

文章编号:0253-9985(1999)04-0302-03

边际储量评价准则与产能达标度*

张为民¹, 薛培华²

(1. 中国科学院地质研究所, 北京 100029; 2. 北京石油勘探开发科学研究院, 北京 100083)

摘要: 由于国民经济发展对油气资源的需求量日益增加, 对边际储量的评估就显得尤为重要。针对边际储量的特点及应用常规标准进行评估所遇到的问题, 探讨了评价准则, 提出了集“评价基础、评价单元、评价参数、评价方法”四位一体的评价思路。并在工业油流标准的基础上, 提出了产能达标度的新概念, 解决了边际储量评估中长期困扰的井间及单井产能可比性问题, 而且实现了由定性到定量评价的转化。

关键词: 边际储量; 评价准则; 产能达标度; 实例

第一作者简介: 张为民, 女, 35岁, 博士生, 石油地质学和沉积构造学

中图分类号: P62 **文章标识码:** A

1 边际储量特点及评价准则

1.1 特点

边际储量(marginal reserves)是指油层开采的自然条件、技术条件、经济条件均处于边际界限的储量^[1]。我国目前大部分已探明未动用储量为此类储量, 具如下特点:

(1) 储量探明控制程度较低, 绝大部分属基本探明储量级别。

(2) 储量单元极度分散。储层内部相变很大, 含油非均质性严重, 地域分布大都位于远离基地的边远地区。

(3) 流体性质、储层物性复杂, 油品除常规稀油外, 还有稠油、高凝油等。

(4) 油藏埋深差异明显, 深埋藏的储量占相当比例, 低渗透、特低渗储层的储量比例也很大, 为开发动用增加了困难。

(5) 油藏天然能量不足, 油井初期产量高, 但递减快。

1.2 评价准则

为使边际储量及早得到充分动用, 结束以往全国各油区标准不统一, 各自评估的现状, 统一标准、统一方法是亟待解决的问题, 通常的标准已不适合于复杂的边际储量评价。我们认为集“评价基础、评价单元、评价参数、评价方法”四位一体的综合求

值排序的评价标准更适合于边际储量评价。

1.2.1 评价原则

(1) 以储量计算的三级单元(区块)为评价基础单元。

(2) 评价方法应体现少而精的参数指标, 反映多而全的信息特征。

(3) 充分合理地利用和保护国家的石油矿产储量资源。

(4) 有利于获得石油勘探与开发的最大经济效益和社会效益。

1.2.2 评价标准

(1) 以全国各油区上报的、经国家储委评审通过的储量数据为评价基础。

(2) 依据流体性质参数值的大小(如原油地层粘度、原油地面密度和凝固点等), 确定评价单元, 即将评价区块的油品分为稀油、稠油和高凝油等^[2], 然后分类进行评价。

(3) 选择7项参数为主要评价参数, 包括: 储量控制程度、储量大小、储量丰度、流度、工业油流产能达标度、渗透率和油层顶部埋深。

(4) 根据边际储量自身的复杂性, 确定评价方法, 如: 模糊优选法、主成分分析法、距离判别法以及灰色多层次综合评估法等。

1.3 评价参数

1.3.1 评价参数的选取

评价参数的选取决定于评价内容。边际储量评估的宗旨是反映储量的优劣及其价值, 使较优的得以开发动用。因此, 评价内容应主要体现储量的

* 石油天然气总公司八·五重点生产科研项目

收稿日期: 1999-06-15

控制程度,即储量落实程度、规模大小、质量品位、储层物性、流体性质及开发工艺难度等方面内容。通过储层单参数的分析评价,依据评价内容,经过参数的相关分析和地质分析,舍去相关性比较高的参数,取较为重要而具代表性的参数作为评价参数,进行综合评价。

1.3.2 评价参数^[2]

尽管边际储量原始参数繁多,层次不一,但归纳起来不外乎以下3个方面:

1.3.2.1 储量数量指标

(1)储量规模大小,即储量数。

(2)单井控制面积:反映某区块储量的控制程度。

1.3.2.2 储量质量指标

(1)储量丰度:单位面积内的储量多少,反映储量的富集程度。

(2)流度:反映原油在油层中流动条件的好坏,是揭示储层物性和原油性质的综合性参数,是储量优劣的一种反映。

(3)工业油流产能达标度(DBD):一定深度区间内,某区块单井日产量与工业油流标准的线性值之比,表明产能达标的程度。

1.3.2.3 储量难度指标(属地层因素及工艺技术难度引起的经济问题)

(1)油藏顶部埋深:埋深的大小,不仅影响开采工艺难度,而且直接关系到钻井成本和开采费用。

(2)渗透率:是储层物性好坏的直接标志,也是影响开采工艺难易的因素。

2 工业油流产能“达标度”概念的确立与应用

2.1 问题的提出

产能指标在评估对比中相当重要,但是,在可比性处理上显得不尽人意。比如:对于不同井深的产油量难于简单比较,即使应用“千米产能”对比,

也显得不够细致具体。过去把日产油量作为一个可比参数,笼统的比较其大小,但当有井深的概念加入时,比较就发生困难。因为800 m的井深与1 800 m或2 800 m的井深具有同样的产油量时,其效益显然是不同的。在此特以下面二例比较说明。

(1)大港女A块 井深1 394 m,千米产能5.9 t/km·d;

(2)大港女B块 井深3 314 m,千米产能5.9 t/km·d;

前者日产量8.2 t,而后者日产量则是19.6 t,可见,井深是造成结果失真的主要因素。为解决产能可比性问题,提出了工业油流产能“达标度”概念。

2.2 概念

工业油流产能达标度(DBD):指一定深度区间内,某区块单井日产量与工业油流标准的线性值之比,表明其产能达标的程度。这一概念,使产能具有了不受深度局限的可比性。计算公式为
达标度 = 实际日产量 / 某一深度范围内工业油流标准的线性值

数学算式为

$$DBD = Q / [A + B(H - H_1) / (H_2 - H_1)] \quad (1)$$

式中 DBD 为达标度(无量纲);Q 为单井实际日产量(t/d);H 为油层实际埋深(m);H₂ 为井深区间范围内的下限深度(m);H₁ 为井深区间范围内的上限深度(m);A 为难度系数(t/d),相当于工业油流标准的上限值;B 为衔接系数(t/d),相当于工业油流标准的下限值与上限值之差。

沿用工业油流标准的井深值,划分井段和日产量下限值。将各井段的达标度按照公式(1)换算成各相应埋深区间的特定达标度公式,共6个(表1)。当对某区块进行评估时,可据其井深大小,确定使用哪一公式,最后将日产量值直接代入计算,即可得到该区块的工业油流产能达标度(DBD)值。

表1 分区间达标度公式详表

Table 1 The formulas of zonal DBD

油层埋深/m	工业油流标准/t·d ⁻¹	相应埋深区间内达标度计算公式	算 例
< 500	0.3	$DBD = Q / [0.15 + 0.15H/500]$	$H = 421 \text{ m}, Q = 2.4 \text{ t/d}, DBD = 8.686$
500 ~ 1 000	0.5	$DBD = Q / [0.3 + 0.2(H - 500)/500]$	$H = 930 \text{ m}, Q = 2.33 \text{ t/d}, DBD = 4.936$
1 000 ~ 2 000	1	$DBD = Q / [0.5 + 0.5(H - 1 000)/1 000]$	$H = 1 394 \text{ m}, Q = 8.2 \text{ t/d}, DBD = 11.765$
2 000 ~ 3 000	3	$DBD = Q / [1 + 2(H - 2 000)/1 000]$	$H = 3 000 \text{ m}, Q = 8.7 \text{ t/d}, DBD = 2.9$
3 000 ~ 4 000	5	$DBD = Q / [3 + 2(H - 3 000)/1 000]$	$H = 3 314 \text{ m}, Q = 19.6 \text{ t/d}, DBD = 5.402$
4 000 ~ 6 000	10	$DBD = Q / [5 + 5(H - 4 000)/2 000]$	$H = 5985 \text{ m}, Q = 14.36 \text{ t/d}, DBD = 1.441$

达标度表明了某区块产能达到工业油流标准的程度,使产能具有了可比性,同时又不受深度的局限,可以连续对比,而且实现了由定性对比到定量对比的转化,并将“台阶”性突变的工业油流标准,变成了渐变的线性值。须说明的是,在所有井深小于6 000 m的范围内,这是一条连续递变的折线,折线之间即为一个深度区间。深度区间不同,开采难度各异,因此,各区间内斜率不同(图1)。

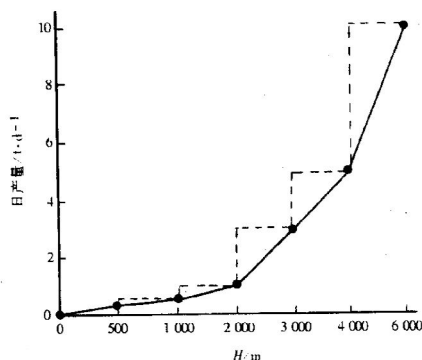


图1 工业油流标准与产能达标度的关系图

Fig.1 Relations between commercial oil-flow standard and DBD

2.3 应用

下面将某油田储量数据库作为评价基础,任选几个区块,做一简单分析。

情形一:日产量相同,不同井深区间的比较。显然,埋藏越浅越有利,浅者达标度应较高。

例:房P块,油层顶深1 110 m,日产油量5.7 t;沈Q块,油层顶深2 256 m,日产油量为5.7 t;此二区块的达标度如下

$$DBD_P = 5.7 / [0.5 + 0.5(1\ 110 - 1\ 000) / 1\ 000] = 10.27$$

$$DBD_Q = 5.7 / [1 + 2(2\ 256 - 2\ 000) / 1\ 000] = 3.77$$

可见,油层埋藏浅的房P块达标度高于油层埋藏深的沈Q块,与定性分析结果相符。而且实现

了不同深度区间内的定量比较。

情形二:相同深度区间不同日产量的比较。

例:周E断块,油层顶深2 974 m,日产量20.8 t;官F块,油层顶深2 278 m,日产量12.8 t;王G块,油层顶深2 845 m,日产量4.3 t;三区块的达标度如下

$$DBD_E = 20.8 / [1 + 2(2\ 974 - 2\ 000) / 1\ 000] = 6.727$$

$$DBD_F = 12.8 / [1 + 2(2\ 278 - 2\ 000) / 1\ 000] = 8.226$$

$$DBD_G = 4.3 / [1 + 2(2\ 845 - 2\ 000) / 1\ 000] = 1.599$$

可见,同一深度区间内,深度相对小、产量相对高,其达标度相对较高;反之,其达标度相对较低。而且,可定量对比表示。

3 结论

(1)边际储量是自然、经济、技术条件均处于边际界限的差储量,是受多因素控制的多维复合体,但具有一定的开发潜力。

(2)集“评价基础、评价单元、评价参数、评价方法”四位一体的综合求值排序的量化标准,比较适用于边际储量评估。

(3)工业油流产能达标度(DBD)表明了产能达标的程度。此概念的提出,使得产能具有了不受深度局限的可比性,且使多井之间及单井之内不同井深产能的比较成为可能,使产能评价实现了由定性到定量对比的转化。

参 考 文 献

- 1 张为民,薛培华. 探明未动用储量的评价方法研究[J]. 石油学报, 1999, 4: 15 ~ 19
- 2 杨通佑,范尚炯,陈元千. 石油及天然气储量计算方法[M]. 北京:石油工业出版社, 1990, 55 ~ 60
- 3 国家标准局,中华人民共和国国家标准[S]. 石油储量规范, GBn269-88. 北京:中国标准出版社, 1988. 20 ~ 24

EVALUATION CRITERION OF MARGINAL RESERVES AND DBD IN MARGINAL RESERVES

Zhang Weimin¹ Xie Peihua²

(1. Geological Research Institute, Chinese Academy of Science, Beijing; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing)

Abstract: With the development of national economy and increase in demand for petroleum resources, the evaluation of (下转第 315 页)

- 的生物标志化合物及其应用[J]. 地球化学, 1982, 11(1): 4~19
- 5 黄第藩, 李晋超. 陆相沉积中的未熟石油及其意义[J]. 石油学报, 1987, 8(1): 1~9
- 6 沈忠民. 低成熟石油概念厘定及其多元多源复合连续成油特征[J]. 地质论评, 1997, 43(6): 577~585
- 7 高瑞祺, 张莹, 崔同翠. 松辽盆地白垩纪石油地层[J]. 北京: 石油工业出版社, 1994
- 8 关德师. 控制生物气富集成藏的基本地质因素[J]. 天然气工业, 1997, 17(5): 8~12
- 9 周光甲, 陈致林, 李经荣, 等. 成油藻对油气生成贡献的研究. 见: 中国地质学会, 中国石油学会, 中国矿物地球化学学会. 第四届全国有机地球化学会议论文集[J]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990. 25~37
- 10 赵长毅, 程克明. 吐哈盆地煤及显微组分生烃模式[J]. 科学通报, 1997, 42(19): 2 102~2 105
- 11 何萍, 王飞宇. 西北中生界烃源中木栓质体特征、演化与烃类生成[J]. 石油勘探与开发, 1996, 23(1): 7~11
- 12 秦匡宗, 郭绍辉, 李树原. 有机地质大分子结构与未熟油生成[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(5): 1~5
- 13 章冰, 吴庆余. 细菌降解前后小球藻热模拟生成的气、油和类干酪根[J]. 地球化学, 1996, 25(2): 105~111

FORMATION CONDITIONS OF IMMATURE OIL IN CONTINENTAL BASINS

Cai Xiuyan Feng Zihui

(Research Institute of Exploration and Development, Daqing Petroleum Administration, Daqing, Helongjiang)

Abstract: The immature source rocks of oil in China's continental basins mainly formed in big lake basins influenced by transgression, small fault-subsided lake and gypsum lake basins. Corresponding source materials were algae, desmonollinite related to terrigenous plant, the soluble asphaltene and non-hydrocarbon organic matter preserved in gypsolyte environment. Bacterial action was favourable for organic matter to be inverted into immature oil, and thermal effect was an important condition for the formation of immature oil.

Key words: continental basin; immature oil; sedimentary environment; kerogen; formation condition

(上接第 304 页)

marginal reserves has become more and more important. Based on the study of the characteristics of marginal reserves and problems encountered in evaluation by conventional criteria, new evaluation criteria are discussed. A new evaluation idea including the basis, the unit, the parameter and methods of evaluation are proposed. According to commercial oil-flow standard, a new concept of productivity ratio (DBD) is also proposed. This thus solves the problems of comparability of productivity between wells and of single well that puzzled people for a long time in the marginal reserves evaluation, and could realize the transformation from qualitative to quantitative evaluations.

Key words: marginal reserves; evaluation criteria; DBD; example