

文章编号: 0253-2697(2005)增刊-0012-06

油气资源评价的总体思路和方法体系

赵文智¹ 胡素云^{1,2} 沈成喜¹ 陈恭洋³

(1. 中国石油勘探开发研究院 北京 100083; 2. 中国石油大学 北京 102249; 3. 长江大学地球科学学院 湖北荆州 434023)

摘要: 中国石油天然气股份有限公司“主要含油气盆地油气资源评价”项目是在我国石油工业重组改制后的新形势下开展的,在评价中建立和采用了一套既符合国际上通行做法,又与评价区的实际勘探和地质特点相结合的评价流程和评价方法体系。该体系具有3个明显的特点:①按盆地和区带两大层次建立相应的评价方法;②无论是盆地评价层次还是区带、区块等目标评价层次,都按成因法、类比法和统计法三大类方法建立各自的评价体系;③该体系经过了多种方法的相互验证及在成熟区评价中的具体检验,依据勘探程度和评价对象的不同,建立了有针对性的评价方法。

关键词: 油气资源;评价方法;评价思路;评价流程;中国石油

中图分类号: TE16 文献标识码: A

Philosophy and methodology of oil and gas resource assessment

ZHAO Wen-zhi¹ HU Su-yun^{1,2} SHEN Cheng-xi¹ CHEN Gong-yang³

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China; 2. China

University of Petroleum, Beijing 102249, China; 3. Geoscience Institute of Yangtze University, Jingzhou 434023, China)

Abstract: The project of oil and gas resource assessment of main petroliferous basin implemented by PetroChina Company Limited was put in practice under the new condition of recombined petroleum industry of China. In the process of assessment, a set of assessment programs and systems that consistent with the international accustomed option and be combined with the actual characteristics of exploration and geology of China were established and operated. The assessment system has 3 obvious characteristics as follows: (1) The assessment method was established aiming at the features of basin and play; (2) The assessment methods for basin, play and block all were established according to genesis, analogy and statistic methods; (3) The assessment system was validated with multi-method and used in the matured areas. According to the different exploration degree and different assessment objects, the corresponding assessment methods were established.

Key words: oil and gas resources; assessment method; assessment philosophy; assessment process; PetroChina Company Limited

我国在“六五”期间进行了第一次全国性的油气资源评价,“八五”期间又进行了第二次油气资源评价。这两次资源评价都是国家级的评价,主要是为国家能源计划和中国石油工业勘探决策提供依据。

1998年,我国的石油工业体制发生了根本性的转变,石油行业重组为三大跨国石油企业并在境外上市。因此,重新进行中国石油天然气股份有限公司(以下简称中国石油)范围内的油气资源评价也就成了十分紧迫的问题。2000年中国石油确立了“主要含油气盆地油气资源评价”重点研究项目。这次评价的主要理由和目的是:

(1) 由于股份公司经营范围的变化,原来三级地质资源的评价结果与实际情况产生了很大的变化,已不能满足股份公司勘探规划的需要。因此,本次评价

重点是突出中国石油矿权范围的资源潜力评价和管理,准确地摸清自己的家底。

(2) 资源评价要实现与国际接轨。这就需要重新规范股份公司资源评价的方法和管理系统,建立股份公司通用的三级资源评价体系(盆地、区带、圈闭);同时要与国际各大油公司通用做法接轨,改变以往只进行地质资源评价的状况,对资源进行可采资源和地质资源两级资源评价与动态管理。

(3) 新的体制要求有一套符合要求的动态评价体系。按照国际上石油公司的通行做法,在统一规范、标准、参数、方法和流程的基础上,提供可以满足国家、股份公司、生产作业公司3个层次评价的集成化软件与数据库支持系统。

基金项目:中国石油天然气集团公司“十五”重点科技攻关项目“主要含油气盆地油气资源评价”部分成果。

作者简介:赵文智,男,1958年9月生,2003年获中国石油勘探开发研究院博士学位,现任中国石油勘探开发研究院副院长,教授级高级工程师,博士生导师。E-mail:wzzhao@public.bta.net.cn

1 国际上油气资源评价的通行做法

在本次油气资源评价过程中,首先对国际上的油气资源评价通行做法进行了大量的调研工作,调研范围涉及到23个国家或团体以及12家公司的资源-储量定义与分级分类标准、评价方法、评价流程、软件和数据库系统等内容。通过归纳总结,国际上在油气资源评价方面的通行做法可以总结为以下3个方面。

1.1 明确的资源定义和分级

无论是哪一个层面的资源评价,首先都要建立一套明确的资源定义和分级标准。这既是油气资源评价成果的归属,也是一套对外发布和交流的依据。归结起来一般有3类分级分类体系:

(1) 政府机构和监管团体的定义 如:美国证券交易委员会(SEC)、美国地质调查局(USGS)、加拿大地质调查局(CGS)等。

(2) 行业组织和专业委员会的定义 如:世界石油大会(WPC)、石油工程师学会(SPE)、加拿大石油学会(PSC)、挪威石油理事会(NPD)等。

(3) 经营公司的定义 各油公司因其承担风险能力的差异,在资源尤其是储量上都具有自己的定义和分级标准。在上述体系中,无论是哪一个层面上的定义和分类,都遵循地质认识程度和经济可行性两个基本坐标,即麦凯尔韦分类体系^[1]。

但根据评价的目的不同和评价者对资源认识上的差异,对资源的定义、分级标准和评价的侧重点是有区别的,总体上可分为3种代表性的分类体系^[2,3]:

(1) SPE分类 不提供资源量的评价,储量的评价结果是确定性的,且估值持保守态度。预测+控制储量的可信度为50%,探明储量为100%。该分类适用于勘探成熟地区的储量评价。

(2) WPC分类 对于资源和储量的评价都采用概率定义,但在理解上是不同的。探明储量(P1)确定值为90%,探明储量+控制储量(P2)确定值为50%,探明储量+控制储量+预测储量(P3)确定值为10%。这就是我们常说的3P储量。资源量的取值也是采用这3个评价的概率值,但对于低勘探程度的评价区,是不能与3P储量相对应的;只有在勘探程度高的成熟区,资源评价结果的取值才比较接近于3P储量。

上述两种分类,都是强调技术可采和经济可采概念,并且只管理剩余可采储量和剩余可采资源量,同时更强调油气资源的资产属性。

(3) 前苏联的分类 属乐观评价,只注重资源属性,只对总资源量和原始地质储量进行评价,与勘探阶段明确对应。长期以来,我国在计划经济体制下就是

采用这种分类。这也是我们与国际上其他油公司之间的一个重大差别之一。除此之外,国际上各油公司因其对风险的认识不同,对资源和储量的认识有很大的差别,基本上没有统一的标准,尤其是对储量的定义标准差异最大。

1.2 注重评价流程的设计,评价方法简单而针对性强

在国际上所有的评价工程中,评价流程的设计是非常重要的。面对评价对象,任何评价者在最初的计划阶段,都必须认真分析和确定输入资料、确定研究范围和评价的基本单元,考虑评价的目的和输出结果的特点,最终才能选定评价的具体方法。总结起来,基本上包括了以下12个关键环节。

(1) 确定资源评价的目的主要是指该资源评价是短期用途还是长期用途。短期评价强调价格和资源量的将来供应预测和各种经济条件下的供应预测,用于制订勘探计划或租赁区的评估;长期评价则是预测长期的供应趋势,需要建立资源信息库,不考虑或弱化经济、技术和政治条件,评价资源的枯竭问题,为制订国家长远的能源政策服务。

(2) 确定评价区的边界,确定评价区所有不同程度的资料(包括勘探阶段和勘探历史、地质和地球物理资料、钻井资料、油田资料、产量和储量数据),进行综合研究与评价。

(3) 对产品类型、储量和资源的分类建立一个明确的、标准化的术语系统,主要指评价的技术规范和储量—资源分类分级体系。

(4) 确定、论证和建立整个研究过程中需要使用的所有理论方法和基本假设。

(5) 确定评价过程中的各种资源状况,包括人力资源、财力资源、允许时间、现有技术和设备状况、信息资料数据库系统等。

(6) 在只考虑可获得的资料情况下,确定最佳的资源评价方法。即列出所有评价单元可以使用的方法。

(7) 从整个评价流程的科学操作上考虑,确定最能满足整体评价目的的资源评价方法。

(8) 确定在现有人力、财力资源下,在允许的评价时间内切实可行的资源评价方法。

(9) 确定哪种资源评价方法能全部满足特定的资源评价项目的要求。

(10) 确定在最终选定评价方法时,对适用于多种方法情况下的折衷选择原则。

(11) 确定完成资源评价总体任务的可能性和对评价项目要求的满足程度。

(12) 针对上述问题,形成文件材料,作为整个资

源评价的指导性文件。

由此可见,预先设计好整个资源评价的流程,充分预测评价过程中可能遇到的各种问题,是保证评价任务完成和完成质量的关键。

在具体方法的选择上,无论是哪个层面的评价都是非常简单的。针对不同勘探程度、不同认识程度的评价目标,可用于资源评价的方法选择见图 1^[4]。但在一个具体的评价任务中,最终选定的方法主要以一

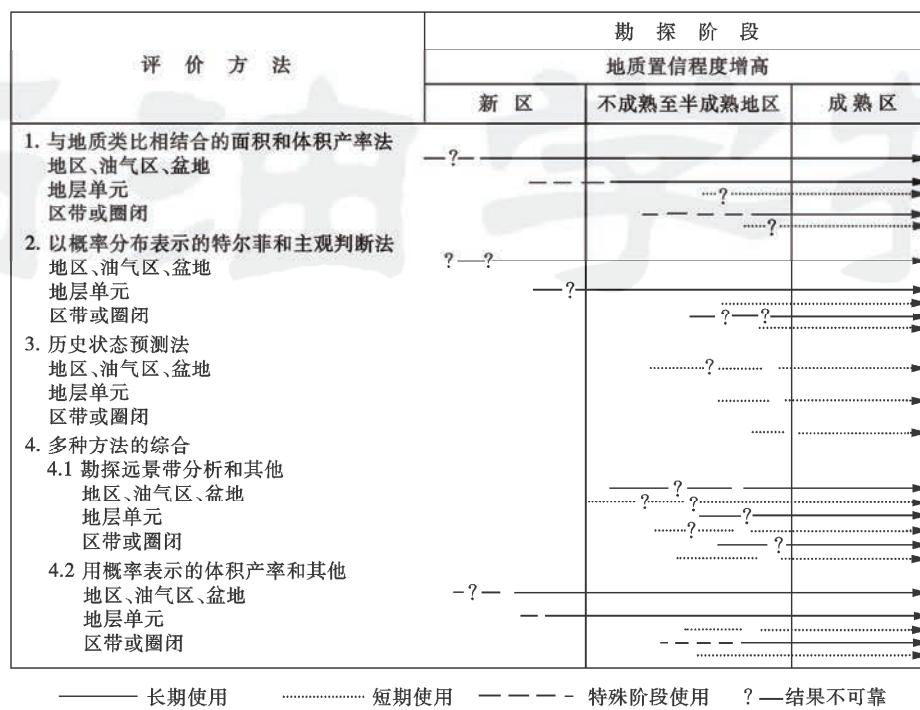


图 1 不同勘探阶段的资源评价方法^[4]

Fig. 1 Resource assessment methods for different exploration stages

种方法为主导,其他方法用于辅助评价或验证。如 1987 年,美国地质调查局(USGS)和矿产管理局(MMS)在对全美的待发现常规油气资源的评价中,采用了远景区带分析法,风险分析采用油气地质因素分析及估算的待发现油气藏大小和数量的概率估算方法,实际上是一种模型与统计相结合的方法^[5];而 USGS 在 1995 年的评价中只增加了储量增长评价方法^[6];2000 年的评价则主要采用油田规模序列和勘探发现历史统计为主的方法。

总的来说,国际上在对油气资源评价方法的选择上已经形成了一个基本的共识,即:在中、高勘探程度的评价区,以已知油气田资料和勘探资料为信息基础,以统计评价为主导方法;而对低勘探程度的评价区,最适用的方法则是体积(或面积)类比法,风险分析都是采用成藏地质因素分析法。而以盆地模拟技术为主导的成因法,在国外的普遍认识是:由于油气形成过程的很多不知性,所以在油气资源评价中,尤其是商业性的油气资源评价中一般用于成藏过程中的一些关键地质过程的分析。

1.3 注重资源评价的信息化建设和软件平台建设

统计法和类比法是国际上使用最多的评价方法。

从这两类方法的理论基础上看,统计法需要有足够的样本;类比法则需要足够空间的比较标准。要满足这些条件,就必须要有信息量足够大的数据库系统的支持。所以,国外对资源评价信息库的建设是非常重视的,无论是面对国家级的资源评价机构,还是一个具体的石油公司,都具有一个资源评价的信息库支持系统,而其信息的来源大致分为 3 个渠道:①公开出版或公布的数据,②自身生产过程或研究过程中获取的数据,③购买的商业性数据等。

由于资源评价工作是一项复杂的系统工程,涉及到的专业知识门类多、评价目标和评价类型多、评价目的多和成果的应用层面广等特点,必须要有一个功能齐全和强大的软件系统才能胜任。所以,国外任何一家评价机构,都具有一套资源评价的软件系统,如美国的 PRESTO III 系统、加拿大的 PETRIMES 软件和各油公司自己开发的软件系统等。

资源评价的软件系统与数据库平台相结合,共同构成了各评价机构和油公司自身的资源评价技术,尤其是各油公司的资源评价技术与软件,都是作为保密技术不对外发布。

2 中国石油油气资源评价总体思路和方法体系的建立

2.1 按照国际通行做法，结合自身特点的资源评价总体思路

所谓“国际通行做法”，其本质内涵就是遵循国际上通行的资源评价流程。具体理解就是五个统一：即组织管理统一、操作流程统一、评价方法技术统一、参数体系和参数标准统一和评价目标统一。

为了具体地实现上述五个统一，本次资源评价首

先设立项目办公室作为评价工作的实施者。根据实际特点，又细化为以下“五统一”的工作思路。

2.1.1 统一的评价思路与评价流程

在主要含油气盆地基本地质特征研究的基础上，参照国外大油公司的通用做法，确定评价工作的总体思路是：引入含油气系统的研究思路，以盆地评价为基础，区带为重点，并在评价方法、参数和结果上，一方面与国际接轨，同时紧密结合勘探生产，指出有利的勘探方向与目标，实现地质资源和可采资源两级资源的动态管理。本次油气资源评价工作的评价流程如图2。

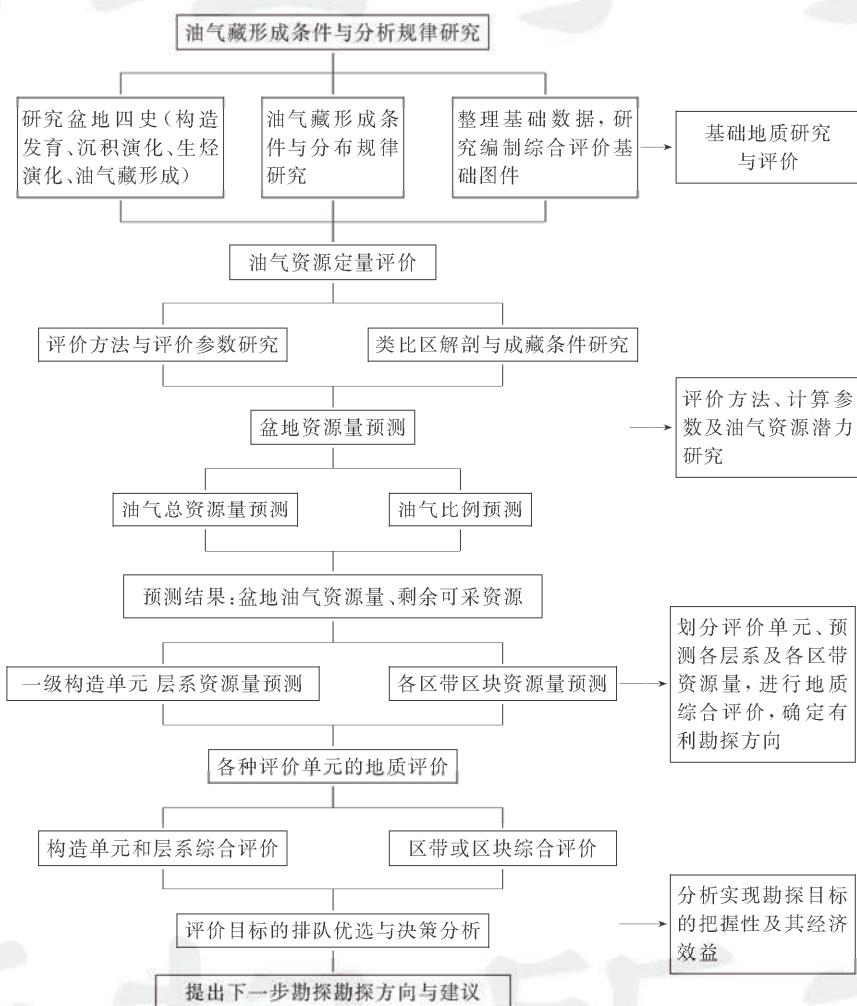


图2 中国石油主要含油气盆地油气资源评价流程
Fig. 2 Flowchart of resource assessment for main petroliferous basins of PetroChina

2.1.2 统一的评价技术规范与技术要求

为确保本次评价工作的圆满完成，资源评价项目办公室在具体评价工作启动之前，组织了大量的研究力量，编制了《油气资源评价技术规范》、《类比刻度区解剖研究细则》、《油气资源评价参数研究实施规范》和《油气资源评价工作方案》等一系列指导评价工作的技术文件。这些规范和要求不仅规范了本次评价工作的术语、资源的分级、分类及其表示方法，同时也规

范了地质风险分析、资源量估算、资源经济评价等基本内容、方法技术、参数取值规范和评价标准，为本次评价工作奠定了良好的基础。

2.1.3 统一的评价方法体系

评价之初，项目办公室通过国内外油气资源评价方法技术的调研，按照盆地和区带（区块）两大层次筛选确定了成因法、统计法和类比法3大类共12种评价方法。为保证本次评价方法的适用、配套和针对性，项

目办公室在对成熟区(刻度区)的解剖研究工作中,对选定的评价方法的适用性进行了验证,通过在成熟区的实际应用,不仅产生了一些有针对性的适用方法(如通过对大面积低丰度岩性油藏的解剖,形成了有效储层分析法等),同时也验证了不同评价方法的适用性,以形成本次油气资源评价统一的方法体系。

2.1.4 统一的评价参数体系和参数取值标准

为改变我国在以往资源评价中各油田自成体系、缺乏统一的评价标准、不同盆地的评价结果对比性差的状况,项目办公室一方面收集和整理各油气田分公司历年油气田勘探、评价和研究新成果,另一方面系统地补充分析有关样品和重点解剖成熟区,针对盆地、区带(区块)两级评价和成因法、统计法、类比法等3大类方法,分别建立了统一的参数体系和参数取值与评价标准,增强了评价结果的可信度和可比性。

2.1.5 统一的软件平台下实施统一评价

为了建立起公司自身的资源评价技术,使评价工作符合油公司的评价模式,实施统一评价,在本次评价工作中,将所涉及的方法、技术与参数统一考虑,首先按照软件开发标准进行软件平台的整体开发建设。

在软件研制的具体要求上,做到了在资源评价基础数据库、图形库和成熟区参数库建设的基础上,分软件集成平台与软件应用平台两人层次建立集盆地、区带、区块、圈闭以及经济评价和决策分析于一体的统一软件系统。具体评价工作在基础地质研究和参数研究的基础上,强调采用新研制的统一的软件平台进行评价,确保了评价方法、参数、评价标准以及评价结果表现形式的统一。

2.2 方法体系建立的基本原则和做法

本次的油气资源评价方法体系是在大量调研和具体研究工作的基础上确立的。总体上遵循了历史与现实相结合的原则。

(1) 方法体系的建立既要考虑已有的基础,又要考虑与国际评价方法的接轨。从已有的基础来看,经过全国第一次、第二次油气资源评价工作以及近几年的评价技术的准备,已形成了众多的以成因法为主体的评价方法技术,积累了一大批油气资源评价技术成果,如盆地分析模拟技术、油气资源评价专家系统、油气区带评价系统等,为本次油气资源评价方法体系的建立奠定了良好的基础。

本次评价方法体系的建立,考虑到已有技术的继承和发展,仍然保留了我国原有的以成因法为主体的评价方法技术;同时,为了体现与国际评价方法的接轨,按照国外大油公司的基本做法,加大类比法和统计法的研究力度,建立适合中国石油客观实际的评价方法。

(2) 方法体系的建立既要系统、配套,又要有针对性。所谓系统性,是指建立的方法体系不但能够体现方法体系的层次性,即按照盆地和目标(区带、区块)两大层面建立资源量计算方法体系,而且要体现评价方法体系的系统性和配套性。所建立的评价方法体系主要包括成因法、统计法和类比法3大类方法技术,以便适应多种情况下评价工作的配套需求。因此,建立的评价方法体系能够适应不同类型、不同勘探程度评价对象评价工作的需求,即有明确的针对性。

(3) 加强关键参数的研究和有效参数体系的建立。通过对以往资源评价方法的细致分析,筛选出影响资源评价结果的关键参数,对参数的取值和评价标准进行新的研究,使评价结果更为可靠。具体体现为:①通过50余个模拟分析样品的研究,分岩类、分类型建立了标准的产烃率图版,为成因法的准确评价打好了基础;②根据300余个油气藏解剖资料和123个刻度区解剖成果,分别建立了石油区带地质评价参数体系和取值标准以及天然气区带地质评价参数体系和取值标准,为地质风险分析和类比法评价奠定了基础;③在油气运聚系数研究方面,按照含油气系统的研究思路,分别建立了石油和天然气各自的运聚系统取值标准与模型,使成因法摆脱了人为因素的干扰;④在可采资源量评价方面,通过大量已开发油气田的实际资料统计分析,建立了可采系数的分布和预测模型等,为资源量评价与国际接轨提供了依据。

(4) 加强方法适应性的评价。任何资源评价方法都有其明确的理论依据和前提条件。为了优选出适合于本次评价目标的有效方法,在方法确立之前,选择了123个刻度区进行方法试验性研究,注重参数优化、系统与客观。按照油气成藏的五大地质条件(生烃、运移、储集、圈闭、盖层和保存)建立了地质评价参数体系;按照评价方法的不同建立了成因法、统计法和类比法3大类方法的资源量计算参数体系;按照基础经济类、勘探风险类、资源储量类和财务指标类建立了经济评价和决策分析参数体系。通过对多种方法评价结果的比较,确定出最有效的评价方法组合作为本次资源评价的方法体系。

2.3 资源评价方法体系的确立

根据前述分析,本次油气资源评价方法体系的确立大致经过了以下3个阶段。

(1) 原则性选择阶段 主要是通过国内外油气资源评价方法技术现状与发展趋势的调研,结合本次评价工作实际需要,初步确定在评价层次上,按照盆地和目标(区带、区块)两大级别建立评价方法体系;在方法的系统性方面,按照成因法、统计法和类比法的配套性

建立评价方法体系。在该体系中,盆地级有3类9种方法;区带级有3类10种方法,详见表1。

表1 本次建立的评价方法体系

Table 1 Assessment method system established for the resource assessment of PetroChina

评价单元	资源量计算方法	
	大类	评价方法
盆地	成因法	盆地模拟(含油气系统约束)法、氯仿沥青“A”法、生物气模拟法
	类比法	体积丰度类比法、面积丰度类比法、多种地质因素分析法、有效储层分析法
	统计法	油田规模序列法、饱和勘探分析法
区带	成因法	运聚单元模拟法
	类比法	体积丰度类比法、面积丰度类比法、有效储层分析法、多种地质因素分析法
	统计法	发现过程法(P. J. Lee 法)、油藏规模序列法、圈闭加和法、圈闭个数法、圈闭密度预测法

表2 不同类型不同勘探程度盆地的评价方法体系

Table 2 Assessment methods for basins of different types and different exploration stages

评价区类别	适用评价方法	
	中—低勘探程度	中—高勘探程度
断陷盆地	盆地模拟法	含油气系统模拟法
	资源面积丰度类比法 资源体积丰度类比法	多种地质因素分析法、油气田规模序列法 资源(面积、体积)丰度类比法
坳陷盆地	盆地模拟法	含油气系统模拟法
	资源面积丰度类比法 资源体积丰度类比法	油气田规模序列法、资源面积丰度类比法 统计趋势预测法、圈闭面积丰度加和法
克拉通盆地	盆地模拟法、资源面积丰度类比法	含油气系统模拟法、面积丰度类比法
前陆盆地	盆地模拟法	含油气系统模拟法
	远景圈闭个数法	圈闭加和法、资源丰度类比法
岩性地层油气藏	盆地模拟法	运聚单元模拟法
	资源面积丰度类比法	有效储层预测法、饱和勘探法

综上所述,从本次评价建立的方法体系来看,体现了以下3个特点:①方法体系的层次性,按盆地和区带两大层次建立相应的评价方法;②方法体系的系统性,无论是盆地评价层次,还是区带、区块等目标评价层次都按成因法、类比法和统计法3大类建立各自的评价方法体系;③该方法体系具有较好的针对性和适用性。本次评价最终确定的评价方法体系是通过前期的方法筛选和刻度区的具体应用两大过程来确定,建立的方法体系经历了具体评价实践的检验,同时按勘探程度和评价对象的不同,建立相应的评价方法体系,方法的针对性明显增强。

3 结 论

油气资源评价是一项复杂的系统工程,其评价的思路和方法体系的选择是根据评价的目的来确定的。对比国际上的油气资源评价做法,根据本次中国石油主要含油气盆地油气资源评价的运作情况来看,从资

(2) 针对性选择阶段 主要针对具体含油气盆地的实际特点,通过对重点含油气盆地石油地质条件的分析,分具体盆地建立油气资源评价方法体系。本次重点对中国石油矿权区内的主要含油气盆地进行了深入的研究,根据各评价盆地自身的地质特点,确定适宜的评价方法。

(3) 方法优选阶段 对上述建立的评价方法体系,通过在123个刻度区的实际应用与验证,分评价类型和勘探程度建立起最终的评价方法体系,其结果见表2。为确保所建立的评价方法体系的适用性、有效性和针对性,在成熟区解剖工作中,主要作了两方面的研究:①对前述所建立的评价方法体系的有效性进行了验证,确定了可以继续使用的评价方法体系;②通过刻度区的解剖,形成了一些新的有针对性的评价方法。

源评价的流程、资源评价方法、参数体系、资源量结果上,都基本上实现了与国际接轨,适应了中国石油上市后对资源量管理方式的新变化。

参 考 文 献

- [1] Caldwell R H, Grace J D, Heather D I. Comparative reserve definitions: U. S. A., Europe, and Former Soviet Union[R]. SPE 25828, 1993;4-5.
- [2] Root D H, Mast R F. Future growth of known oil and gas fields [J]. AAPG Bulletin, 1993, 77(3): 479-484.
- [3] Lee P J, Gill D. Comparison of discovery process method for estimating undiscovered resources[J]. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 1999, 47(1): 19-30.
- [4] Houghton G L, Dolton R F, Mast C D, et al. U. S. Geological survey estimation procedure for accumulation size distributions by play[J]. AAPG Bulletin, 1993, 77(3): 454-466.
- [5] 金之钩,张金川. 油气资源评价方法的基本原则[J]. 石油学报, 2002, 23(1): 19-23.
- [6] 徐春华,徐佑德,邱连贵,等. 油气资源评价的现状与发展趋势 [J]. 海洋石油, 2001, 110(4): 1-5.