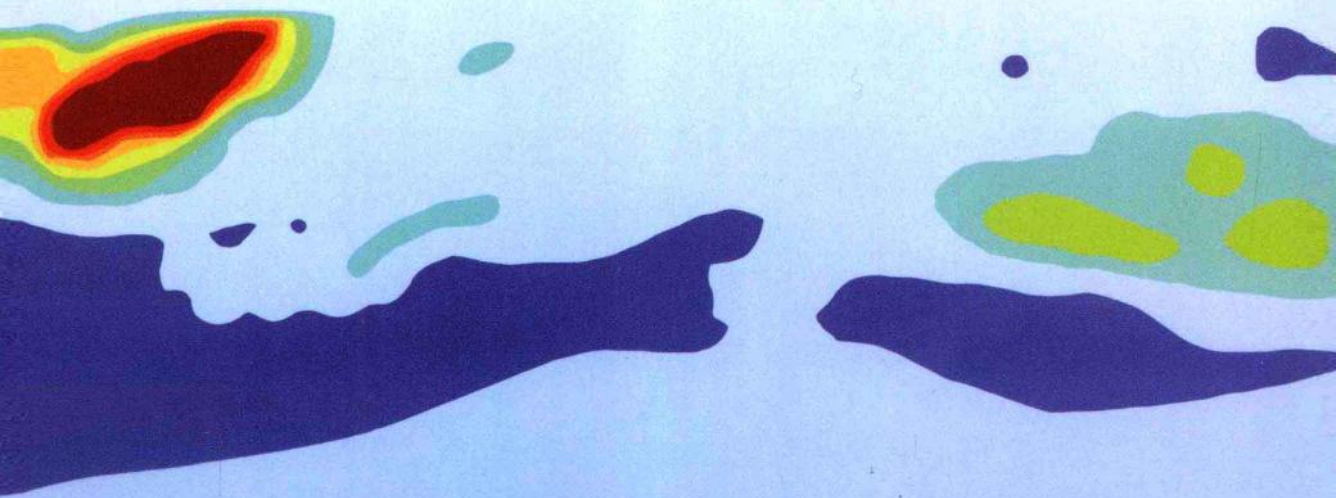


油气勘探风险评价 与资源丰度模拟

郭秋麟 谢红兵 梁坤 武娜 米石云 陈宁生 等著



石油工业出版社

油气勘探风险评价与 资源丰度模拟

郭秋麟 谢红兵 梁 坤 等著
武 娜 米石云 陈宁生

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统论述了油气勘探风险评价和资源丰度模拟方法体系,以渤海湾盆地、松辽盆地
为研究对象,详细介绍了不同类型盆地的地质参数选取,系统展示了运用评价方法体系实现
研究区有利目标预测的具体思路。

本书可供从事油气资源评价的地质人员、管理人员及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气勘探风险评价与资源丰度模拟/郭秋麟等著.

北京:石油工业出版社,2009.11

ISBN 978-7-5021-7394-4

I. 油…

II. 郭…

III. 油气勘探-风险分析

IV. F407.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 166540 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.com.cn

编辑部: (010) 64523544

发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 14.5

字数: 259 千字 印数: 1—1000 册

定价: 65.00 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

前 言

油气勘探的主要任务是预测油气资源并通过勘探手段将之转换为探明的油气储量。从商业角度来看油气勘探则是不断减小勘探不确定性的风险投资。在我国，随着油气勘探的不断深入，大面积、高丰度油气藏的发现越来越难。近年来的油气勘探实践表明，低丰度油气藏的发现已成为主流。如何在大面积、低丰度的区带中寻找油气富集区已成为目前勘探的重点。在这方面，国内外已形成了相应的勘探理论与实践，主要有“满凹含油”论、低丰度油气田勘探理论与实践等，并对油气富集主控因素进行了深入的研究。与此同时，国内外形成了一系列预测技术，如综合预测技术、油气化探技术和统计技术等。其中以地震信息研究为主的综合预测技术和以随机模拟为主的统计技术应用最为广泛。这些勘探理论和技术对油气勘探、开发及生产起到了很好的促进作用。

由于实际勘探生产的迫切需要，近年来，笔者在油气勘探风险评价与资源评价方面做了大量的工作，包括理论探索、方法与技术研究、软件系统的研制、软件推广与技术培训以及现场实际应用。在具体工作中，笔者深深体会到各方面对勘探风险评价与资源评价，特别是大面积低丰度区带评价日益重视；但另一方面也明显感觉到目前我国在该领域内严重缺乏系统、实用化的定量评价方法、技术与产品，这大大阻碍了我国油气勘探评价工作的进展。本书基于笔者多年的工作经验总结和研究成果，结合近年来国内外最新理论研究的发展动态，系统地阐述了勘探风险评价方法体系、资源丰度模拟方法体系，详细论述了如何将方法体系研制成实用的评价技术的技术路线，用多个有代表性的应用实例介绍了如何有效地结合勘探生产需要进行技术评价等多方面的内容。其特点是：

(1) 依托成藏理论，创新风险评价方法。从机理出发，分析油气成藏主控因素，制定风险评价标准，建立风险评价参数体系，采用空间数据分析方法定量评价空间任意点的勘探风险，实现了盆地或区带内任意点勘探风险的可视化。

(2) 吸收相关学科最新研究成果，提出全新的资源丰度模拟技术方法。包括资源丰度分形模拟法、条件模拟法和风险约束的条件模拟法 3 种技术方法，采用了油气资源丰度图像傅立叶变换技术、二维分形布朗运动模型模拟新频谱

技术、勘探风险图的相位谱提取技术和相位迭代识别等一系列资源丰度模拟技术。

(3) 理论结合实践,多层次、多方面验证方法的适用性。依托我国丰富的油气成藏地质条件,先后在渤海湾盆地深县凹陷沙三段、松辽盆地古龙南和肇州—朝阳沟地区、吐哈盆地有利区带优选中进行评价研究并取得良好应用效果,研究内容涵盖了断陷型、坳陷型等不同盆地类型;凹陷、区带、区块等不同评价级别;岩性、岩性—构造、构造等不同油藏类型,展示了方法的先进性和适用性。

本书由绪论、上篇5章和下篇4章组成。绪论简要介绍油气勘探风险评价与资源评价的目的、意义及研究的必要性、主要研究任务与评价流程、评价系统现状与发展趋势。上篇(第1章到第5章)系统地阐述评价方法体系,包括油气藏形成与分布规律及主控因素识别、风险评价标准建立、风险定量评价和资源丰度模拟等内容;提出的“基于成藏机理和空间数据分析的勘探风险评价技术”可以精细刻画区带内任意点的风险,从而实现研究区勘探风险可视化;采用油气资源丰度图像傅立叶变换、二维分形布朗运动模型模拟新频谱等方法,开发出勘探风险约束下的油气资源丰度模拟技术,实现了油气资源丰度在空间的定量模拟。

下篇主要就不同研究区的具体评价展开,其中第6章围绕深县凹陷勘探程度较低、潜力较大的沙三段展开,从深县凹陷的成藏地质条件出发,利用马氏距离判别法和模糊数学判别法分别对研究层系进行评价,指明深县低幅构造带和西北断阶带为有利目标区。第7章则以松辽盆地古龙南葡萄花油层的岩性油藏为评价对象,通过地质评价和统计分析,认清了岩性油藏与构造油藏在评价上的差异,并有针对性地选取有效评价参数,得到该区风险评价结果,文中还重点论述了风险约束下的资源丰度模拟流程,并完成研究区资源丰度模拟,使古龙南地区大面积低丰度岩性油藏富油气区预测取得显著效果。第8章肇州—朝阳沟地区扶余油层的评价打破了我国以地质单元为研究对象的传统,针对横跨不同构造单元的研究区块,从油气成藏的动静态要素分析入手,着眼于油气运聚过程,寻找成藏主控因素,利用马氏距离评价模板求得研究区勘探风险概率,并在此约束下完成资源丰度模拟,应用效果显著。第9章创新性地将勘探风险评价和资源丰度模拟与区带评价结合,将勘探风险成功应用于有利区带的多层系评价中,为区带的评价优选提供了新的思路,在吐哈盆地的区带优选中发挥了重要作用。

参加本书编写工作的人员有:中国石油勘探开发研究院油气资源规划研究

所的郭秋麟、谢红兵、梁坤、武娜、米石云、陈宁生。本书绪论由梁坤、郭秋麟编写，第1章、第2章和第3章由郭秋麟编写，第4章由郭秋麟、谢红兵编写，第5章由武娜、陈宁生编写，第6章由武娜编写，第7章由谢红兵编写，第8章由梁坤编写，第9章由米石云编写，全书由梁坤负责统稿。

笔者在多年的科研工作以及本书的编写过程中，得到了原中国石油勘探开发研究院院长赵文智教授的大力支持，得到了中国石油勘探开发研究院石油地质研究所胡素云所长、油气资源规划研究所李建忠所长、李小地书记、杨涛总地质师的热心关照与指导，中国石油勘探开发研究院的杨秋琳高级工程师、张庆春教授、王晓红高级工程师、马进山高级工程师和孔凡志工程师也给予了无私的帮助。在方法研究过程中，加拿大地质调查局的湛卓恒教授给予很大的帮助；在油田应用研究中，中国石油勘探与生产公司油藏评价处的尚尔杰处长、田军副处长、孙德君高级工程师，大庆油田公司油藏评价部的崔宝文主任，大庆油田勘探开发研究院的周永炳副总地质师、油藏评价室王秀娟主任、唐振国高级工程师、李景坤高级工程师、王雪峰高级工程师、沈旭友高级工程师、张立庆高级工程师和薛涛工程师，华北油田勘探部的王少春高级工程师和研究院的罗强高级工程师，吐哈油田研究院的王志勇高级工程师都给予了无私的支持和帮助，笔者在此一并表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限，书中不妥之处敬请指正。

目 录

绪论	(1)
----------	-----

上篇 方 法 篇

第1章 油气勘探风险评价的地质理论基础	(9)
1.1 陆相断陷盆地油气成藏规律的研究与主控因素的识别	(9)
1.2 陆相坳陷盆地油气成藏规律的研究与主控因素的识别	(13)
第2章 基于油气成藏机理的风险评价参数体系	(17)
2.1 问题的提出	(17)
2.2 断陷盆地评价参数体系	(17)
2.3 断陷盆地评价参数分级标准的确定	(20)
2.4 坳陷盆地评价参数分级标准的确定	(25)
第3章 基于空间数据分析的勘探风险评价方法与评价流程	(32)
3.1 概述	(32)
3.2 油气成藏主控信息(参数)定量提取	(37)
3.3 信息集成方法(或模型)研究	(37)
3.4 预测模板的建立与勘探风险概率预测	(49)
第4章 油气资源丰度模拟技术研究	(53)
4.1 分形理论在油气资源评价中的应用	(53)
4.2 资源分布的分形特征研究	(54)
4.3 油气资源丰度模拟	(63)
4.4 技术应用	(72)
第5章 油气资源空间分布预测系统	(78)
5.1 软件设计思路、软件结构、关键技术	(79)
5.2 软件功能	(80)
5.3 软件操作流程与应用情况	(85)
参考文献	(88)

下篇 应用篇

第6章 深县凹陷风险评价与目标预测	(95)
6.1 深县凹陷勘探现状及油气地质条件	(95)
6.2 地质条件与成藏因素	(103)
6.3 风险预测及目标评价	(124)
6.4 结论	(134)
第7章 古龙南地区风险评价与资源丰度模拟	(136)
7.1 工区概况	(137)
7.2 地质特征	(139)
7.3 勘探风险评价	(144)
7.4 油气储量丰度模拟	(158)
7.5 小结	(164)
第8章 肇州—朝阳沟地区风险评价与资源丰度模拟	(166)
8.1 工区概况	(167)
8.2 成藏条件分析	(178)
8.3 勘探风险评价	(194)
8.4 资源丰度模拟与资源潜力	(201)
8.5 小结及下步勘探建议	(202)
第9章 吐哈盆地区带评价	(204)
9.1 区带评价研究现状	(204)
9.2 引入油气资源空间分布预测技术的区带精细评价	(208)
9.3 吐哈盆地资源丰度模拟及区带评价	(210)
9.4 小结	(218)
参考文献	(220)

绪 论

理论与实践是相辅相成的,理论来源于实践,同时又指导实践。理论的发展带来实践的飞跃。中国的石油地质工作者在油气勘探过程中,先后提出“陆相生油理论”、“源控论”和“复式油气聚集带理论”等,在此指导下,中国的石油工业从松辽盆地走向渤海湾盆地,从东部走向西部,进而走向全国。中国原油产量迅速攀升,在近 60 年的历程中,从年产 $9 \times 10^4 \text{t}$ 增长到 2008 年的 $1.89 \times 10^8 \text{t}$,取得了令人瞩目的成绩。

进入 21 世纪,中国油气勘探进入新的阶段。在东部老油区,随着勘探程度的不断提高,新发现的圈闭规模逐步减小,构造油藏单体规模由 1985 年的平均 $450 \times 10^4 \text{t}$ 降低到 2000 年的小于 $100 \times 10^4 \text{t}$,以构造圈闭为目标的勘探走入低谷。在此背景下,富油气凹陷“满凹含油论”的提出,为油气勘探指明了新的方向,油气勘探跳出二级构造带,走向凹陷,开始在更大范围内寻找岩性地层油气藏。与此同时,岩性地层油气藏地质理论应运而生并开始指导实践,中国石油自 2000 年迎来了新一轮储量增长高峰期,岩性地层油气藏所占比重迅速增加。2006 年,中国石油新增石油地质储量中,岩性地层油藏占到 64%,成为新增储量的主体。相比构造油气藏受背斜和构造高点控制,岩性地层油气藏存在影响因素复杂多样,成藏主控因素难以识别的特点,在一定程度上影响勘探效果。同时,岩性地层油气藏受成藏条件限制,呈现大面积低丰度分布特点,开发难度较大。如何有效识别成藏主控因素,规避勘探风险,寻找低丰度资源中的富集区块,已成为岩性地层油气藏高效勘探和经济开发的关键。

面对岩性地层油藏油气成藏条件复杂,成藏主控因素难辨,圈闭边界不清等诸多困难,为充分化解构造型油气藏勘探困境和满足岩性地层油气藏高效勘探,笔者多年来在密切跟踪国际油气勘探领域风险评价和决策技术前沿,悉数掌握各种技术方法优缺点的基础上,结合不同类型盆地的成藏地质条件,集成建立了一套能满足构造油藏、岩性地层油藏以及复合油藏勘探风险评价与资源丰度模拟的油气资源空间分布预测技术。该技术从断陷和坳陷两类盆地研究出发,依据“复式油气聚集带”和“满凹含油论”,分析盆地不同构造单元主要油气藏类型和成藏条件,确定可能的成藏地质参数和评价标准,力求使评价更

有针对性和可靠性。为使读者能基本明晰风险评价与资源丰度模拟的主要地质基础、关键技术和应用效果,从四个方面展开论述。

(1) 识别主控因素,确定风险评价标准,为风险评价奠定基础。

油气从源到藏经历多个相互关联的环节。每个环节都可能成为制约油气成藏的瓶颈。由于不同类型的盆地油气成藏的地质特点有所差异,控制成藏的关键环节也有所不同,为能全面客观地评价研究对象,需要找准地质特点和成藏主控因素,并制定相对统一的评价标准,以使评价结果能反映客观地质条件,具有现实可比性。

我国陆上含油气盆地受中国板块小集群、多旋回活动影响,呈现多源、多期成藏特征,成藏条件复杂多样。考虑到我国盆地的主要类型以及对油气勘探的指导意义,选择陆相断陷型和坳陷型两类盆地进行研究。

断陷型盆地以渤海湾盆地为代表,此类盆地都存在长期发育的同沉积边界断层。稳定的继承性深洼,丰富的物源条件,以发育小而肥的富油气洼陷为特征,能够形成背斜油气藏、断块油气藏、地层油气藏、岩性油气藏以及复合油气藏等多种类型油气藏,受断裂发育影响成藏条件复杂,但油气富集受二级构造带控制明显,不同二级构造带成藏条件和油藏类型有所差异。其中:①陡坡带离油源近,发育各种扇体,断层可作为油气运移通道,因此后期断层封闭性好坏,就成为形成各种与断层遮挡有关的油气藏的关键;②断陷盆地缓坡带则以寻找局部低幅凸起、坡折带、反向断层或超覆地层尖灭带的地层、岩性油气藏为主;③洼陷带紧邻油源,发育浊积砂体,能否有效识别岩性圈闭是该带油气突破的重要因素;④中央背斜带断层发育,油源充足,成藏条件优越,能够发育各种类型油气藏;⑤边缘凸起带成藏条件较差,需要综合考虑油源、盖层等多个成藏条件综合判断。

坳陷型盆地以松辽盆地为代表,该类盆地具有面积大,原始沉积地形平缓,有效烃源岩大面积分布,且发育大型河流—三角洲沉积体系等特点,油气成藏条件优越。由于坳陷型盆地地形相对平缓,油气除受坳陷内局部隆起(如大庆长垣)控制外,由于大型河流—三角洲砂体的存在,总体呈现大面积含油局面。与断陷型盆地油气成藏受断层明显控制的特点有所差异。该类盆地评价在中央凸起带或局部隆起区,以寻找构造类型油气藏为主;边缘阶地或隆起区,以岩性—构造复合油气藏为主,需要综合考虑油源及油气运移通道和运移指向;而坳陷区则由于充足的油源和大面积分布的砂体,油气大面积分布,勘探以寻找有效砂体(例如河道砂体)为主。

针对上述两类盆地,有针对性地解剖成熟探区,分别从烃源条件、储层条

件、圈闭条件、保存条件和匹配条件五大方面，将 20 多项参数按优劣进行分级，分别制定出断陷型和坳陷型盆地风险评价标准，从而为基于成藏机理的风险评价奠定坚实的基础。

(2) 基于成藏机理和空间数据分析的勘探风险评价方法与研究路线。

油气勘探是逐步缩小不确定性的过程。但是由于地下地质条件的复杂性，在同一研究区的不同部分，由于地质因素（譬如储层、烃源岩等）分布的差异性，油气成藏条件就大为不同，勘探成功的概率也就不同。依据统一标准，定量刻画研究区内每一点勘探面临的不确定性，得到勘探成功概率的评价技术就是勘探风险评价技术。

目前常见的勘探风险评价方法主要包括风险概率评价法、成因模型法（White, 1988 和 1993; Grand 和 Thompson, 1996）、随机建模法、多元统计法、模糊综合评判法等。其中，多元统计为主的多信息集成法是目前最为先进的方法，其优点在于其强大的集成功能：第一，能够集成除“五大”成藏条件外的专家经验信息；第二，信息集成手段丰富，包括多元统计技术、模糊综合评判技术、贝叶斯概率计算方法等，是未来发展的趋势。

本书采用的勘探风险评价技术基于油气成藏机理和空间数据分析，充分运用了统计学中的信息处理和集成技术。利用统计拟合方法检验油气井、干井与成藏地质因素的相关性，逐一识别出成藏主控因素，而后利用马氏距离、模糊数学或费希尔判别法对成藏主控因素进行集成，建立勘探风险评价模板，并在可行性检验的基础上，运用风险评价模板和插值技术完成研究区内各点的勘探风险评价。该技术能够很好地处理和集成油气地质信息，分析信息集成结果与油气钻探结果的关系，能够预测油气分布规律；利用数据空间分布处理技术和图形展示技术，可以实现含油气风险（概率）在空间上的连续可视化，对指导油气勘探、减少勘探风险具有实际意义。在解决了勘探风险（有没有油）的前提下，有多少油就成为关注的焦点，勘探风险约束下的资源丰度模拟技术为此提供了解决之法。

(3) 勘探风险约束的资源丰度模拟方法与研究路线。

油气资源丰度模拟方法，综合了分形理论、傅立叶变换、频谱模拟、有条件频谱模拟等关键技术方法，其中最核心的是分形理论。1967 年，Mandelbrot 首次提出了分形的概念，并于 1975 年创立了分形几何学，并逐步形成了研究分形性质及其应用的分形理论。自相似原则和迭代生成原则是分形理论的重要原则，它表征分形在通常的几何变换下具有不变性，即标度无关性。分形体中的自相似性可以是完全相同，也可以是统计意义上的相似，本书主要指统计

意义上的相似。

分形理论作为一种方法论和认识论,其启示是多方面的,既可以通过认识部分来认识整体,又可以从有限中认识无限。在油气勘探开发中,分形理论主要应用于地震信号滤波、岩石破碎和地质构造的定量解释、储层非均质性与渗透率评价、油气运聚过程的定量评价和油气资源评价等方面。

国外学者 Houghton (1988)、Poon (1993)、Barton (1995) 等,根据油气田数量和储量随勘探工作量增加而增加的特点,认为油气田数量与储量规模之间存在幂函数关系,即分形关系,并根据这一关系预测油气田数量及其规模。国内学者曾怡等也把该理论应用于油田个数和规模的预测,并取得了一定的成效(曾怡,1998;郭黔杰等,1998;金强,1998;陈新等,2001;成秋明,2004;刘晓冬等,2004;宋宁等,2006)。

国内外油气田勘探开发的实践证明,运用分形理论预测油田的个数和规模是有依据的。在勘探初期,圈闭群中大的油气藏多数先被发现;到了勘探中后期,发现的油气藏一般都是中小型的。另外,油气田储量级别(规模)越小,油气田的数量就越多(Divi. R. S., 2004; Laherrere J., 2000),例如,美国 Powder River 盆地的 Minnelusa 圈闭群的油田(Houghton J. C., 1988)、松辽盆地北部气田(刘晓冬等,2004)、苏北盆地金湖凹陷的油田(宋宁等,2006)等。

笔者根据南堡凹陷 543 个油藏、大民屯凹陷 911 个油藏、徐家围子凹陷 16 个气藏和我国 43 个大型油田储量的分布,发现不仅油气藏储量规模分布具有分形特征,储量丰度分布和储量空间分布也具有分形特征。据此,提出了基于随机模拟技术和傅立叶变换功率谱方法的油气资源空间分布二维分形模型,用于描述区带油气资源的分布。通过修正资源丰度、排除高风险区域、设置丰度经济界限,该模型既可以预测不同含油气概率地区的资源量,又能够指出资源空间分布位置。徐家围子凹陷等的应用,成功预测了剩余油气资源的分布,为下一步勘探指明了方向。

(4) 应用实践及效果。

实践是检验真理的唯一标准。为明确评价技术的适用性,从多个方面,多个层次进行应用研究:

①针对不同类型盆地成藏条件的差异,以断陷型和坳陷型两类盆地为研究对象,分别选取渤海湾盆地深县凹陷和松辽盆地古龙凹陷,通过成藏条件的分析、模型建立以及结果检验,分别证实勘探风险评价技术在两类盆地中均具有良好的应用效果,但具体成藏主控因素存在一定差异,相比坳陷型盆地,断陷

型盆地断层的展布对油气成藏影响更为显著。

②针对同一盆地不同区域主要油藏类型的差异,分别选取松辽盆地以岩性油藏为主的古龙凹陷葡萄花油层和以岩性—构造复合油藏为主的肇州—朝阳沟地区扶余油层进行研究,发现两个地区应用效果较好,但成藏主控因素的差异明显,岩性油藏受岩性圈闭、储层特征、油源条件影响明显,而岩性—构造复合油藏明显受构造影响,油气整体运聚对油气富集起重要作用。

③针对评价级别的差异,选取了凹陷(深县凹陷)、区块(肇州—朝阳沟地区)和区带(吐哈盆地有利区带)为研究对象,评价结果均较好。其中在吐哈盆地地区带评价中,引入油气资源空间分布预测技术,不仅实现了各区带多层系综合勘探风险的定量评价,还完成了区带的剩余潜力评价,实现了区带的优选。

综合以上表明,资源空间分布预测技术能够适应各种类型的盆地和不同级别的评价单元,能够识别油气成藏主控因素,完成勘探风险评价和资源丰度的空间展布研究。但是必须指出的是,该方法在多层系综合评价和多油藏类型区块评价中,由于各层系和不同油藏类型油气成藏主控因素的矛盾性(例如作为运移通道的断层在 a 层系可能为成藏有利因素,但在 b 层系中恰恰是破坏因素),可能致使成藏主控因素难以识别,影响最终评价结果,因此,在实际工作中最好以单层系评价和成藏条件相似的区块评价为主。相信只要扬长避短,在实践中充分利用和发挥技术优势,资源空间分布预测技术必将带来广泛而有效的应用,为中国石油工业的高效经济勘探提供技术支持。

上篇 方法篇

第1章 油气勘探风险评价的地质理论基础

100多年的油气勘探实践证明,成功的油气勘探活动离不开正确的地质理论指导。运用油气成藏地质理论,分析和研究不同类型盆地的油气成藏规律,识别油气成藏的主控因素,是准确评价油气勘探风险的基础,也是建立可靠的风险评价参数体系的前提。

我国陆上含油气盆地具有长期、多旋回的板块构造演化历史,造成我国广泛发育不同构造性质原型盆地以及相互叠加的叠合盆地,如渤海湾盆地、鄂尔多斯盆地、四川盆地和塔里木盆地等。多样化的盆地类型和多重复合的盆地特点,决定了我国油气勘探风险评价的复杂性。为了便于总结,本书将分别对两类与我国油气勘探密切相关的陆相断陷型和坳陷型盆地的油气成藏规律进行研究,并力图识别其主控因素。

1.1 陆相断陷盆地油气成藏规律的研究与主控因素的识别

陆相断陷盆地均以强烈的断陷、火山作用、高热流值和高沉积速率为基本特征,因此具有生烃能力强、热演化程度高、油气丰富、油气就近聚集、易形成复式油气藏等特点。我国的渤海湾盆地古近纪属于典型的陆相断陷盆地。该盆地由于经历多旋回的构造运动,形成了多期成盆、多凹共生、多构造带类型、多物源、多类型沉积、多元复合成烃、多期次运聚、具备多种油气成藏组合的特点。该类盆地的地质力学特征以拉张为主,在地壳隆升、拉张、裂陷、挤压、重力滑脱、沉积压实等地质应力的作用下,形成穹隆背斜、挤压断裂背斜、滚动背斜、披覆背斜、盐拱背斜等圈闭,它们是油气聚集的重要场所(李丕龙等,2003)。

1.1.1 二级构造带油气成藏规律

陆相断陷盆地可分为单断型、双断型、复合型三种。其平面样式有侧列式、雁列式、锯齿状、狗腿式、分叉式等。盆地(或凹陷)内一般分陡坡带、