气系统的评价研究方法	(167)
一、复合含油气系统的研究思路	(167)
二、复合含油气系统的描述方法	(169)
三、复合含油气系统的研究技术	(171)
第四章 复合含油气系统模拟	(177)
第一节 含油气系统模拟技术的发展现状	(177)
一、模拟技术的发展简史	(177)
二、目前流行的含油气系统模拟软件及其存在的问题	(178)
三、含油气系统模拟与盆地模拟的异同点	(180)
四、含油气系统模拟技术的发展趋势	(182)
第二节 含油气系统模拟的思路和实现途径	(183)
一、含油气系统模拟的作用	(184)
二、复合含油气系统模拟的研究思路	(185)
三、复合含油气系统动态模拟的可能性与实现途径	(192)
四、含油气系统模拟软件构成与主要功能	(201)
五、含油气系统模拟的一般程序	(205)
第三节 塔里木盆地满加尔下古生界含油气系统模拟尝试	(206)
一、静态地质要素特征	(207)
二、动态地质作用过程模拟	(209)
三、关键时刻的含油气系统特征	(210)
四、油气勘探有利区带综合评价	(213)

下篇 复合与复杂含油气系统的划分与评价实例分析

第五章 准噶尔盆地复合含油气系统研究	(217)
第一节 准噶尔盆地复合含油气系统形成的地质条件	(217)
一、盆地形成演化	(218)
二、主要生烃灶分布特征	(221)
三、主要储盖组合特征	(225)
四、地温场演化	(231)
五、石油地质基本特征	(237)
第二节 准噶尔盆地复合含油气系统的划分	(238)
一、复合含油气系统的研究思路	(238)
二、复合含油气系统的研究步骤	(240)

三、复合含油气系统的划分	(258)
第三节 准噶尔盆地复合含油气系统的评价	(266)
一、玛湖复合含油气系统	(266)
二、南缘中段复合含油气系统	(271)
三、车拐复合含油气系统	(273)
四、陆东-大井复合含油气系统	(274)
五、马桥-阜康复合含油气系统	(275)
六、南缘西段复合含油气系统	(277)
七、勘探领域选择及评价	(277)
第六章 四川盆地复合含油气系统研究	(280)
第一节 四川盆地复合含油气系统形成的地质条件	(280)
一、盆地形成演化	(281)
二、主要生烃灶分布特征	(292)
三、油气分布的主要控制因素	(297)
第二节 四川盆地复合含油气系统的划分	(305)
一、研究思路	(305)
二、研究步骤	(305)
三、下古生界含气系统演化	(326)
四、系统划分	(330)
第三节 四川盆地复合含气系统的评价	(331)
一、复合含气系统的评价	(331)
二、川东复合含气系统	(331)
三、川西复合含气系统	(340)
四、川北复合含油气系统	(347)
第七章 塔里木盆地古生界复杂含油气系统研究	(350)
第一节 塔里木盆地古生界复杂含油气系统形成的地质条件	(350)
一、盆地形成演化	(350)
二、古生代原型盆地构造-沉积特征	(351)
三、古生界油气成藏的复杂性	(357)
第二节 塔里木盆地古生界复杂含油气系统的划分	(369)
一、研究思路	(369)
二、研究步骤	(373)
第三节 塔里木盆地古生界复杂含油气系统的评价	(398)
一、加里东—早海西期油气系统	(400)
二、晚海西期油气系统	(401)
三、喜马拉雅期油气系统	(402)
四、有利目标区评价	(403)
参考文献	(405)
英文摘要	(415)

Contents

Preface I

Preface II

Foreword

Part I Basic Concept, Connotation and Evaluation Methodologies of Petroleum System

Chapter1 Overview of Petroleum System	(3)
Section 1 Development and connotation of Petroleum System Concept	(4)
1. Development of Petroleum System Concept	(4)
2. Basic Connotation of Petroleum System	(14)
Section 2 General Situation and Problems in Petroleum System Study	(16)
Section 3 Function of Petroleum System Evaluation	(18)
1. Position of Petroleum System in Petroleum Geology Study	(19)
2. Function of Petroleum System Evaluation	(22)
3. Gradation of Petroleum System Study and Evaluation	(23)
Section 4 Boundary of Petroleum System	(25)
1. Vertical Boundary	(26)
2. Lateral Boundary	(31)
Section 5 Development Trend of Petroleum System Study and Evaluation ...	(43)
Chapter 2 Evaluation of Chinese Petroliferous Basins and Their Basic Features of Petroleum System	(47)
Section 1 Geotectonic Settings and Evolutional Feature of Petroliferous Basins in Onshore Region of China	(47)
1. Tectonic Framework of Continental Plates of China	(48)
2. Evolution of Continental Plates of China	(50)
Section 2 General Characteristics of Superimposed Petroliferous Basins in China	(69)
1. Concept and Types of Superimposed Petroliferous Basins	(70)
2. Petroleum Geological Conditions of Superimposed Petroliferous Basins	(79)
3. Petroleum Geological Features of Superimposed Petroliferous Basins	(92)
Section 3 Types and Characteristics of Petroleum Systems in Superimposed	

Petroliiferous Basins	(104)
1. Meaning and Characteristics of Simple Petroleum System	(105)
2. Meaning and Characteristics of Composite Petroleum System	(107)
3. Meaning and Characteristics of Complicated Petroleum System	(111)
Chapter 3 Composite Petroleum System and Its Evaluation Methodology	(115)
Section 1 Complexity of Petroleum Systems in China	(116)
1. Ways of Hydrocarbon Exchange within Composite Petroleum Systems	(116)
2. Characteristics of Hydrocarbon Migration in Composite and Complicated Petroleum Systems	(118)
3. Characteristics of Gas Pool Forming in Composite and Complicated Petroleum Systems	(120)
Section 2 Concept, Connotation and Evaluation of Composite Petroleum Systems	(125)
1. Concept, Connotation and Evaluation	(125)
2. Classificatin and Nomenclature of Composite Petroleum System	(125)
3. Evaluation of Composite Petroleum System	(129)
Section 3 Evaluation Methodologies of Composite Petroleum Systems	(167)
1. Research Philosophy of Composite Petroleum System	(167)
2. Description Methodologies of Composite Petroleum System	(169)
3. Research Techniques of Composite Petroleum System	(171)
Chapter 4 Simulation of Petroleum System	(177)
Section 1 Overview of Simulation of Petroleum System	(177)
1. Brief Introduction of Development Petroleum System Simulation Technology	(177)
2. Situation of Simulation Software of Petroleum System	(178)
3. Differences Between Basin Modeling and Petroleum System Simulation	(180)
4. Development Trend of Petroleum System Simulation	(182)
Section 2 Philosophy of Petroleum System Simulation and Feasible Way	(183)
1. Function of Petroleum System Simulation	(184)
2. Philosophy of Petroleum System Simulation	(185)
3. Probability and Tracks of Dynamic Petroleum System Simulation	(192)
4. Composition and Function of Petroleum System Simulation Software	(201)
5. Procedure of Petroleum System Simulation	(205)
Section 3 Case Study of Manjiaer Petroleum System of Tarim Basin in China	(206)
1. Static Geological Essential Elements	(207)

2. Dynamic Simulation of Petroleum System	(209)
3. Distribution of Petroleum System at Different Critical Moments	(210)
4. Integrated Assessment of Favorable Plays	(213)

Part II Cases Studies of Composite and Complicated Petroleum System in China

Chapter 5 Study on Composite Petroleum System of Junggar Basin in NW China

.....	(217)
Section 1 Formation Condition of Junggar Composite Petroleum System	(217)
1. Basin Evolution	(218)
2. Distribution of Source Kitchen	(221)
3. Assemblage of Main Reservoirs and Seals	(225)
4. Evolution of Geothermal Fields	(231)
5. Characteristics of Petroleum Geology	(237)
Section 2 Compartmentalization of Composite Petroleum System in Junggar Basin	(238)
1. Philosophy on Compartmentalization	(238)
2. Processes of Compartmentalization	(240)
3. Schemes of Compartmentalization	(258)
Section 3 Evaluation of Junggar Composite Petroleum System	(266)
1. Manas Lake Composite Petroleum System	(266)
2. Middle Part of the Southern Edge Composite Petroleum System	(271)
3. Cheguai Composite Petroleum System	(273)
4. Ludong-Dajing Composite Petroleum System	(274)
5. Maqiao-Fukang Composite Petroleum System	(275)
6. West Part of the Southern Edge Composite Petroleum System	(277)
7. Selection and Evaluation of Favorable Area of Exploration	(277)

Chapter 6 Study on Composite Petroleum System of Sichuan Basin in Central China

.....	(280)
Section 1 Formation Condition of Sichuan Composite Petroleum System	(280)
1. Basin Evolution	(281)
2. Distribution of Source Kitchen	(292)
3. Control on Distribution of Petroleum in Sichuan Basin	(297)
Section 2 Division of Composite Petroleum System	(305)
1. Research Philosophy of Composite Petroleum System	(305)
2. Processes of Compartmentalization	(305)
3. Process of Petroleum System Formation	(326)
4. Schemes of Compartmentalization	(330)
Section 3 Evaluation of Composite Petroleum System	(331)

1. Overview of Petroleum System Evaluation	(331)
2. Eastern Sichuan Composite Petroleum System	(331)
3. Western Sichuan Composite Petroleum System	(340)
4. Northern Sichuan Composite Petroleum System	(347)
Chapter 7 Study on Complicated Petroleum System of Paleozoic in Central Tarim	
Basin of NW China	(350)
Section 1 Formation Condition of Paleozoic Complicated Petroleum System	
.....	(350)
1. Basin Evolution	(350)
2. Characteristics of Tectonics and Sedimentation of Prototype Basins in	
Paleozoic Stages	(351)
3. Complexity of Paleozoic Oil and Gas Reservoirs in Tarim Basin	(357)
Section 2 Division of Complicated Petroleum System	(369)
1. Research Philosophy of Complicated Petroleum System in Tarim Basin	
.....	(369)
2. Research Process of Complicated Petroleum System in Tarim Basin	
.....	(373)
Section 3 Evaluation of Paleozoic Complicated Petroleum System in Tarim	
Basin	(398)
1. Caledonian-Early Hercynian Petroleum System	(400)
2. Late Hercynian Petroleum System	(401)
3. Himalaya Petroleum System	(402)
4. Evaluation of Favorable Area of Exploration	(403)
References	(405)
Abstract	(415)

上 篇

含油气系统的概念、内涵 与评价方法

