

文章编号:0253-9985(2004)04-0370-07

隐蔽油气藏资源潜力预测方法探讨与初步应用

庞雄奇^{1,2}, 陈冬霞^{1,2}, 李丕龙³, 姜振学^{1,2}, 郝芳¹

(1. 石油大学石油与天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京昌平 102249; 2. 石油大学盆地与油藏研究中心, 北京昌平 102249; 3. 中国石化胜利油田公司, 山东东营 257051)

摘要: 隐蔽油气藏形成演化过程和成因机理十分复杂, 为了提高油气资源评价的可信度, 为高层次的决策提供科学依据, 应综合利用多种方法, 如发现过程模型反演法、成藏门限理论正演计算法以及综合预测法。运用这些方法对济阳拗陷隐蔽油气藏的资源潜力进行了预测, 结果显示: 济阳拗陷还有 20.24×10^8 t 以上的隐蔽油气藏储量待发现, 占剩余可探明储量的 75% 以上。其中, 东营凹陷和沾化凹陷待发现隐蔽油气藏分别为 7.83×10^8 t 和 3.53×10^8 t, 车镇凹陷和惠民凹陷为 3.78×10^8 t 和 3.52×10^8 t。平面上, 隐蔽油气藏主要分布在储量丰度较高、探明储量较低的成藏体系内; 层位上, 沙河街组四段及其以上目的层勘探程度虽高仍是隐蔽油气藏储量增加的重点层位; 类型上, 岩性透镜体油气藏、不整合遮挡油气藏及古潜山油气藏是隐蔽油气藏今后勘探的重要类型。

关键词: 隐蔽油气藏; 资源评价; 济阳拗陷; 成藏门限

中图分类号: TE15

文献标识码: A

Prediction method and its preliminary application in predicting resource potentials of subtle oil/gas reservoirs

Pang Xiongqi^{1,2}, Chen Dongxia^{1,2}, Li Pilong³, Jiang Zhenxue^{1,2}, Haofang¹

(1. Key Laboratory for Petroleum Accumulation Mechanism, University of Petroleum, Beijing; 2. Basin & Reservoir Research Center, University of Petroleum, Beijing; 3. Shengli Oilfield Co. Ltd., SINOPEC, Dongying, Shandong)

Abstract: As formation, evolution and genetic mechanism of subtle oil/gas reservoirs are very complicated, various methods, such as discovery process model inversion, theoretical forward computation of hydrocarbon accumulation threshold and comprehensive prediction method, should be comprehensively used, so as to increase the reliability of potential evaluation and provide scientific basis for high level decision-makers. These methods are used to predict the potentials of subtle reservoirs in Jiyang depression. The prediction results show that there are still more than 2.024 billion tons reserves to be discovered in subtle reservoirs in the depression, which account for over 75% of the remaining provable reserves. The undiscovered possible reserves in subtle reservoirs in Dongying, Zhanhua, Chezhen and Huimin sags are 783 million tons, 353 million tons, 378 million tons and 352 million tons respectively. Laterally, subtle oil/gas reservoirs are mainly distributed in the reservoiring systems having relatively high abundance of reserves and relatively low proved reserves. Vertically, although the 4th member of Shahejie Formation and the targets above it have highly been explored, they are still the key horizons for discovering new reserves in subtle reservoirs. Lithologic lenticular reservoir, unconformity-screened reservoir and buried hill reservoir are the main types of subtle reservoirs to be explored in the future.

Key words: subtle oil/gas reservoir; resource evaluation; Jiyang depression; hydrocarbon accumulation threshold

油气资源评价和资源潜力预测是油气勘探决策的基础, 其评价结果影响着油气的勘探和投资

方向, 以及油气勘探的进程。有关构造油气藏的油气资源评价和预测已经有大量的研究, 但关于

基金项目: 国家自然科学基金项目(40172057)和国家重点基础研究发展规划项目(G19990433)

第一作者简介: 庞雄奇, 男, 43岁, 教授(博导), 油气藏形成、分布与资源评价

收稿日期: 2004-01-12

隐蔽油气藏的资源潜力预测和评价目前还比较薄弱。

1 隐蔽油气藏及其研究意义

关于隐蔽油气藏的概念,前人有不同的定义,包括广义的地层圈闭、非构造圈闭、隐蔽圈闭等^[1,2]。这里的隐蔽油气藏是指:在现有理论和技术条件下,从物探和测井等资料上不能直接发现或识别出来的油气藏统称为隐蔽油气藏。它包括地层、岩性与潜山内幕油气藏、水动力和毛细管力等特殊机理封盖的油气藏、分子吸附和分子结合形成的煤层气藏和水合甲烷气藏,以及目前尚未认识到的露头油气藏和难于识别的低幅构造油气藏等。

自1966年美国著名石油学家莱复生提出勘探隐蔽圈闭(subtle trap)以来,世界各国都加强了地层不整合、岩性及古地貌等圈闭的油气勘探。据统计,截止1972年,世界上共发现有190多个大油田和80个大气田,其中隐蔽油藏有20个(占大油田总数的10.5%),隐蔽气藏有5个(占大气田总数的6.3%)。2003年在石油大学(北京)召开的第三届国际隐蔽油气藏会议上,美国C&C公司的资料统计,目前深水区已发现的隐蔽油气藏的储量约占世界深水区已发现总的油气储量的35%。我国东部大部分盆地和探区目前已进入中等或高勘探程度阶段,隐蔽油气藏在新发现的油气田中所占比例逐渐增大,已成为增加油气储量的重要方向。专家预测在中国东部陆相断陷盆地老油区中,由于岩性的变化和地层不整合面的发育,隐蔽油气藏的储量可达到新增储量的60%以上,如果考虑深盆油气藏,水动力封堵等其他类型的隐蔽油气藏,这一比例可望达到75%以上^[3]。由于隐蔽油气藏形成机制和分布规律复杂、勘探难度大,针对这类特殊油气藏的研究,一直是国内外石油地质学家研究和探索的重要内容。

2 资源潜力评价方法

根据评价时所用资料的不同,油气资源评价方法一般可分为统计评价法和地质评价法。统计评价法主要根据探区已发现的油藏规模、发现时间以及勘探工作量等资料,从发现过程的基本规律出发,推测油气资源的总量及结构;地质评价法则主要是根据已有的地质资料,从实际地质信息

出发,得出油气资源潜量,如地质类比法、成因分析法等^[4,5]。隐蔽油气藏由于形成、演化时间长,地质空间大,控制因素多,涉及到油气生成、运移、聚集成藏等各个方面,他们决定了隐蔽油气藏成藏系统是一个复杂的物理化学系统。为了提高油气资源评价的可信度,为高层次的决策提供科学依据,应综合利用多种预测方法。

2.1 发现过程模型法

利用勘探工作量和发现的油藏信息(规模和次序等)进行资源评价的方法一般统称为发现过程模型法^[6,7]。“发现过程”是对信息收集行为(如野外地质调查以及磁力、重力和地震勘查等)和行动(如钻探探井)以及最终发现油气聚集等过程的描述。建立的发现过程模型能有效地利用量化信息(如钻入某地区某地质层位的探井数以及新发现油气藏的地质储量),并建立它们之间的关系^[8]。由于发现过程模型能够描述某探区油气发现的过程,所以,在勘探过程基本稳定的探区,利用过程中隐藏的信息能够对探区的油气资源潜力进行预测,使之成为勘探成熟探区油气资源评价的一种非常重要的方法。

利用已发现油藏规模及发现相对次序信息进行油气资源预测的发现过程模型,一般基于最大似然理论贝叶斯理论以及抽样分析理论。利用在总体中进行抽样得到的样本信息对总体的特征进行估计是统计推断的基本出发点。那么,若把一个勘探区中可勘探的某一类型油藏看作一有限总体,把已发现的油藏看作从总体中抽取的一组样本,如果利用这组样本信息能推断出总体特征,就达到了资源评价和勘探潜力预测的目的。油气藏的发现过程并不是简单的随机抽样过程,而是有偏的,即大油藏被发现的概率要大于小油藏。油藏发现过程可以近似地假设为这样一个抽样过程^[9,10]:①总体发现一个油藏的可能性与其规模的 β 次幂成正比;②样本元素不放回的抽样,这是一个不等概率顺序取样过程。发现某一序列油藏的概率为

$$L(\theta) = \prod_{j=1}^n \frac{y_j^\beta}{b_j + y_{n+1}^\beta + \cdots + y_N^\beta} \quad (1)$$

式中 $L(\theta)$ 为区带内某一序列油藏发现的概率; θ 代表油藏总体的分布参数; $y_j (j=1, \cdots, n)$ 代表已发现油藏大小(按发现顺序); β 为勘探效率系数;

N 代表区带油藏总数; n 代表已发现油藏数; $b_j = y_j^\beta + \dots + y_n^\beta$; $y_j (j > n)$ 代表区带中尚未发现的油藏个体储量。

上述油藏发现过程实际上是不放回的不等概率抽样过程。如果设总体中某一特征 $g(y_j)$ 为 $y \in (0, \infty)$ 的一单值函数, 那么利用 Horvitz-Thompson 估计量, 总体中特征 $g(y_j)$ 之和 $\sum g(y_j)$ 的一个无偏估计为

$$\sum_{j=1}^n \frac{g(y_j)}{P_j(n)} \quad (2)$$

式中 P_j 称为包含概率, 它的定义是: 在不放回不等概率抽样中, 总体中每个单元被包含到样本的概率, 即入样概率。

如果总体中元素特征 $g(y_j) = y_j^\beta$, 那么, 在湛卓恒与 Sinding Larsen* 的基础上可给出如下关系式

$$\hat{T} = \sum_{j=1}^n y_j^\beta \quad (3)$$

$$P_j \cong 1 - \exp\{-\lambda(n)y_j^\beta\} \quad (4)$$

$$\lambda(n) \approx \sum_{j=1}^n \frac{1}{T - y_1^\beta - y_2^\beta - \dots - y_{i-1}^\beta}, \text{ 其中 } y_0 = 0 \quad (5)$$

式(3)和式(5)中的 T 为总体中每个油藏规模的 β 次幂之和。即

$$T = \sum_{k=1}^N y_k^\beta \quad (6)$$

在(3)、(4)和(5)式中, T 和 β 为未知参数。而作者的目的是要求取总资源量 $\sum y_j$ 以及探区中每个油藏个体的规模。为了达到上述目的, 在进行具体的计算时, 针对公式中未知的勘探效率系数 β , 解国军、金之钧等提出了勘探效益的仿真法^[10,11]。

①假设区带油藏总体服从帕莱托分布。因为, 越来越多的证据表明, 帕莱托分布比较适于描述区带油藏总体的分布特征。许多学者也倾向于用帕莱托分布来描述油藏总体的分布^[10~14]。帕莱托分布的离散形式为

$$y_j = y_{\min} \frac{N^k}{j^k} = \frac{y_{\max}}{j^k} \quad (7)$$

其中 $y_{\max}$ 为区带最大油藏储量, $y_{\min}$ 为区带最小油藏储量, N 为区带油藏总体的个数, k 为帕莱托分布系数。

②给定勘探效率系数 β , 利用(3)~(5)式求出

T 。

③给定 $y_{\max}$ 和 $y_{\min}$, 利用(6)和(7)式求得区带油藏总体的个数 N 以及帕莱托分布系数 k 。

在假设 β , $y_{\max}$ 和 $y_{\min}$ 都为已知的条件下, 通过以上三步, 即可预测区带的油气资源总量和结构分布。具体的计算结果见参考文献[11]。

对某一特定区域的油气藏, 通过分析油气藏的钻探成功率和油藏被发现的先后顺序, 进行抽样分析, 确定勘探效率系数, 并仿真模拟对探井的勘探效益变化进行预测。

从区带资源状况和勘探程度出发, 利用基于抽样分析理论的油气发现过程模型, 建立对应的油气藏的发现过程分布函数, 并通过探区油藏数据分析与计算, 较好地预测区带油气藏油气资源量及油藏的规模分布。一个探区的油气总量是一定的, 总的油气资源由构造油气藏资源量和隐蔽油气藏资源量组成, 累积的探明构造油气藏的资源量与累积的隐蔽油气藏的资源量之比, 是有一定的比值的。世界许多国家油气勘探实践证明: 随油气勘探程度的不断加大, 构造油气藏的比例越来越小, 而隐蔽油气藏的比例则逐步增大; 一些较高勘探程度的盆地的实践表明, 一般隐蔽油气藏探明储量占总储量的 30%~40%^[3]。由此进一步对探区的隐蔽油气藏油气资源潜力进行评价。

2.2 油气成藏门限方法

油气自烃源岩生成后到开始聚集成藏的过程中, 要发生大量的油气损耗, 始终处于散失和聚集的动平衡之中。成藏门限在量值上即是指油气成藏体系内形成具有工业价值油气藏的过程中所必须耗散的最小烃量, 源岩残留、储层滞留、盖前排失、围岩吸附、水溶流失和扩散等^[12]。在地史含义上, 成藏门限系指油气开始聚集成藏的临界地质条件, 满足这一条件, 油气藏开始富集成藏。

油气成藏门限 =

$$\min \sum_{i=1}^n Q_{li} = Q_{rm} + Q_{rs} + Q_{bc} + Q_{ed} + Q_{ew} \quad (8)$$

式中 Q_{li} 代表第 i 个条件形成的损耗烃量, t ; Q_{rm} 为源岩残留烃, t ; Q_{rs} 为储层滞留烃, t ; Q_{bc} 为盖前排烃量, t ; Q_{ed} 为扩散运移量, t ; Q_{ew} 为水溶流失烃量, t 。

在研究确定了某一成藏体系内的油气生成量

* Chen Z, Sinding-Larsen R. The application of successive sampling models for hydrocarbon resource assessment in the North Sea. 1990 CSPG Convention, Program & Abstracts

(Q_p)、排出量(Q_e)和运聚成藏前的最低损耗量(Q_{lm})后,成藏门限的判识标准参阅[13],并用下列公式求出该成藏体系的油气运聚效率(K_m)和排运效率(K_{em})。

$$K_m \leq \frac{Q_e - Q_{lm}}{Q_e} \quad (9)$$

$$K_{em} \leq \frac{Q_e - Q_{lm}}{Q_p} \quad (10)$$

油气成藏门限研究实际上是资源评价中成因法中的一种,由于以往在应用成因法进行资源评价和预测时,往往因为难于取准与油气生成运聚有关的参数,一般多采用类比法赋值,而无法对油藏的规模大小进行有效的预测。进行油气成藏门限理论和应用研究可以更科学地计算油气运聚效率、进行油气资源评价和油气藏规模预测,并从定量角度揭示油气分布规律[13]。

应用油气成藏门限理论不仅能预测常规资源量,也可以有效地预测隐蔽油气藏的资源量。因此,利用成藏门限理论,在有效地预测探区(成藏体系)总的油气资源量及其分布后,根据隐蔽油气藏资源量和构造油气藏资源量的比例关系,预测隐蔽油气藏的资源量。

2.3 综合预测

随探区油气勘探程度不断提高,隐蔽油气藏的勘探逐渐取得进展(图1)。油气勘探程度与隐蔽油气藏所占比例有很好的对应关系(图2),油气勘探程度高的盆地(区带)已经进入隐蔽油气藏为主要勘探目标的阶段,年探明地质储量中,隐蔽油气藏的比例较大;油气勘探程度较低的区带,目前还处于隐蔽油气藏勘探的早期阶段,仍以构造油气藏为主,但隐蔽油气藏在未来的勘探领域中,将会逐步显示其重要的地位。如东营凹陷、沾化凹陷探明程度均在50%以上,类比国外1985~1996年的勘探成果,84%的储量是在已开发的老油区中获得的[3],因此,东营凹陷和沾化凹陷已经进入了以隐蔽油藏为主的勘探阶段;而勘探程度较低的惠民凹陷、滩海地区仍处于复杂隐蔽油气藏勘探的早期阶段,具有很大的勘探潜力。

综合预测方法是将前面两种方法的结果加以综合应用,在利用发现过程模型反演预测探区油气藏资源量和规模后,再结合成藏门限理论正演计算隐蔽油气藏的资源量,最后利用探区勘探程度与隐蔽油气藏发现率之间的关系,根据探区探

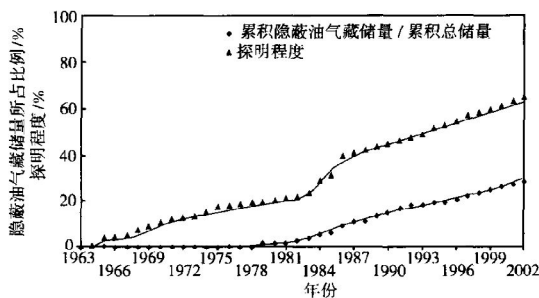


图1 济阳坳陷隐蔽油气藏勘探进展^[1]

Fig.1 Progresses of subtle reservoir exploration in Jiyang depression^[1]

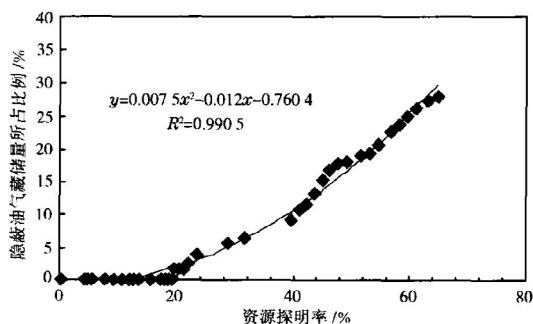


图2 油气勘探程度与隐蔽油气藏勘探进展的关系^[3]

Fig.2 Hydrocarbon exploration intensity vs. progresses in subtle reservoir exploration^[3]

明程度预测隐蔽油气藏的资源潜力和剩余油气资源潜力。

3 济阳坳陷隐蔽油气藏资源潜力

3.1 油气地质特征

渤海湾盆地济阳坳陷是我国最重要的产油基地,面积为29 000 km²,由东营、惠民、沾化、车镇4个主要凹陷和若干个分隔凹陷的凸起组成。坳陷具有多期成盆,多凹共生,多种构造带类型,多物源、多类型沉积,多元复合成烃,多层系、多期次运聚,多样性油气成藏组合的油气地质特征。济阳坳陷多幕构造演化既导致地下情况复杂,同时又赋予坳陷丰富油气资源,进而形成多层系、多类型油藏的复式油气聚集区。济阳坳陷构造演化历史复杂,由负反转盆地、转换-伸展盆地及坳陷三类原型盆地叠加而成,各个凹陷均表现出“北断南超”的特点^[14]。坳陷内北东、北东东向扭张断裂发育,北西向断裂活动受到抑制而渐趋消亡,多组断

发现率均较低,预测未发现隐蔽油气藏资源潜力较大。

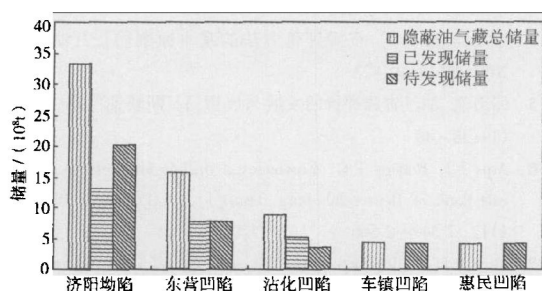


图5 济阳坳陷隐蔽油气藏预测总资源量、已发现地质储量、未发现资源量

Fig.5 Estimated total resources, discovered reserves in place and undiscovered resources of subtle reservoirs in Jiyang depression

济阳坳陷勘探程度的不均衡性在平面上、层系上和隐蔽油气藏的类型上都有明显的表现。从

平面上看,济阳坳陷可分为28个成藏体系,由于各个成藏体系的地质差异性和勘探程度的不均衡性^[4],利用发现过程模拟和成藏门限方法预测的各成藏体系资源量的预测结果见参考文献[13,17],隐蔽油气藏勘探在不同地区的发展是极不平衡的,也蕴含着巨大的勘探潜力。探明石油地质储量位居前5位的成藏体系(即1,8,10,22,26,成藏体系编号如图6所示)的探明储量为 23.51×10^8 t,占到了济阳坳陷总探明石油地质储量的64.4%,剩余隐蔽油气藏资源量达 9.83×10^8 t。一些探明储量较少而丰度较高的成藏体系,如滨县凸起南坡成藏体系(7)、乐安-纯化成藏体系(3)、车镇凹陷北(17)、义和庄凸起北坡(18)和埕东地区(23),油气资源量 $2.3 \sim 5.9 \times 10^8$ t,探明程度6.8%~44%,剩余隐蔽油气藏资源量 $0.90 \sim 1.71 \times 10^8$ t,都将是隐蔽油气藏储量增长的重要成藏体系(图6)。

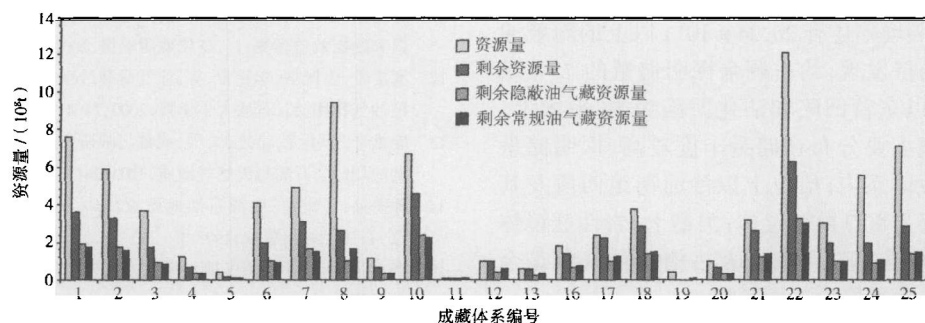


图6 济阳坳陷成藏体系隐蔽油气藏资源潜力

Fig.6 Hydrocarbon potential of subtle reservoir in various accumulation systems in Jiyang depression

成藏体系名称:1—东营中央背斜带;2—王家岗—八面河;3—乐安—纯化;4—博兴洼陷南坡;5—青城低凸起北坡;6—平方王—大芦湖;7—滨县凸起南坡;8—东营凹陷北带;9—惠民凹陷南坡;10—惠民中央背斜带;11—惠民凹陷北部;12—沙河街鼻状构造;13—阳信洼陷北部;16—东风港—套尔河;17—车镇凹陷北;18—义和庄凸起北坡;19—义和庄凸起南坡;20—陈家庄凸起北坡;21—孤南—富林;22—渤南—孤岛;23—埕东地区;24—埕岛地区;25—桩西—长堤—孤东

从层系上看(以东营凹陷为例),勘探程度也存在着明显的不均匀性。沙河街组四段及其以上目的层勘探程度较高,共探明隐蔽油气藏储量 $84\,293 \times 10^4$ t,占隐蔽油气藏总储量的94.6%;孔店组及其以下层系的勘探程度很低,隐蔽油气藏储量只占全部储量的5.4%,说明孔店组及其以下层系还有较大的勘探潜力。

从隐蔽油气藏的类型上看(以东营凹陷为例),已探明岩性上翘尖灭油气藏储量 $50\,561 \times 10^4$ t,占56.8%,地层超覆油气藏储量 $20\,098 \times 10^4$ t,占

22.3%,而岩性透镜体油气藏、不整合遮挡油气藏及古潜山油气藏仅分别为 $7\,126 \times 10^4$ t(占8.0%)、 $6\,254 \times 10^4$ t(占7.0%)和 $3\,303 \times 10^4$ t(占3.7%),显然,岩性透镜体油气藏、不整合遮挡油气藏及古潜山油气藏是隐蔽油气藏今后勘探的重要类型。此外,古河道砂岩油气藏、物性封闭油气藏及裂缝型油气藏由于其规模较小,隐蔽性强,目前的认识程度也较低,尽管有许多出油点,但上报探明储量极少,只要深化研究,积极探索,也将成为隐蔽油气藏储量的重要增长点。

4 结论

(1) 隐蔽油气藏形成演化过程和成因机理十分复杂, 为了提高油气资源评价的可信度, 为高层次的决策提供科学依据, 应多种方法并用, 将运算结果进行相互验证。

(2) 油气发现过程模型法完全可以用于隐蔽油气藏资源潜力的预测。可以较好地预测该探区隐蔽油气藏油气资源量及油藏的规模分布, 由此对探区的隐蔽油气藏油气资源潜力进行评价。应用油气成藏门限理论不仅能预测常规资源量, 也可以有效地预测隐蔽油气藏的资源量。综合预测方法是将前面两种方法的结果加以综合应用, 在利用发现过程模型反演预测探区隐蔽油气藏资源量和规模后, 再结合成藏门限理论正演计算隐蔽油气藏的资源量, 最后利用探区勘探程度与隐蔽油气藏发现率之间的关系, 根据探区探明程度预测隐蔽油气藏的资源潜力和剩余油气资源潜力。

(3) 济阳凹陷还有 20.24×10^8 t 以上的隐蔽油气藏储量尚待发现, 约占剩余探明储量的 75% 以上。其中, 以东营凹陷和沾化凹陷为主, 平面上, 隐蔽油气藏主要分布在储量丰度较高、探明储量较低的成藏体系内; 层位上以沙河街组四段及其以上目的层为重点勘探层位; 类型上, 岩性透镜体油气藏、不整合遮挡油气藏及古潜山油气藏是今后隐蔽油气藏勘探的重要类型。

参 考 文 献

- 1 陈荣书. 关于“隐蔽圈闭(油气藏)”的早期概念[J]. 石油与天然气地质, 1984, 5(3): 300~301
- 2 胡见义, 徐树宝. 非构造油气藏[M]. 北京: 石油工业出版社, 1986. 69~70
- 3 李丕龙, 张善文, 宋国奇, 等. 济阳成熟探区非构造油气藏深化勘探[J]. 石油学报, 2003, 24(5): 10~15
- 4 金之钧, 张金川. 资源评价方法的基本原则[J]. 石油学报, 2002, 23(1): 19~23
- 5 张万选. 油气资源评价的发展与展望[J]. 断块油气田, 1994, 1(1): 38~40
- 6 Arps J J, Roberts T G. Economics of drilling for Cretaceous oil on east flank of Denver-Julesburg Basin[J]. AAPG Bull, 1958, 42(11): 2 549~2 566
- 7 Drew L J, Schuenemeyer J H. The evolution and use of discovery process models at the U S Geological Survey[J]. AAPG Bull, 1993, 77(3): 467~478
- 8 Kaufman G M, Balcer Y, Druyt D. A probabilistic model of oil and gas discovery[A]. In: Hunt J D. Methods of estimating the volume of undiscovered oil and gas reserves [C]. AAPG Studies in Geology, 1975, (1): 113~142
- 9 Lee P J. Two decades of geological survey of Canada petroleum resource assessments[J]. Can J Earth Sci, 1993, 30: 321~332
- 10 解国军, 金之钧, 肖焕钦, 等. 成熟探区未发现油藏规模预测[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 16~18
- 11 解国军, 金之钧, 陈光新, 等. 济阳凹陷八面河探区油气资源前景和勘探效益预测[J]. 高校地质学报, 2002, 8(1): 86~93
- 12 庞雄奇, 姜振学, 李建青, 等. 油气成藏过程中的地质门限及其控油气作用[J]. 石油大学学报, 2000, 24(4): 53~57
- 13 庞雄奇, 李丕龙, 金之钧, 等. 成藏门限研究及其在济阳凹陷中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 204~209
- 14 帅德福, 王秉海. 中国石油地质志(卷六): 胜利油田[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993. 1~260
- 15 李丕龙. 断陷盆地油气聚集模式及其动力学特征[J]. 石油大学学报, 2000, 24(4): 26~28
- 16 李丕龙, 金之钧, 张善文, 等. 济阳凹陷油气勘探现状及主要进展[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 1~4
- 17 郭元岭, 赵乐强, 石红霞, 等. 济阳凹陷探明石油地质储量特点分析[J]. 石油勘探与开发, 2001, 28(3): 33~36
- 18 王俊玲, 郑和荣. 中国东部成熟探区剩余油气资源潜力及重点勘探领域[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 296~300

《石油与天然气地质》近期拟刊主题预告

为增强期刊报道的针对性, 本刊拟在今后的办刊过程中, 对油气勘探和油气地质研究中的热点问题以专题形式予以集中报道。经研究, 2004 年 10 月至 2005 年 8 月, 本刊初步安排了如下专题:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. 陆相层序地层学及油藏精细描述; | 4. 天然气地质特征与勘探开发技术; |
| 2. 柴达木盆地地质特征及油气成藏动力学; | 5. 我国西部盆地演化与油气成藏地质特征; |
| 3. 板块构造与含油气盆地; | 6. 有机地球化学及地球化学勘探进展。 |
- 欢迎热情支持本刊的广大读者围绕以上主题踊跃投稿。

《石油与天然气地质》编辑部
2004 年 8 月