

中国石油天然气总公司勘探局圈闭描述评价软件开发部
石油勘探开发科学研究院北京吉思达石油高新技术集团



圈闭描述评价原理 及 **TrapDES 1.0** 使用指南



石油工业出版社

登录号	147185
分类号	P618.130.2
种次号	200

圈闭描述评价原理及 TrapDES 1.0 使用指南

中国石油天然气总公司勘探局圈闭描述评价软件开发部
石油勘探开发科学研究院北京吉思达石油高新技术集团



石油大学 0150472

石油工业出版社

内 容 简 介

本书是为了推行石油天然气总公司勘探局现代勘探的思路,根据勘探规范的要求,由总公司勘探局主持,在对各油气区圈闭描述评价地质模型和评价理论及方法研究的基础上编写的。除总论外,分成上下两篇,上篇包括原理和方法,下篇包括圈闭描述评价软件(TrapDES 1.0)使用指南。这样,读者不仅可以掌握和了解圈闭描述评价软件的使用和功能,而且还可查阅和系统学习圈闭评价的理论和方法。

可供从事油气勘探开发的石油地质和开发地质专业的科研技术人员、软件工程师参考使用,亦可供有关院校师生参考。

*

曲德斌 胡素云 秦俭 宋国春 编著

图书在版编目(CIP)数据

圈闭描述评价原理及 TrapDES 1.0 使用指南/中国石油天然气总公司勘探局圈闭描述评价软件开发部,石油勘探开发科学研究院北京吉思达石油高新技术集团编.

北京:石油工业出版社,1998.5

ISBN 7-5021-2295-8

I. 圈…

II. ①中…②石…

III. 圈闭-评价-应用软件, TrapDES1.0

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 11389 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)

北京人民警察学院京苑印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

责任编辑:周家尧 封面设计:秦俭 施云

*

787×1092 毫米 16 开 9.625 印张 180 千字 印 1-1000

1998 年 5 月北京第 1 版 1998 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2295-8/TE·1912

定价:25.00 元

序 言

圈闭描述评价是油气勘探过程中的重要环节,对指导井位部署、提高圈闭钻探成功率具有重要的意义,是提高勘探效益的可靠基础。为了切实推行石油天然气总公司勘探局现代化勘探系统的思路,按照勘探规范要求,通过对各油气区圈闭描述评价地质模型和评价理论及方法的研究,编制了一套行之有效的、可操作性强的软件系统,可以达到提高圈闭描述评价的科学性和准确性之目的。对实现现代化与科学化的勘探、提高勘探效益、增储上产具有重要的现实意义。

圈闭描述评价软件系统研制是 1994 年由中国石油天然气总公司勘探局提出的盆地分析模拟、圈闭描述评价、油气藏描述评价、勘探生产管理数据库和勘探规划计划决策五个综合软件平台计划而设立的,由圈闭描述评价软件开发部负责实施和完成。几年来,通过软件开发部研究人员的积极工作和通力合作,目前已研制完成了圈闭描述评价软件的第一版(TrapDES 1.0),现将研究成果和文档资料编制成册,除总论外,分成上下两篇,上篇包括原理和方法,下篇包括圈闭描述评价软件用户操作指南。这样,读者不仅可以掌握和了解圈闭描述评价软件的使用和功能,而且还可查阅和系统的学习圈闭评价的理论和方法。

圈闭描述评价软件是在中国石油天然气总公司勘探局的直接领导、支持和资助下完成的。从项目立项、组织准备和研制开发,一直得到总公司勘探局原局长丁贵明、勘探局局长高瑞祺的关怀和支持,同时,得到了吕鸣岗总地质师、赵化昆总工程师的具体指导和热情帮助,郭黔杰博士和辛文杰博士一直主持并参与了总体设计和整个研制过程,值此 TrapDES 1.0 版面世之际,一并表示衷心的感谢。另外,对一直关心、支持本项目的总公司勘探局穆剑博士、杨庚博士、北京石油勘探开发研究院武守诚高级工程师、汤磊博士、潘志坚博士、包世界高级工程师、石油大学(北京)葛家理教授、陈小宏博士、大庆油田蒋鸿量高级工程师、新疆油田刘全稳高级工程师、中国科学院地质所秦晓光博士表示衷心的感谢!

编写者

1998 年 4 月

目 录

第一章	总 论	1
§ 1.1	圈闭评价研究的目的和意义	1
§ 1.2	圈闭评价研究的内容	1
§ 1.3	圈闭评价研究的总体思路和技术路线	3
§ 1.4	圈闭评价研究成果及特点	4
上 篇	圈闭描述评价原理与方法	
第二章	圈闭评价的地质模型建立	9
§ 2.1	控油地质因素的选择	9
§ 2.2	圈闭成油条件分析	10
§ 2.3	圈闭评价的地质参数体系及等级划分	15
第三章	圈闭评价指标集确定理论研究	19
§ 3.1	评价指标集的全面性研究	19
§ 3.2	评价指标集的有效性研究	19
§ 3.3	评价指标集的离散性研究	22
§ 3.4	评价指标集指标权重的研究	26
第四章	圈闭地质评价方法研究	35
§ 4.1	地质风险概率方法	35
§ 4.2	模糊数学综合评判法	36
§ 4.3	专家系统方法	39
§ 4.4	人工神经网络方法	42
§ 4.5	基于混合专家神经网络的圈闭评价方法	49
§ 4.6	定性排队法	50
§ 4.7	评分法	51
第五章	圈闭油气资源量计算	53
§ 5.1	圈闭资源量估算模型	53
§ 5.2	圈闭油气资源量计算参数研究	54
§ 5.3	圈闭资源量估算的数学方法	65
第六章	圈闭经济评价	73
§ 6.1	圈闭勘探经济评价	73

§ 6.2	圈闭开发经济评价	77
§ 6.3	现金收益评价	80
第七章	圈闭综合评价研究	83
§ 7.1	圈闭综合评价方法	83
§ 7.2	风险矩阵方法	85
§ 7.3	考虑更多因素的圈闭综合评价	86
下 篇	TrapDES 1.0 使用指南	
第八章	软件概述	91
§ 8.1	软件简介	91
§ 8.2	软件的功能和特点	91
§ 8.3	软件总体结构	93
第九章	软件安装	97
§ 9.1	软件的运行环境	97
§ 9.2	软件的安装步骤	97
§ 9.3	软件的启动	97
第十章	软件的操作	99
§ 10.1	圈闭数据管理	100
§ 10.2	圈闭地质评价	110
§ 10.3	圈闭资料可信度评价	124
§ 10.4	圈闭资源量估算	126
§ 10.5	圈闭经济评价	130
§ 10.6	圈闭综合评价	132
§ 10.7	圈闭评价的结果输出和查询	138
第十一章	软件使用注意事项	143
§ 11.1	软件的帮助功能	143
§ 11.2	建议的操作程序	144
§ 11.3	系统故障处理	144
§ 11.4	版本说明	145

第一章 总论

§1.1 圈闭评价研究的目的是和意义

油气资源是发展石油工业的物质基础。油气资源评价既是认识一个地区油气地质规律的过程,又是为下一步油气勘探规划和部署提供科学依据的过程。1909年戴伊(美国)首先开始了这方面的工作,但是,直到50年代,这方面的工作只是处于简单的估算阶段。此后,随着石油地质理论的发展,特别是油气生成研究的不断深入以及数学地质学和计算机技术在油气勘探领域的广泛应用,油气资源评价方法及技术得到了很快的发展。目前,世界上各油气探区的勘探决策,几乎都要进行深入、细致的油气评价工作。

对各勘探区的油气资源评价,是建立在油气基本地质条件综合分析基础上的,而油气基本地质条件又受区域构造——沉积地质单元所制约。此外,在不同的油气勘探阶段,其勘探对象和勘探程度又有很大的不同。所以油气资源评价可分为区域评价(凹陷评价)和局部评价,而局部评价又可分为区带评价和圈闭评价。本书的内容属于圈闭评价的范畴。

圈闭是捕获、聚集和保存油气的场所,是油气聚集的基本单元。圈闭是油气勘探的主要对象。因此,圈闭评价是资源评价中最基础的评价内容,它与油气勘探生产实践的关系最密切,其评价的准确性直接影响着油气资源量或油气储量的可靠性。圈闭评价的目的不仅是认识圈闭含油(气)性,同时也为下一步的圈闭勘探决策提供具体而充足的依据。

为了切实推行现代化勘探系统的思路,按照勘探规范要求,通过对各油气区圈闭描述评价地质模型和评价理论及方法研究,编制了一套行之有效的、可操作性强的微机上运行的圈闭描述评价系统软件,进一步提高圈闭描述评价的科学性和准确性。与已完成的盆地分析模拟、油气藏描述项目结合在一起,可以实现现代化与科学化的勘探,对提高勘探效益,增储上产具有重要意义。

§1.2 圈闭评价的研究内容

圈闭描述评价是从发现圈闭开始,直到经钻探试油,在圈闭上有一口探井获得工业油气流并计算出预测储量为止。其最终目的是确定其中是否存在工业油气

藏。在评价期间要进行一系列的勘探工作，不断获取新的资料。这些工作包括：①进行地震详查，优选出开展预探的圈闭；②完成预探井钻探，选定测试层位；③进行各种测试，确定油气产能。在此期间，评价工作和现场勘探工作要及时进行信息反馈，以使得勘探工作随评价结果的变化而及时进行调整，评价结果随勘探资料的不断补充而更接近客观实际。从这一点来看，圈闭评价工作应是一个动态过程，图 1-1 给出了圈闭评价的工作流程图。

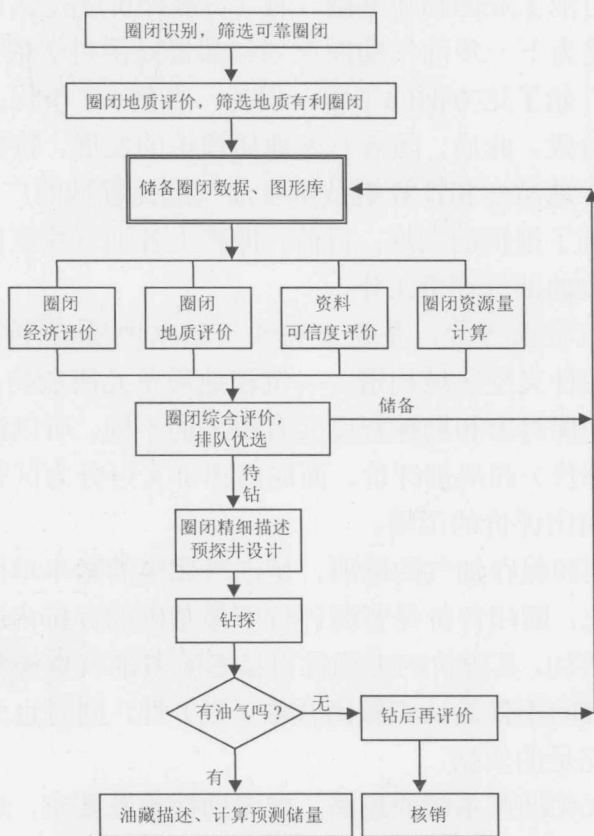


图 1-1 圈闭描述评价工作流程图

根据总公司勘探局的布署，考虑到目前国内外圈闭评价研究和应用的现状以及实际评价工作的要求，本项研究主要开展如下几方面的工作：

- ◆ 圈闭地质评价（地质风险分析）
- ◆ 圈闭资料可信度评价
- ◆ 圈闭资源量计算
- ◆ 圈闭经济评价

- ◆ 圈闭综合评价及排队优选
- ◆ 圈闭描述评价数据、图形库（二级项目库）
- ◆ 圈闭描述评价软件平台

§1.3 圈闭评价的总体思路和技术路线

根据圈闭评价研究内容的要求，考虑到相互之间的逻辑关系，按照理论上力求创新，操作上要实用的原则，圈闭评价的总体思路确定为：根据盆地分析模拟结果和地震资料，借用油气藏描述评价提供的主要方法，分别研究和分析地质评价模型、资料可信度模型、资源量计算模型和经济评价模型，并给出相应的求解（计算）方法。在得到了相应的定量描述后，通过定义综合评价系数，进行综合排队、优选和分类。作为最终评价工具的评价软件，考虑了国际软件技术的潮流和发展趋势，具有较好的实用性和对不同硬件环境的适应能力，便于推广使用。

技术路线框图如图 1-2 所示。

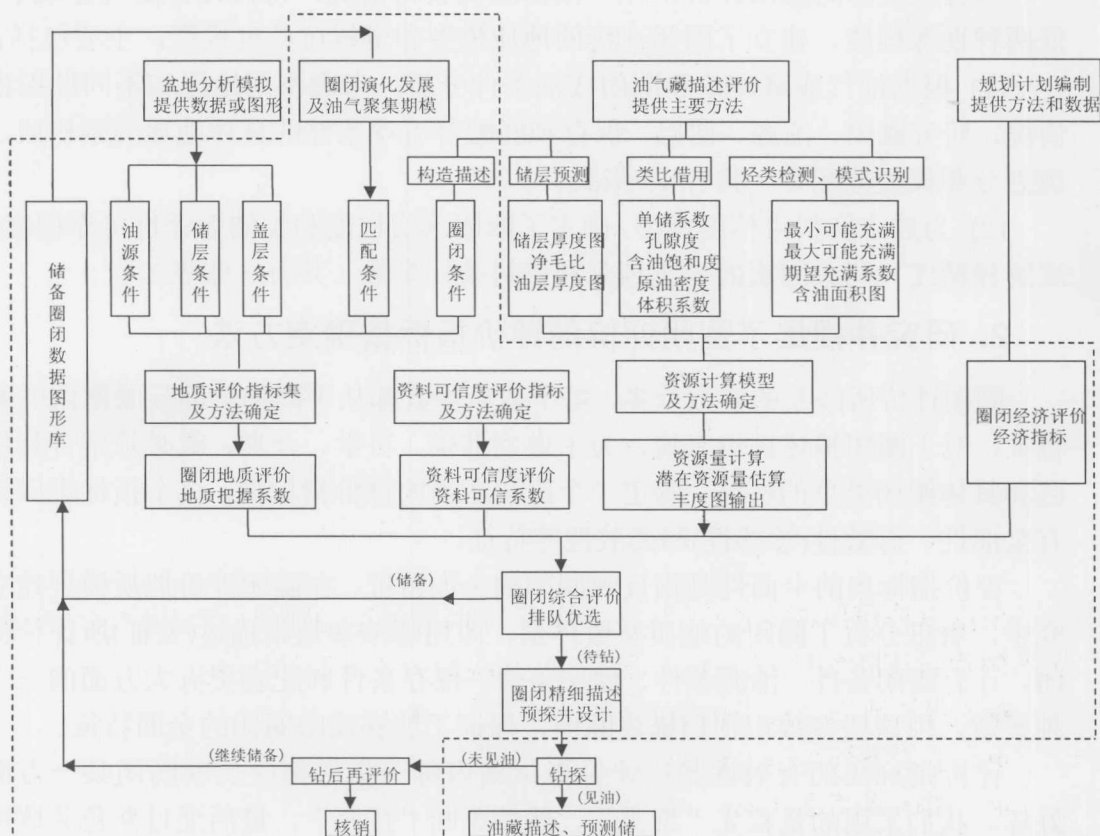


图 1-2 圈闭描述评价技术路线框图（虚线内为本项研究的内容）

§1.4 圈闭评价项目研究成果及特点

圈闭描述评价研究是中国石油天然气总公司勘探局主持的重点攻关项目, 本项研究在有关领导和专家的大力支持和热情帮助下, 通过项目组研究人员的积极工作和通力合作, 取得了下述各项成果。

一、理论和方法研究

考虑到圈闭描述评价的复杂性, 在总体设计的基础上, 本研究从系统工程的角度, 对圈闭地质评价参数体系、评价指标集确定、圈闭地质评价、资料可信度评价、资源量计算、圈闭经济评价和圈闭综合评价等方面进行了理论和实践上的系统和深入的研究, 为圈闭描述评价软件的准确性和可靠性奠定了坚实的基础(详见上篇: 圈闭描述评价原理与方法)。

1. 建立了圈闭评价的地质模型和资料可信度模型

为适应全国的圈闭评价工作, 根据地质资料情况, 将待评价圈闭分成了高、低两种勘探程度, 建立了圈闭评价的地质模型和资料可信度模型, 主要包括:

(1) 根据油气成藏理论和圈闭成油条件分析, 考虑不同地区和不同勘探程度情况, 研究圈闭、油源、储层、保存和匹配等五项条件的具体地质因素构成、等级划分和权值分配等(共有 15 张表)。

(2) 为建立资料可信度模型, 确定了圈闭落实程度和生储盖评价可靠程度(地层解释精度)两大因素的等级划分和资料条件系数(共有 3 张表)。

2. 研究并提出了圈闭评价的评价指标集确定方法

圈闭评价所涉及的参数众多, 每个地质参数都从不同的侧面反映圈闭的某些特征, 对于圈闭描述评价来说, 为了做到准确、科学、合理, 就必须结合具体地区和具体圈闭类型的特征, 确定一个比较适当的评价指标集, 这个指标集应该具有全面性、有效性(敏感性)和离散性等特征。

评价指标集的全面性是指反映圈闭的全面特征, 在圈闭评价地质模型建立研究中, 着重分析了圈闭的地质参数体系, 即用哪些参数来描述(表征)所评价的圈闭, 计有圈闭条件、油源条件、储层条件、保存条件和配套史五大方面的三十多种参数, 用这些参数识别和描述圈闭, 保证了能够反映圈闭的全面特征。

评价指标集的有效性是指评价指标集内每一指标都应反映圈闭某一方面的好坏。我们采用的是首先“聚类”, 然后不断“排序”, 最后通过灰色关联度矩阵的动态聚类分析方法确定有效性。

评价指标集的离散性是指各指标之间相互无关或相关度较小,即离散性强。可以在引入累计贡献率、相关关系、正交变换等概念的基础上,用统计学中的主成分分析法来解决。

另外还进行了指标权重的分析和处理。

3. 研究并使用了多种圈闭地质评价方法

圈闭评价方法对圈闭评价结果的准确性和客观性非常重要。圈闭评价过程中,既有定量计算又有定性描述,同时更多地涉及到非有序、非确定的判断,所以需要建立评价方法库,针对不同的地区和条件,智能调度适当的方法。如果需要的话,也可以进行多种不同方法的综合和相互协调、相互融合补充。评价方法有:

- (1) 地质风险概率法;
- (2) 模糊数学评判法;
- (3) 专家系统方法;
- (4) 神经网络方法;
- (5) 混合专家神经网络法;
- (6) 综合评价法。

4. 资源量估算

其中包括:

- (1) 圈闭资源量估算模型;
- (2) 圈闭油气资源量计算参数研究;
- (3) 圈闭资源量估算数学方法。

5. 圈闭经济评价研究

其中包括:

- (1) 圈闭勘探经济评价;
- (2) 圈闭开发经济评价;
- (3) 圈闭现金收益评价。

6. 提出了圈闭综合评价方法

该方法考虑多种因素(包括地质评价、资料可信度评价、资源量、圈闭经济评价、埋深、储层优劣和地表工程条件等)和多种模式(二因素图和多因素图)。其中包括:

- (1) 加权平均法;

- (2) 系数定义法;
- (3) 模糊评判法。

二、软件研制

研制并正式定型了圈闭描述评价软件的第一版,并编写了相应的软件文档资料,软件的功能和特点详见下篇:圈闭描述评价系统软件(TrapDES 1.0)的使用。

上 篇

圈闭描述评价原理与方法

第二章 圈闭评价的地质模型建立

作为油气聚积而形成油气藏的场所,圈闭是圈闭评价的直接对象,要进行圈闭评价的方法研究以及软件研制,首先必须分析和研究圈闭的地质特征、表征圈闭的各种因素、各种因素的系统归纳和分类、相应的等级划分以及定量化描述等,最后建立圈闭评价的地质参数体系以及相应的评价标准。

§2.1 控油地质因素的选择

圈闭评价地质模型的建立是以分析圈闭的成油机理为基础,其目地在于分析圈闭各控油条件组合的好坏,以便从地质的角度对圈闭含油气的可能性作出确切的评价。通常情况下,圈闭评价的可信度主要受来自各控制油气田(藏)形成的地质因素的不确定性和资料的可信度两个方面的影响。造成地质因素的不确定的原因主要来自两个方面的因素:一是油气田(藏)的形成过程是一个极为复杂的漫长的历史过程,人们不可能直接掌握至少几千万年前所发生的油气生成、运移、聚集的复杂过程;二是由于受资料程度与认识程度的限制,人们对于地质条件的认识不可能达到完全准确的程度;在加上大量的物探和地质资料都具有多解释性,将不可避免地造成人们对不同评价区不同评价目标的聚集条件认识的不同。因此,在圈闭评价中,人们往往以对某个评价区的油气藏类型及其形成规律的基本认识为基础,选择合适的控制油气田(藏)形成的基本地质因素(简称控油因素)为基本评价参数,对评价区的评价目标(圈闭)进行含油气评价。一般说来,控油因素的选择按以下原则进行:

- (1) 尽量选择有实际资料的地质因素作为控油因素;
- (2) 注意突出主要的控油因素;
- (3) 注意与油气藏形成要素的有机结合;
- (4) 当资料不足时,尽量少选一些控制油气形成的地质因素。

在具体软件设计中,所选择的控油因素可以由单项地质条件组成,也可以把若干项地质条件归并作为一项条件。为了能在同一水准上总结以往评价经验,评价出不同地质及资料条件下的各控油条件组合的好坏,我们认为各评价区地质特点虽有差异,但影响圈闭油气聚集条件不外乎是生、储、盖、保、运、聚等动、静条件的不同形式的组合。在这种前提下,评价软件的设计把众多的地质条件归并为五大类,即圈闭条件、油源条件、储层条件、保存条件及配套条件。考虑到

资料条件的可靠程度对地质条件可信度的影响,我们又引入资料条件作为评价参数的补充。上述各条件都可以包括若干地质因素,无论是各大类地质条件,还是它们所包含的每项地质因素都应是彼此独立的,若某项因素不具有独立性,应事先对其进行处理,使其具有较好的独立性(详细研究见第三章的内容)。

§2.2 圈闭成油条件分析

本圈闭评价软件是针对无发现圈闭,即目前还没有钻井的圈闭和已钻井无任何发现的圈闭而设计的。由于目前在这些圈闭上还没有证实油气的存在,因此圈闭的含油气性评价的主要内容是从圈闭、保存、储层、油源、配套等五个方面进行评价分析,以确定圈闭的含油气概率及该圈闭地质条件的优劣。具体考虑的因素如下。

一、圈闭条件的确定

圈闭条件是圈闭评价的基础,它主要依赖于地震工作确定。一般来讲,圈闭条件的好坏受地震测网密度、剖面质量、钻探程度、解释可信度、圈闭类型、圈闭规模以及圈闭的闭合形式等几方面因素的影响。

1. 测网密度

测网密度对圈闭条件的影响主要表现在测网密度对圈闭控制的有效程度上,通常情况下,圈闭区的测网密度越大,圈闭的落实程度也就越高,圈闭越可靠。

2. 剖面质量

剖面质量的好坏,对地震解释精度有着重要影响。剖面质量好,地震反射波组可连续追踪,断层断点显示清楚,其解释的精度高,圈闭的可信度也就高。

3. 解释可信度

解释的可信度一般受剖面质量、是否有钻井资料控制以及解释人员的工作经验等因素影响,一般地,剖面质量好,有钻井资料控制,解释人员经验丰富,解释的可信度就高,从而圈闭的可信度也高。

4. 圈闭类型

圈闭类型对圈闭条件的影响主要表现在两个方面,一是圈闭类型越好,形态

完整,圈闭条件越好;二是圈闭类型简单、形态完整的圈闭,落实程度一般较高,圈闭较可靠。

5. 圈闭面积、幅度

圈闭的面积、幅度对圈闭条件的影响也表现在两个方面:圈闭面积、幅度大的圈闭,其圈闭条件好,且圈闭容易落实,圈闭的可靠程度较高。反之,圈闭条件较差,圈闭相对难落实,其可靠程度相对亦低。

6. 圈闭的闭合形式

圈闭闭合形式有构造等高线闭合、地层闭合、断层闭合、岩相闭合等几种,一般来说,构造等高线闭合优于地层闭合、断层闭合及岩相闭合。

圈闭条件的好坏由上述各因素综合确定,具体评分标准依评价区的勘探程度及实际资料情况确定。

二、油源条件的确定

油源条件分析是圈闭评价的重要内容之一,其目的在于确定评价圈闭有无烃类来源,是油还是气,油气丰富程度如何?因此,在评价中,首先应搞清圈闭区的烃类源于那个层位,进行烃源对比,并对其有机质丰度、类型、成熟度及烃源岩产率进行评价,然后进行圈闭供烃输导层分析,并从平面上进行供油单元的划分。油源条件的分析应在上述工作的基础上,考虑生油岩有机质类型、有机质丰度、生油岩厚度、生油岩热演化程度、运移通道、运移距离及排烃指向等因素。

1. 生油岩有机质类型

生油岩有机质类型可划分为I型(腐泥型)、II型(混合型)、III型(腐殖型)等类型,评价中每种类型的生油岩给出不同的系数值,具体系数值的给定视评价区的地质情况而定。

2. 有机质丰度

评价系统采用有机碳含量、生烃潜量(S_1+S_2)及氯仿沥青“A”含量来衡量有机质丰度大小。一般来说,有机碳含量高, (S_1+S_2)大,氯仿沥青“A”含量高,其生油岩生油条件好,反之,则生油条件较差。不同地区应根据实际资料,制定适合本地区的丰度分级标准。

3. 生油岩厚度

在其它条件相似的情况下,油源条件与生油岩厚度有关,生油岩厚度愈大,