

文章编号: 0253-9985(2007)04-0449-09

区带资源定量评价方法及在苏北盆地 溱潼凹陷的应用

徐旭辉^{1,2}, 朱建辉³, 江兴歌³

(1. 中国石化 石油勘探开发研究院, 北京 100083 2. 中国石油大学, 北京 102249

3. 中国石化 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要: 在 TSM 盆地模拟计算生、排烃量的基础上, 通过势场分析, 利用油气运移路径模型, 探索建立区带以及构造带资源量动态、定量的计算方法, 确定运聚资源量和所处位置, 从而达到资源动态定量评价的目的。在苏北盆地溱潼凹陷的应用中, 依据排烃势能, 结合构造特征, 把凹陷划分为断阶带、内斜坡带、枢纽带和外斜坡带 4 个区带共 11 个构造带, 定量计算了三垛组沉积 (35.2 Ma) 以来, 作为主要目的层的泰州组、阜宁组一段、阜宁组三段、戴南组、三垛组等在各带上的油气运聚量。计算结果表明, 凹陷演化至今, 主要油气运聚发生在盐城组沉积 (23.2 Ma) 以来。从这时期看, 在三垛组运聚至断阶带的油气约为 9.98×10^6 t 占该层的 52.0%; 在戴南组运聚至内斜坡带的油气约为 21.59×10^6 t, 占该层的为 51.0%; 在阜宁组三段运聚至内斜坡带的油气约为 145.19×10^6 t 占该层的 58.4%; 在阜宁组一段运聚至内斜坡带的油气约为 54.80×10^6 t 占该层的 51.6%; 在泰州组运聚至内斜坡带的油气约为 46.86×10^6 t 占该层的 48.5%。从运聚至断阶带上的绝对量看, 阜宁组三段约为 61.70×10^6 t 泰州组约为 25.39×10^6 t 阜宁组一段约为 19.70×10^6 t。因此, 从资源定量评价的角度分析, 勘探重点在断阶带应以阜宁组三段、三垛组为主, 在内斜坡带应以泰州组、阜宁组一段、阜宁组三段、戴南组等为主。

关键词: 运移路径; 定量评价; 区带; 油气资源; 溱潼凹陷; 苏北盆地

中图分类号: TE16 文献标识码: A

Quantitative resource assessment methodology for play and its application to Zhentong depressions in Subei basin

Xu Xuhui^{1,2}, Zhu Jianhui³, Jiang Xingge³

(1. SINOPEC Exploration and Development Research Institute, Beijing, 100083 2. China University of Petroleum, Beijing, 102249

3. Wuxi Branch of SINOPEC Exploration and Development Research Institute, Wuxi, Jiangsu 214151)

Abstract Based on calculation of hydrocarbon generation and expulsion through TSM basin simulation, potential field analysis and oil/gas migration channel modeling dynamic and quantitative resources calculation methods are proposed for plays and structural zones in an attempt to determine them migrated and accumulated resources and pin down their locations, so as to realize dynamic assessment of resources. Zhentong depression in Subei basin is divided into four plays (fault terrace, inner slope, hinge belt and outer slope) and 11 structural zones according to hydrocarbon expulsion potentials and structural features, and these methods are used to quantitatively calculate the total volume of oil and gas migrated and accumulated in the main targets across all the plays since the deposition of the Sanduo Formation (35.2 Ma). The calculation indicates that the main period of hydrocarbon migration and accumulation is from the deposition of the Yancheng Formation (23.2 Ma) till present. During this period, about 9.98 Mt of hydrocarbons migrated from Sanduo Formation and accumulated in fault terrace play, accounting for

收稿日期: 2007-02-05

第一作者简介: 徐旭辉 (1964-), 男, 博士后、教授级高级工程师, 盆地分析和盆地模拟

基金项目: 国家科技部科研院所社会公益研究专项资金项目 (165)

52.0% of the total hydrocarbons generated by this formation. While in the inner slope, the volume from the Dainan Formation is about 21.59 Mt (51.0% of the total), from the 3rd member of Funin Formation is 145.19 Mt (48.5% of its total). The absolute magnitudes of hydrocarbons migrated and accumulated in the fault terrace play are about 61.70 Mt from the 3rd member of Funin, 25.39 Mt from Taizhou Formation, and 19.70 Mt from the 1st member of Funin Formation. Therefore, in respect of quantitative resource assessment, the exploration focus shall be put on the 3rd member of Funin Formation and Sanduo Formation in the fault terrace play, while in the inner slope play, it shall be put on the Taizhou Formation, 1st and 3rd members of Funin Formation, and Dainan Formation.

Key words migration and accumulation path; quantitative assessment; play; hydrocarbon resources; Zhentong depression; Subei basin

油气资源评价和预测是一项系统工程。寻找油气必须遵循认识论哲理,应从地质结构规模即盆地(凹陷)一区带一圈闭,由大到小分级区划和评价,并依区划对象运用石油地质学系统方法分别进行油气资源目标预测。这是一个正确把握评价预测知识的过程,是一从整体到局部的评价过程。它将随信息的增加或勘探程度的深入进行反复认识和实践检验,从而指导从盆地到圈闭不同尺度的油气勘探。

区带评价是这一认识过程中必须的一环,也是国内外油公司勘探决策中的重要组成部分,其核心是资源量的计算^[1-2]。然而,目前无论是成因法、类比法、统计法,其区带油气资源量是通过运聚系数、类比系数、油藏规模变化率等参数的选取进行计算,其估算的油气资源量只是数量上的概念,具体分布在盆地的什么部位,每个部位聚集多少,都只是一些定性的结论。这种结论有时使得油气勘探带有某种盲目性。近年来随着盆地动态模拟方法的发展^[3-6],区带评价已逐渐深入到定量解决区块、构造带、勘探层等的油气资源潜力定量评估,提高了油气勘探工作的针对性。本文试图在总结凹陷油气成藏规律认识的基础上,利用 TSM 盆地模拟资源评价方法^[7-8],计算盆地(凹陷)内的生、排烃量,并对区带以及区带内构造带的油气运聚量进行计算,最终达到定量评价区带的目的。

1 区带定量评价方法

1.1 区带评价的含义

盆地区带是盆地内进行分区的次级单元。所谓盆地区带,在概念上一般是指盆地或亚盆地内

经过分析认为在油气运移方向上油气组合有利于聚集成藏的构造带,其构造带内的圈闭具有成藏的相似性。从盆地油气评价上看,区带就是盆地从整体到局部评价程序的过程目标,是经过盆地分析预测提出的油气有利聚集带,目的是缩小有利勘探范围。因此,正确把握区带划分是降低勘探风险或经济成本的重要方法。

从原型分析角度看,盆地区带是盆地原型在继承与新生作用下形成的特征构造带。由于并列叠加的方式不同,在这一构造带之内原先旧体制统一下的结构成因段接受了新体制的改造而统一组合,构成不同层次的不同油气组合。其中,下部组合生成的烃,可以聚集到上部组合中形成古生新储油气藏;而上部组合的烃,还可以在统一体制下向流体低势区方向运移到下部组合中,形成新生古储的油气藏。由此,在盆地不同原型并列叠加成因的特征构造区带内多样复合的圈闭,通过不同储集体系的控制可以形成多源、多期的成藏组合体。从整体到局部的盆地原型分析方法首先就是要建立这样的盆地区带模式,为油气发现并做出准备。一旦勘探证实提出的区带发现了工业油气,评价工作将集中于储集体在区带上的展布规律和孔渗条件分析,以及具体的构造带结构样式和可以外推的圈闭类型等更加细致的区带分析。这时运用 TSM 盆地模拟方法评估区带就是要在勘探取得详细信息建立原型深化模式的基础上,从盆地整体模拟计算生、排烃总量及在所选择的区带计算运移总量,然后在区带范围内以区带尺度模拟运移过程、拟合已知油气藏,以取得逼近实际的模拟效果、提供区带勘探决策。

1.2 区带资源量的计算模型

油气在被排出生油岩层后,将进入输导层二

次运移至各区带或构造带中聚集。就其机理来说, 都是油气在势场作用下的动态运动。在此, 我们引入运移路径模型^[9], 以指示烃排出进入运载层后, 从初始烃汇位置油气运移的方向和路径, 提供油气可能聚集位置的分析依据。

油气运动的作用力主要是浮力和毛细管力。浮力是由于油气物质密度低于地下水的密度引起的。油、气和水相之间的密度差导致流体之间的势能差, 这种势能差形成了油、气垂直向上运移的驱动力。毛细管力随运载层或断层面孔喉体积、界面张力和润湿性的不同而变化。如果运载层孔喉体积增大、岩石表面是或部分亲油的, 将大大降低石油运移的毛细管力, 有利于运移。

在静水条件下, 依据两个相互作用力的变化油气沿沉积柱向上运移。如果油气受到足够大的毛细管压力的抑制不能继续向上运移, 那么运载层中的油气就会滞留并聚集在盖层所包围的圈闭中, 直到溢出点以上的空间充满为止。当浮力太大超过了封闭毛细管压力, 就会造成油气渗漏, 油气将继续向上运移。这样, 任何盖层或者受构造与断层影响的盖层都有一个它所能支撑的油气柱上限。由此, 在静水条件下受浮力和毛细管压力相互作用关系所控制的油气运移可用于解释大多数沉积盆地中油气的分布状况。它提供了模拟建模的基础。

在实际地质过程中, 岩石物性的不均一性使浮力与毛细管力的关系发生复杂的变化。在孔隙度和渗透率较低的岩层中, 运移路径对毛细管力的变化敏感性高, 这样盖层、断层遮挡与岩性分布就会共同制约运移路径的走向; 在孔隙度和渗透率较高的输导层比如砂岩层中, 浮力远远大于毛细管力, 岩性变化影响次要, 盖层底界形状、断层遮挡性就成了影响运移路径的重要因素。因此, 区带地质条件的差异形成了不同的运移聚集定量模拟模式。给予不同的模拟条件进行计算和分析(图 1)。

综上所述, 盖层底界形态是至关重要的因素。图 2 表达了几种相对简单的封盖面的几何形状及其以下运载层的运移情况。理论上, 油气在油汇内的任何低势部位都可形成聚集, 随着盖层几何形态的变化, 油气循运移路径行进犹如河流入海, 而不是到处漫溢发生。

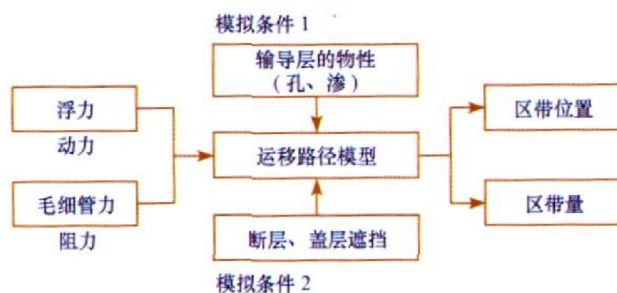


图 1 区带定量评价计算模型

Fig. 1 Calculation model for quantitative resource assessment of plays

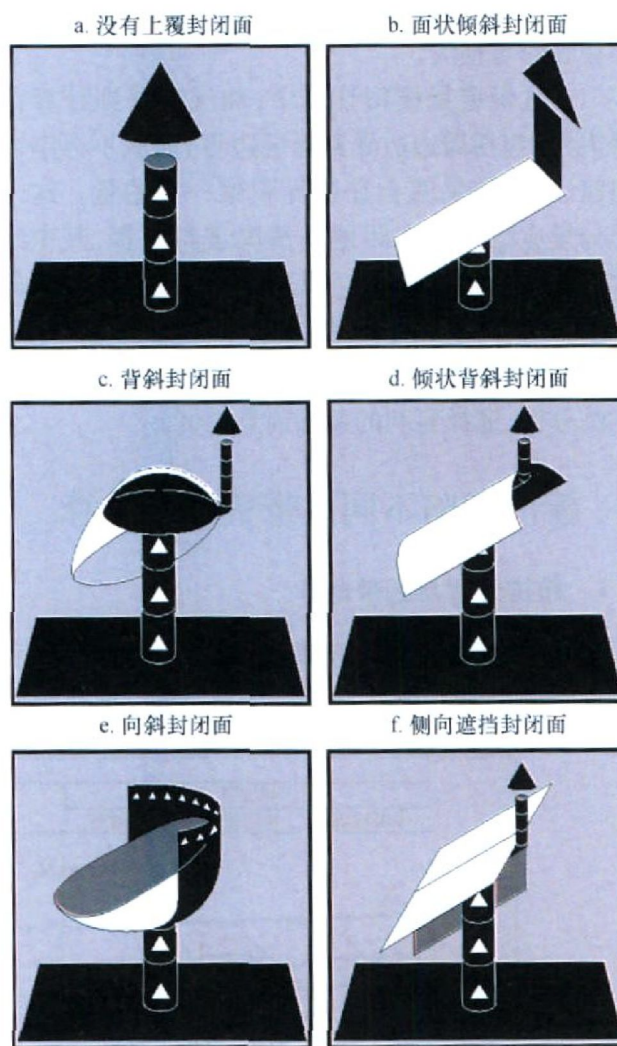


图 2 石油运移中封闭面形态的作用^[10]

Fig. 2 The function of the shape of sealing surface in the migration and accumulation of hydrocarbons

另外, 运移路径必然地受地层非均一性的影响。也就是说, 即使在同一输导层内, 由于层内岩性的变化, 孔隙度、渗透率相应变化, 运移的路径将呈现复杂的变化。从宏观来说, 在岩相带划分的研究基础上, 粗略划分沉积组合当作单一均匀

岩性,模拟或许反映盆地或区带尺度在本质上的运移路径和趋向,更确定的关系则要求深入开展沉积分析以及精细的孔隙度或者渗透率的相关研究。

在确定了运移路径之后,通过计算就可以得到初次运移排出的量在各个区带范围内的重新配置。运移路径是复杂的。在同一输导层内,运移路径可能汇合或者分叉,也可通过断层跨层运移。同样,油气在输导层中的运动过程也是十分复杂的。为了在现有条件下实现计算模拟,我们忽略了诸多复杂因素,比如假设在运移过程中油气不存在吸附等损失。

在区带定量模拟计算中,油气运移到计算范围边界(包括周边边界和顶层边界)时就不再继续向前运移,结果就会在边界积聚一定的量。这一部分量应当根据实际地质情况进行解释,其中绝大部分应该是散失量。因此,模拟结果所得到的聚集量不应当被简单地当作通常意义的油气储量,而应当根据它们之间的相对关系,从定量回到定性分析,选择有利的勘探前景地区。

2 溱潼凹陷不同区带资源量计算

2.1 结构分析与区带划分

苏北溱潼凹陷属于苏北-南黄海盆地,是一个古近纪断陷和新近纪以来坳陷的叠加,具有典型

的断-坳转化的盆地结构^[11]。溱潼凹陷的形成、发展经历了 8 次构造运动,其中仪征运动(相当于燕山尾幕、 T_4^0 面)、吴堡运动(相当于喜马拉雅 iv 幕、 T_3^0 面)、三垛运动(相当于喜马拉雅 ④幕、 T_2^0 面)是 3 次主要的构造运动。从平面上看,溱潼凹陷是一呈北东向展布的不对称半地堑沉积凹陷,基本结构为一南深北浅、南断北超、南厚北薄、中间开阔、东西收敛的箕状凹陷,自南向北具有断阶带、深凹带、内斜坡带、坡垒带(枢纽带)和外斜坡带(图 3)。溱潼凹陷的沉降结构主要受古新世末的吴堡运动及渐新世末的三垛运动的制约,从而在纵向上发育有泰州-阜宁组、戴南-三垛组、盐城组-全新统三大构造层。上构造层由新近系东台组和盐城组组成坳陷原型结构,沉积分布广泛稳定,构造不发育;中构造层由古近系三垛组、戴南组组成;下构造层由古近系阜宁组、泰州组组成。中、下构造层都是断陷结构,是两期断陷的叠合。因此,在纵向上溱潼凹陷存在着断陷-断陷-坳陷的叠加关系,各构造层之间存在剥蚀。成藏组合研究表明(图 4),该凹陷存在泰州组二段(生、盖)-泰州组一段(储),泰州组二段(生)-阜宁组一段(储)-阜宁组一、二段(盖),阜宁组二段(生)-阜宁组一段(储)-阜宁组二段(盖),阜宁组二段(生)-阜宁组三段(储)-阜宁组三段(盖),阜宁组四段(生)-阜宁组三段(储)-阜宁组四段(盖)和阜宁组四段(生)-戴南组一、二段

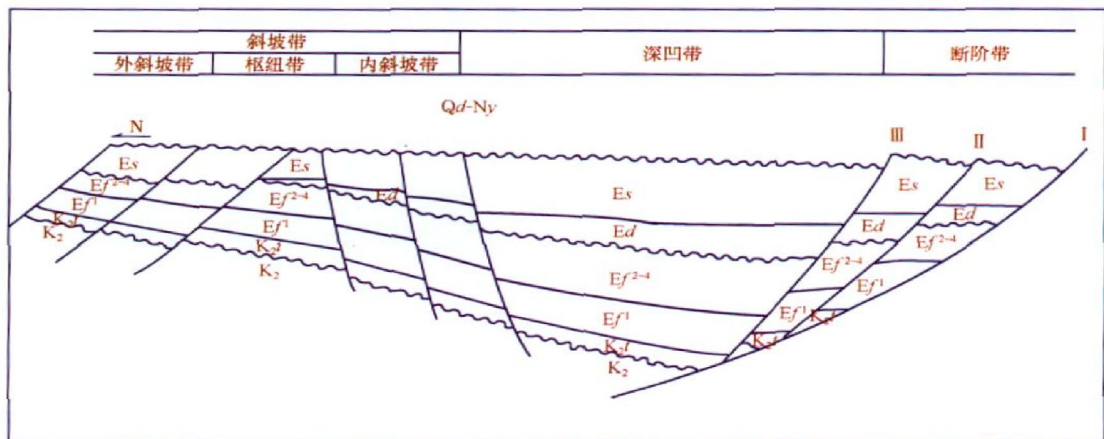


图 3 溱潼凹陷结构剖面示意图

Fig. 3 Diagrammatic cross section showing the architecture of Zhentong depression

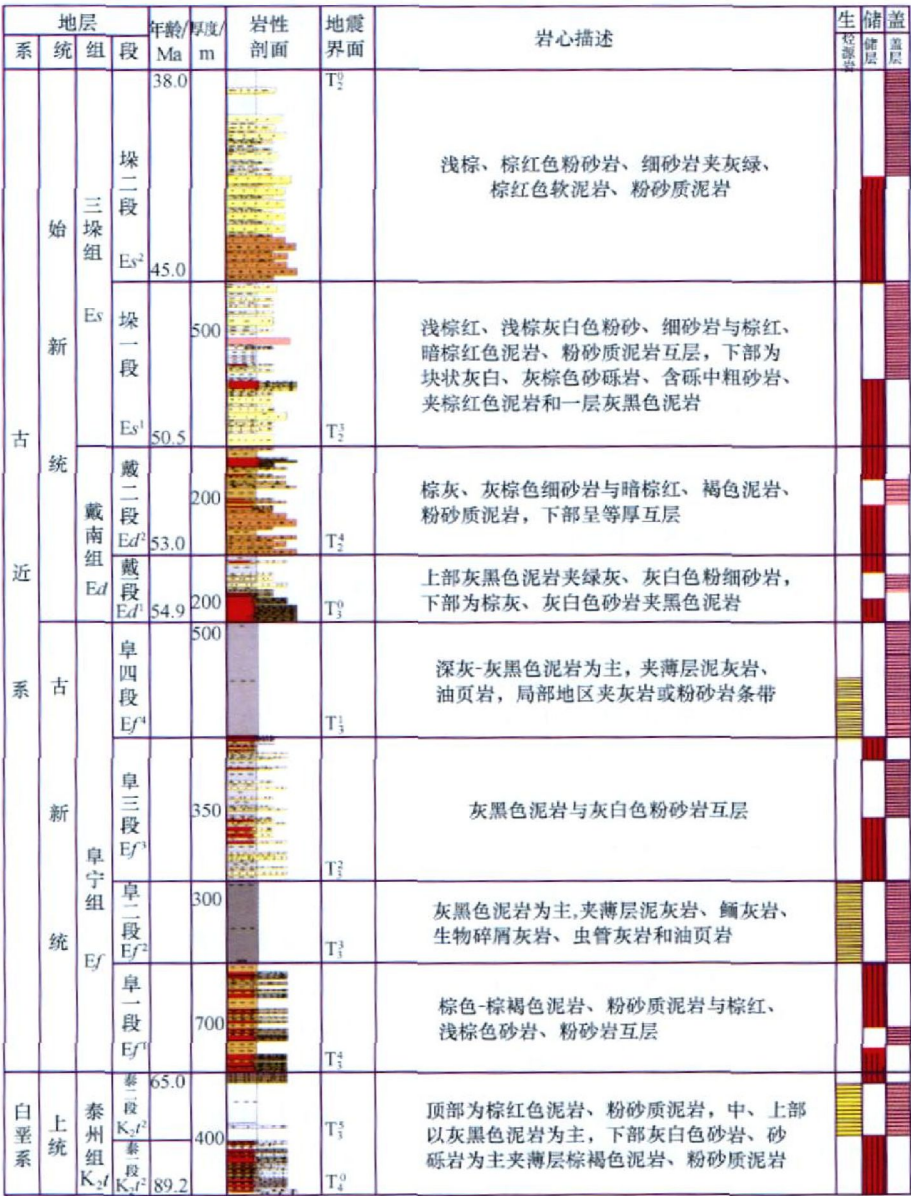


图 4 溱潼凹陷断陷层成藏组合特征
Fig. 4 Characteristics of fault plays in Zhentong depression

(储)-戴南组一段、戴南组二段中上部(盖)等 6 套主要成油气组合。

在盆地模拟的基础上,分析不同时期不同目的层系的油气从高势能区向低势能区运聚的特点,根据油气主要运聚时期断层发育、储盖组合对油气运移聚集的作用,形成了较为适应区带总体评价的油气构造带划分方案(图 5)。从图 5 中看,对于凹陷南北方向,在深凹部位以烃源岩排烃势能最高部位(也即是地层埋深最大部位)为界,将南部的断阶带和北部的斜坡带分开,认为深凹中源岩排出的油气分别以此为界向南、北两侧排运;

对于斜坡带仍采用以构造面貌为特征划分。因而,可以将凹陷划分为断阶带、内斜坡带、枢纽带和外斜坡带 4 个区带和 11 个构造带。断阶带从西向东划分为港南构造带、祝庄构造带、草舍构造带和红庄构造带;内斜坡带从西向东划分为下溪构造带、边城构造带、戴南构造带和台南构造带;枢纽带又分为吴家堡构造带和茅山构造带。

2.2 不同区带模拟资源评价

TSM 盆地模拟结果揭示了以泰州组、阜宁组二段和阜宁组四段为主力烃源岩的生、排烃演化

徐旭辉. 油气盆地资源分级评价技术报告, 中国石化石油勘探开发研究院无锡实验地质研究所, 2003

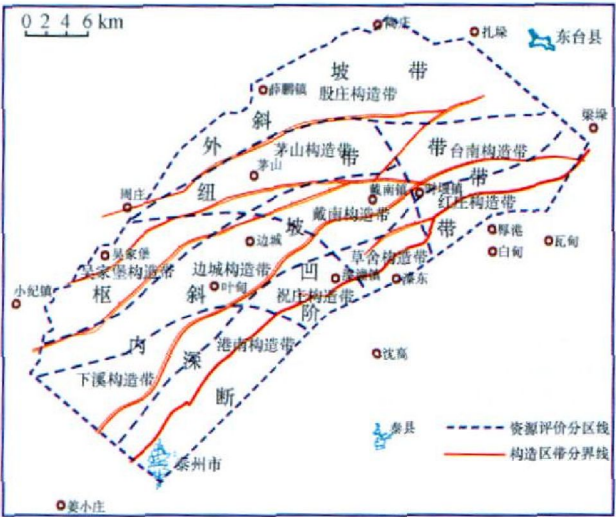


图 5 溱潼凹陷构造区划及油气资源评价分区

Fig. 5 Divisions of structural zones and hydrocarbon assessment zones in Zhentong depression

过程。至现今,泰州组、阜宁组二段和阜宁组四段累计排烃 2.71×10^8 、 3.28×10^8 和 0.24×10^8 t 不同时期排出的油气将进入泰州组、阜宁组一段、阜宁组三段和戴南-三垛组等储层(表 1);且即时的烃汇将按前述的模式,在储层展布和断层输导、封挡作用控制下,从高势区向低势区二次运移,比如阜宁组三段中的油气运移(图 6),进一步形成层与层之间和区带与区带之间的分配,最终在各构造带中聚集。

计算得到了不同层位各区带的油气资源模拟分布量(表 2)和所占比例(表 3)。结果表明,油气资源主要分布在凹陷的断阶带和内斜坡带,具体表现在各个时期油气运聚有所侧重。35.2~23.2 Ma 时期,泰州组—阜宁组一段(k_2t-Ef^1)主要以内斜坡带为主,油气资源分配量占同层位的 40% 以上;

表 1 各时期排入各组砂岩储层中的油气资源量

Table 1 Volumes expulsed into each sandstone reservoir during different stages

时 间		组段排入量 / (10 ⁴ t)			现 今
		三垛组沉积时 (35.2 Ma)	三垛组沉积未 (35.2~23.2 Ma 剥蚀前)	盐城组沉积时 (23.2 Ma)	
泰州组底块砂岩	当时	0.15	3 699.82	574.42	9 257.61
	累计	0.15	3 699.97	4 274.39	13 532.00
阜宁组一段下部砂岩	当时	0.15	3 699.82	574.42	9 257.61
	累计	0.15	3 699.97	4 274.39	13 532.00
阜宁组三段砂岩	当时		960.45	756.38	32 183.90
	累计		960.45	1 716.80	33 900.70
戴南组砂岩	当时				0.118 265
	累计				0.118 265

阜宁组三段(Ef^3)断阶带比内斜坡带油气资源分配量要大;戴南组一、二段(Ed^1 , Ed^2)反映出断阶带和内斜坡带油气资源分配量平分秋色。23.2 Ma 至现今时期是凹陷油气资源量分配情况定型的主要时期,泰州组—阜宁组一段(k_2t-Ef^1)仍以内斜坡带油气资源分配量为主,在外斜坡也接受了较多的分配量;阜宁组三段(Ef^3)油气资源占总资源量的 40% 以上,主要集中在断阶带和内斜坡带,与前不同的是,内斜坡带比断阶带油气资源分配量要大得多;戴南组(Ed)油气资源主要集中在内斜坡带上;而 Es 组油气资源主要集中在断阶带上,分配量达到该层的 50% 以上。

在此基础上,进一步计算了断阶带、内斜坡带与枢纽带上各构造带的资源分配。从断阶带上的结果(表 4)看,港南地区下构造层前景看好,尤其是阜宁组三段,油气资源一般都在区带资源的 30% 以上;祝庄地区下构造层油气资源分配比例一直较高,中构造层资源分配主要来自于 35.2~23.2 Ma 但相对下构造层接受的资源量较少;草舍地区集中了溱潼、时埝次凹的油气资源,无论是下构造层还是中构造层均是断阶带油气资源最富集的构造区块;红庄地区油气资源主要来自大凡庄次凹,资源分配量较低,主要层位集中在 $Kt-Ef^3$, 晚期(23.2 Ma 以来)中构造层有一定的分配比例。而在内斜坡与枢纽带上(表 5),边城、茅山地区的断陷层一直处于资源分配优势地位,阜宁组三段具有砂体发育和良好的储集性优势;台南地区、下溪地区构造、储集匹配良好,运移指向稳定,导致油气的长期供给,因而总体评价良好。

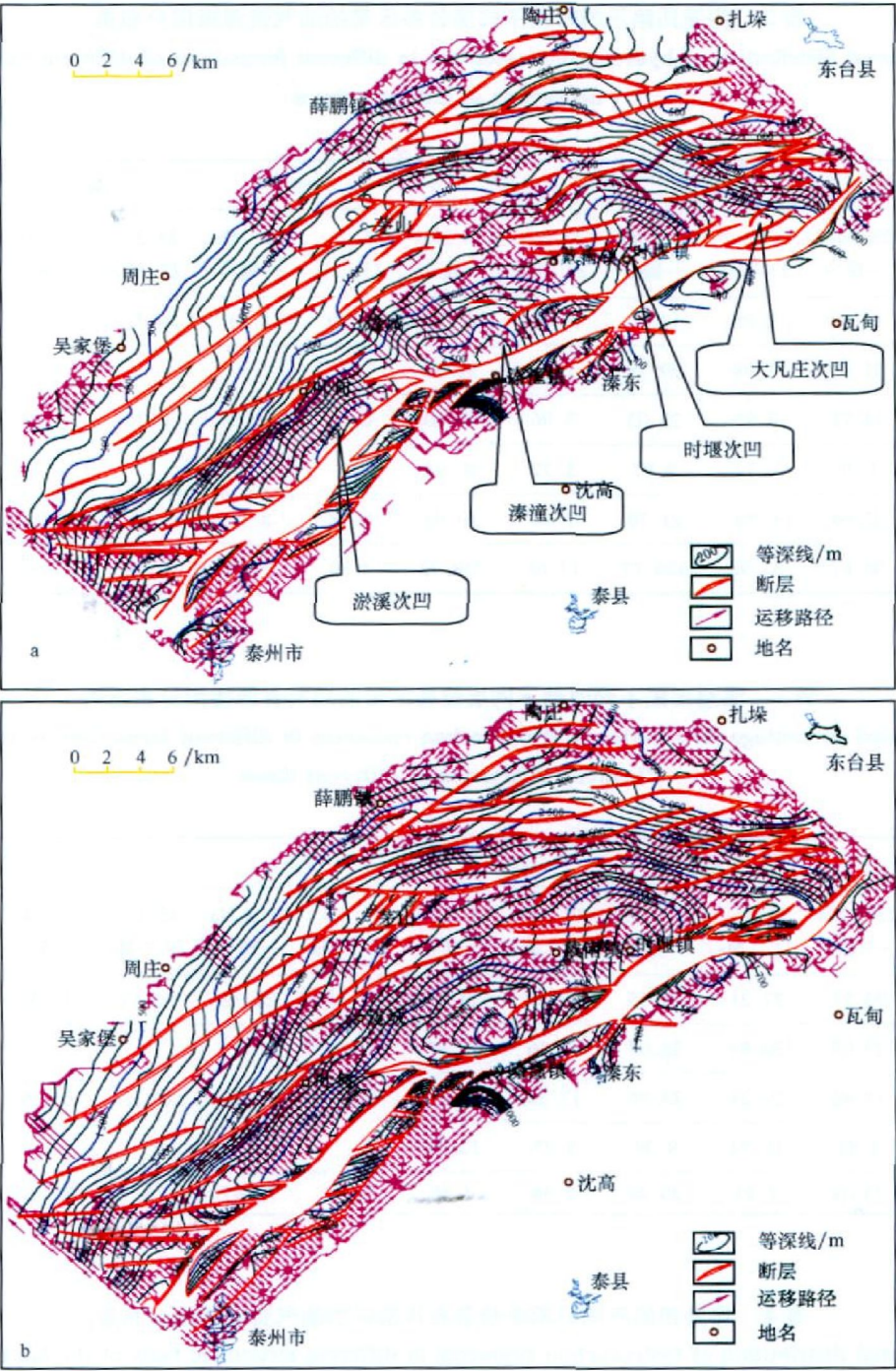


图 6 溱潼凹陷古近系阜宁组三段运移路径

Fig. 6 Migration path of hydrocarbons in the 3rd member of Paleogene Funin Formation, Zhenzhong depression

a. 盐城组沉积时 (23.2 Ma): 此时进入阜宁组三段储集层中的油气, 以淤溪次凹分布为主体, 其运移指向多为深凹西北的斜坡和东南的断阶带; b. 至现今: 大量油气排入阜宁组三段砂岩中, 凹陷南侧的断阶带处在油汇区或油气运移指向区内, 而斜坡带上的台南、茅山、边城、叶甸等地区的构造均为油气运移方向和聚集场所

由此, 通过动态的不同层位、不同区带的资源定量评价, 认为泰州组、阜宁组一段的勘探应以内斜坡带为主要目的工区; 阜宁组三段的勘探应以内斜坡带和断阶带为主要目的工区; 戴南组的勘探应以内斜坡带为主要目的工区; 三垛组的勘探

应以断阶带为主要目的工区。从评价中得到的这一勘探思路与现今已发现的断阶带等油气田 (藏) 有较好的吻合。比如所指出的领域阜宁组内斜坡带, 1992 年发现以阜宁组三段为主要产油层位的茅山油田, 1996 年在内斜坡带的东侧台南构造带

表 2 溱潼凹陷不同时期不同层位各区带的油气资源模拟分布量

Table 2 Simulated distribution of hydrocarbon resources in different formations of different plays in Zhentong depression at different times

10 ⁶ t												
区 带	k ₂ t		Ef ¹		Ef ³		Ed ¹		Ed ²		Es	
	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma
	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今
断阶带	12.51	25.39	9.25	19.70	8.74	61.70	0.50	8.41	0.32	1.75	0.58	9.98
内斜坡西段	7.90	31.95	7.08	29.78	2.68	51.79						
内斜坡东段	5.12	14.91	9.95	25.02	3.06	93.40	0.53	13.20	0.24	8.39	0.03	1.30
茅山	1.69	1.78	6.71	9.97	1.72	30.94						
外斜坡	3.25	22.64	0.99	21.70	1.48	10.89	0.27	8.18	0	2.78	2.19	7.93
合计	30.47	96.67	33.98	106.17	17.68	248.72	1.30	29.79	0.56	12.92	2.80	19.21

表 3 溱潼凹陷不同时期不同层位各区带的油气资源模拟分布比例

Table 3 Simulated percentage distribution of hydrocarbon resources in different formations of different plays in Zhentong depression at different times

%												
区 带	k ₂ t		Ef ¹		Ef ³		Ed ¹		Ed ²		Es	
	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma
	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今
断阶带	41.05	26.27	27.21	18.55	49.39	24.81	38.37	28.22	56.87	13.57	20.62	51.96
内斜坡西段	25.92	33.05	20.84	28.05	15.16	20.82						
内斜坡东段	16.81	15.42	29.29	23.56	17.32	37.55	40.56	44.31	43.13	64.90	1.07	6.75
茅山	5.56	1.84	19.74	9.39	9.75	12.44						
外斜坡	10.66	23.42	2.92	20.44	8.38	4.38	21.07	27.47	0	21.52	78.30	41.30

表 4 溱潼凹陷不同时期断阶带各构造带的油气资源模拟分布量

Table 4 Simulated distribution of hydrocarbon resources in different structural belts of the fault terrace play in Zhentong depression at different times

10 ⁶ t												
构造带	k ₂ t		Ef ¹		Ef ³		Ed ¹		Ed ²		Es	
	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma	35.2~	23.2Ma
	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今	23.2Ma	—现今
港南	2.43	5.78	0.85	3.64	2.85	21.17	0.05	2.04	0.18	0.81	0.15	1.52
祝庄	3.90	6.35	1.77	4.50	1.86	11.21	0.05	0.17	0.06	0.01	0.20	1.54
草舍	3.96	7.90	4.55	6.56	2.35	12.42	0.40	5.58	0.07	0.63	0.18	6.57
红庄	2.22	5.36	2.08	5.00	1.68	16.90	0.003	0.62	0.01	0.30	0.05	0.35

表 5 溱潼凹陷不同时期斜坡带各构造带的油气资源模拟分布量

Table 5 Simulated distribution of hydrocarbon resources in different structural zones of the inner slope play in Zhentong depression at different times

构造带	10 ⁶ t											
	k ₂ t		Ef ¹		Ef ³		Ed ¹		Ed ²		Es	
	35.2~ 23.2Ma	23.2Ma —现今	35.2~ 23.2Ma	23.2Ma —现今	35.2~ 23.2Ma	23.2Ma —现今	35.2~ 23.2Ma	23.2Ma —现今	35.2~ 23.2Ma	23.2Ma —现今	35.2~ 23.2Ma	23.2Ma —现今
下溪	0.70	5.86	0.59	3.77	1.02	5.67	0.03	1.29	0.02	0.46	0.01	0.23
边城+茅山	7.07	20.19	13.06	34.04	2.89	76.07	0.23	6.32	0.13	6.98	0	0.76
戴南	5.20	13.98	8.56	18.87	2.04	72.13	0.16	1.88	0	0	0	0.27
台南	1.74	8.61	1.53	8.09	1.51	22.26	0.11	3.71	0.09	0.95	0.02	0.04

上发现台南油田。这些勘探成果均验证了模拟结果的合理性。因此,从预测角度上来分析,内斜坡带(下溪、港口、叶甸、边城、戴南等构造带)的阜宁组地层存在较大的资源潜力,是下一步勘探值得探索的地区。

3 结语

通过区带评价方法的探索和对溱潼凹陷断阶带、内斜坡带、枢纽带和外斜坡带 4 个区带 11 个构造带的运聚计算的初步应用,实现了基于 TSM 盆地模拟基础上的区带资源量计算,其结果显现出定量评价区带资源量以及油气赋存位置对勘探部署的指导意义。其主要特点为:

- 1)合理、适用的地质概念模型分析是系统建立与模拟实施的重要前提;
- 2)通过动态揭示自三垛组沉积 (35.2 Ma) 以来不同阶段的油气运聚过程,深化了区带成藏认识;
- 3)在已知油气田及勘探成果的拟合验证下,依据区带定量评价结果,认为勘探目的层在断阶带应以阜宁组三段和三垛组为主,在内斜坡带应以泰州组、阜宁组一段、阜宁组三段和戴南组等为主。

致谢:在该研究工作过程中得到了中国石化华东石油分公司研究院的大力帮助和支持,在此表示感谢。

参 考 文 献

1 郭秋麟,米石云. 油气勘探目标评价与决策分析 [M]. 北京:石油工业出版社, 2004 19~ 93

2 钱基. 关于中国油气资源潜力的几个问题 [J]. 石油与天然气地质, 2004 25(4): 363~ 369

3 Symington W A, Green K E, Huang J et al A multidisciplinary approach to modelling secondary migration a Central North Sea example [A]. In Duppenbecker S J Iliffe J E. Basin modelling practice and progress [C]. London UK: Geological Society Special Publications 1998 169– 185

4 Darby D, Haszeldine R S, Couples G D. Central North Sea overpressures insights into fluid flow from one- and two-dimensional basin modelling[A]. In Duppenbecker S J Iliffe J E. Basin modelling practice and progress[C]. London UK: Geological Society Special Publications 1998 95– 107

5 Thomsen R O. Aspects of applied basin modelling sensitivity analysis and scientific risk[A]. In Duppenbecker S J Iliffe J E. Basin modelling practice and progress[C]. London UK: Geological Society Special Publications 1998 209– 221

6 Okui A, Siebert R M, Matsubayashi H. Simulation of oil expulsion by 1-D and 2-D basin modelling—saturation threshold and relative permeabilities of source rocks [A]. In Duppenbecker S J Iliffe J E. Basin modelling practice and progress[C]. London UK: Geological Society Special Publications 1998 45– 72

7 徐旭辉,江兴歌,朱建辉,等. TSM 盆地模拟资源评价系统 [A],见:周玉琦. 朱夏油气地质理论应用研讨文集 [C]. 北京:地质出版社, 2001. 319~ 324

8 张渝昌,徐旭辉,江兴歌,等. 展望盆地模拟 [J]. 石油与天然气地质, 2005 26(1): 29~ 36

9 江兴歌,吕剑虹,樊云鹤. 运移路径模拟和应用尝试 [J]. 石油实验地质, 2002 24(5): 455~ 459

10 Hindle A D. Petroleum migration pathways and charge concentration a three-dimensional model [J]. AAPG Bulletin, 1997, 81(9): 1451– 1481

11 朱建辉. 中国东部构造-热体制与断陷盆地多期性迁移特征 [J]. 石油与天然气地质, 2003 24(4): 367~ 370

(编辑 李 军)