

文章编号: 0253- 9985(2000) 04- 0366- 04

圈闭定量评价 ——三因素综合排队法*

刘伯土, 朱允辉, 高晓歌

(中国石化集团新区勘探研究所, 湖北荆州 434100)

摘要: 地质风险分析、油气资源量预测和勘探开发条件分析是区带评价或圈闭评价中 3 个独立的评价因素, 三因素综合排队法就是针对上述评价模式提出的一种定量评价方法。该方法由双因素综合排队法引伸而来, 其基本原理是将区带或圈闭的地质风险分析结果、油气资源量预测结果及勘探开发条件统一考虑在一个三维直角坐标系内, 通过建立变量赋值标准和三因素综合排队公式将区带或圈闭 3 个独立的评价因素综合成一个排队系数。这一系数能比较直观地对它们进行综合评价和排序。在南沙海域万安盆地, 通过三因素综合排队法对部分构造进行了圈闭综合评价和排队, 区分出 I, II, III 类圈闭, 并指明有利勘探靶区。应用结果表明, 该方法对于沙漠或海域等高风险、高投入地区的油气勘探靶区评价不失为较理想的综合评价方法。

关键词: 三因素综合排队法; 圈闭评价; 地质风险分析; 油气资源量预测; 勘探开发条件; 万安盆地

第一作者简介: 刘伯土, 男, 55 岁, 高级工程师, 石油地质与数学地质

中图分类号: TE122. 3 文献标识码: A

绍的一种新的区带或圈闭定量评价方法 ——三因

1 问题的提出

将区带或圈闭的地质风险分析结果与油气资源量预测结果有机地综合成一个排队系数, 使我们能比较直观地对众多区带或圈闭进行综合评价和排序。但该方法也有它的局限性, 那就是未能充分考虑勘探开发条件在区带评价和圈闭评价中的重要作用。因为勘探开发条件是一个独立于地质风险分析和油气资源量预测之外的重要因素, 所以应该将它作为一个独立的因素来处理。这就是本文下面要介

绍的一种新的区带或圈闭定量评价方法 ——三因素综合排队法。该方法由双因素综合排队法引伸而来, 其基本原理是将区带或圈闭的地质风险分析结果、油气资源量预测结果及勘探开发条件统一考虑在一个三维直角坐标系内, 通过建立变量赋值标准和三因素综合排队公式将区带或圈闭 3 个独立的评价因素综合成一个排队系数。这一系数能比较直观地对它们进行综合评价和排序。在南沙海域万安盆地, 通过三因素综合排队法对部分构造进行了圈闭综合评价和排队, 区分出 I, II, III 类圈闭, 并指明有利勘探靶区。应用结果表明, 该方法对于沙漠或海域等高风险、高投入地区的油气勘探靶区评价不失为较理想的综合评价方法。

$$r = \frac{AH + DH}{OH} = \frac{\sqrt{(1-p)^2 + (1-q)^2 + (1-w)^2} + \frac{\sqrt{6}}{3} \sqrt{p^2 + q^2 + w^2 - pq - pw - qw}}{\sqrt{p^2 + q^2 + w^2}}$$

其中

$$q = \frac{\ln q'}{\ln q_{\max}}$$

* 国家一类地勘专项科研报告《南沙海域万安盆地油气资源预测及选区评价研究》部分研究成果

** 武守诚, 王幼梅. 珠江口盆地石油资源评价方法研究. 1982, 内部资料

收稿日期: 2000- 09- 30

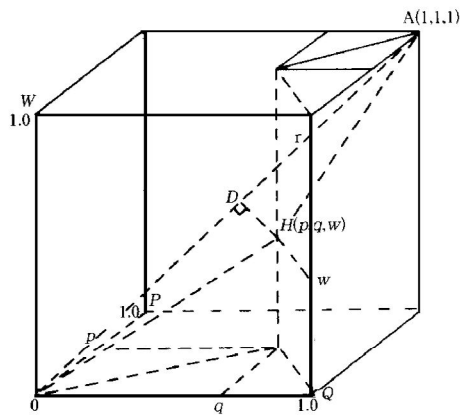


图 1 三因素综合排队法坐标图

Fig. 1 Coordinate figure of synthetic queuing method with three factors

式中 p 为区带或圈闭(H)的含油气概率 $[0, 1]$; q 为区带或圈闭(H)经规格化处理后的油气资源量值 $[0, 1]$; w 为区带或圈闭(H)的勘探开发条件系数 $[0, 1]$; q' 为区带或圈闭(H)的油气资源量(油 10^4 t, 气 10^6 m³); $q_{\max}$ 为区带或圈闭中的最大油气资源量(油 10^4 t, 气 10^6 m³)。

计算时我们只须根据事先制定的赋值标准和计算规则确定每个区带或圈闭的 3 个坐标值 p, q, w , 再按上式算出它们的三因素综合排队系数 r , 即可实现对区带或圈闭进行排序和优选。下面通过实例给出圈闭评价的三因素综合排队计算过程。

3 实例

万安盆地为一走滑拉张成因的新生代含油气

表 1 圈闭含油气概率的赋值标准

Table 1 Given value creterion of oil and gas probability in traps

成 藏 条 件		概 率 值		
		> 0.8	0.8~ 0.6	< 0.6
构造条件	圈闭落实程度(控制圈闭测线数)	≥3	2	1
	与油源距离/km	< 30	30~ 50	> 50
烃源条件	生烃强度/ 10^4 t km ⁻²	> 1 200	1 200~ 600	< 600
	储层厚度/m	> 80	80~ 40	< 40
储集条件	储层孔隙度/ θ	> 10	10~ 5	< 5
	储层相带	三角洲相, 滨浅海偏砂岩相, 生物礁滩相	浅海砂泥岩相, 台地灰岩相	浅海偏泥岩相, 半深海相
运 移 条 件	运移通道发育情况(不整合面、断裂、疏导层)	发育	一般	不发育
保存条件	盖层厚度/m	> 1 000	1 000~ 500	< 500
	盖层相带	浅海偏泥岩相, 半深海相	浅海砂泥岩相	三角洲相, 滨浅海偏砂岩相
	断裂发育程度	不发育	一般	发育
圈排关系	圈闭形成与生、排烃高峰的时间配置	圈闭形成在前	同期形成	生、排烃高峰在前

备注: 凡经钻井测试获油气流者, 该圈闭的含油气概率为 1; 获油气显示者为 0.9; 经地震油气检测含油气者为 0.8; 一口干井者, 不大于 0.7; 2 口干井小于 0.4; 3 口干井者为 0。

盆地, 面积约 8.5×10^4 km²。该盆地具北东向雁列的三隆四坳构造格局和厚愈万米的新生代地层, 有渐新统、下中新统、中中新统 3 套烃源岩, 以及渐新统、中新统碎屑岩和中-上中新统碳酸盐岩 3 套主要储层, 上新统一第四系泥页岩为区域盖层。渐新世末和中新世中后期盆地曾先后发生张扭和压扭两次较大的构造活动, 形成区域不整合面和一系列断裂及圈闭构造。经地震调查及钻探证实, 该盆地有 E₃(渐新统) N₁¹(下中新统) N₁²(中中新统) N₁³(上中新统) 4 个主要含油气层系, 圈闭类型以背斜、断背斜和断块圈闭为主, 还有部分礁隆圈闭和地层、岩性圈闭。这次用于计算的有 11 个局部构造及其 30 个大型圈闭。

3.1 含油气概率

圈闭含油气概率通常由地质风险分析获得, 它与地质风险系数互为 1 的补数。油气成藏规律表明, 圈闭的含油气概率主要与它的构造条件、储集条件、烃源条件、保存条件、运移条件和圈排关系等 6 项油气成藏条件有关(表 1)。据此, 即可依据各圈闭所具备的油气成藏条件对它们进行取值, 并按下式计算圈闭的含油气概率

$$p = \prod_{i=1}^6 p_i \quad [0, 1]$$

式中 p_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) 依次为各圈闭对应表 1 中所列 6 项油气成藏条件取得的概率值。

3.2 油气资源量

鉴于万安盆地的资料现状,我们采用单储系数法计算圈闭的油气资源量。对于油、气兼备的圈闭,其总资源量统一以油当量表示,单储系数则根据邻近已知油气田的参数经地质类比后取得。

单储系数法圈闭油气资源量计算公式如下:

$$Q_{油、气} = S F_1 H_r S_d F_2 \Phi K_{油、气}$$

式中 $Q_{油、气}$ 为圈闭油、气资源量(油 10^4 t, 气 10^6 m³); S 为圈闭面积(km²); F_1 为面积充满度(小数); H_r 为圈闭层厚度(m); S_d 为圈闭层砂岩含量(小数); F_2 为有效厚度系数(小数); Φ 为有效孔隙度(小数); $K_{油、气}$ 为油、气单储系数(油 10^4 t/km²·m, 气 10^6 m³/km²·m)。

3.3 勘探开发条件

对海上油气勘探开发影响较大的主要有海水深度、目的层埋深、面积资源丰度、圈闭形态、圈闭类型等 5 项地质环境条件(表 2)。据此,即可依据

表 2 圈闭勘探开发条件的赋值标准

Table 2 Given value criterion of trap exploration and development condition in traps

勘探开发条件	概 率 值		
	> 0.8	0.8~ 0.6	< 0.6
海水深度/m	< 200	200~ 250	> 250
目的层埋深/m	< 4 000	4 000~ 5 000	> 5 000
面积资源丰度/ 10^4 t·km ⁻²	> 10	10~ 5	< 5
圈闭形态	短轴/长轴> 0.3, 短轴> 5 km	短轴/长轴≤0.3, 短轴 3~ 5 km	短轴< 3 km
圈闭类型	背斜、断背斜	断块、礁隆	岩性、地层

圈闭所处的地质环境条件对它们进行取值,并按下式计算圈闭的勘探开发条件系数

$$w = \prod_{i=1}^5 w_i$$

式中 w_i ($i = 1, 2, \dots, 5$) 依次为各圈闭对应表 2 中所列 5 项勘探开发条件取得的概率值。

3.4 结果分析

万安盆地圈闭评价的三因素综合排队计算结果列于表 3。我们依据排队系数的大小将 30 个圈

表 3 万安盆地圈闭评价三因素综合排队法计算结果表

Table 3 Assessment results of three factor synthetic queuing in trap of Wan'an Basin

局部构造	圈闭层	圈闭类型	圈闭面积/km ²	海水深度/m	高点埋深/m	含油气概率	勘探开发条件系数	规格化后的资源量值	综合排队系数	圈闭排序	评价类别
西卫 18	N ₁ ² N ₁ ¹	断背斜	139.8	124	2 550	0.9	0.9	0.934 6	0.117 3	2	I
		断背斜	91.8	124	3 147	0.9	0.9	0.855 8	0.155 5	4	I
西卫 12-2	E ₃	断块	106.8	132	5 398	0.9	0.46	0.892 0	0.679 3	18	II
西卫 16	N ₁ ¹ E ₃	背斜	194.0	130~ 135	2 398	1.0	0.9	0.981 1	0.106 3	1	I
		背斜	173.0	130~ 135	2 700	1.0	0.86	0.878 1	0.185 1	5	I
西卫 24	N ₁ ²	断背斜	96.3	141~ 170	2 357	1.0	0.86	0.820 5	0.232 4	6	I
	N ₁ ¹	断背斜	98.7	141~ 170	2 465	1.0	0.86	1.0	0.153 6	3	I
	E ₃	断背斜	132.5	141~ 170	4 783	1.0	0.59	0.989 8	0.485 5	12	I
万安北 31	N ₁ ¹ E ₃	背斜	170.0	162~ 243	3 170	1.0	0.65	0.856 8	0.427 0	9	I
		背斜	175.0	162~ 243	4 300	1.0	0.54	0.835 2	0.580 2	14	I
万安滩 7	N ₁ ³	断块	528.3	201~ 247	1 152	1.0	0.54	0.965 4	0.552 3	13	I
	N ₁ ²	断块	383.4	201~ 247	1 580	1.0	0.48	0.891 0	0.646 0	16	II
	N ₁ ¹	断块	372.3	201~ 247	2 248	1.0	0.6	0.973 3	0.472 1	11	I
	E ₃	断块	408.5	201~ 247	2 908	1.0	0.46	0.925 2	0.666 9	17	II
万安南 25	N ₁ ³	断背斜	298.6	127	1 010	0.48	0.55	0.739 9	0.890 4	23	III
	N ₁ ²	断背斜	246.0	127	1 297	0.38	0.5	0.515 0	1.276 9	30	III
	N ₁ ¹	断背斜	172.2	127	1 415	0.46	0.75	0.768 8	0.756 0	20	II
万安西 18	N ₁ ²	断块	118.8	135~ 138	1 875	1.0	0.76	0.833 7	0.309 1	7	I
	N ₁ ¹	断块	118.2	135~ 138	2 438	1.0	0.72	0.847 3	0.345 8	8	I
	E ₃	断块	151.7	135~ 138	3 106	1.0	0.62	0.842 0	0.471 1	10	I
安波 6	N ₁ ³	断块	98.2	132	1 407	0.68	0.42	0.615 4	0.949 0	24	III
	N ₁ ²	断块	115.0	132	1 707	0.65	0.38	0.493 6	1.183 3	29	III
	N ₁ ¹	断块	157.6	132	1 960	0.68	0.46	0.753 4	0.799 0	21	II
	E ₃	断块	142.8	132	2 892	0.68	0.38	0.677 7	0.980 8	25	III
南东 14	N ₁ ¹ E ₃	断鼻	144.0	120	1 345	0.9	0.44	0.676 6	0.810 4	22	III
		断鼻	122.5	120	1 660	0.9	0.56	0.712 8	0.607 2	15	II
万安南 1	N ₁ ³	断块	349.2	170	1 010	0.58	0.34	0.680 2	1.142 2	28	III
	N ₁ ²	断块	715.4	170	1 198	0.58	0.34	0.728 2	1.115 1	27	III
	N ₁ ¹	断块	120.0	170	1 556	0.68	0.51	0.741 8	0.717 6	19	II
	E ₃	断块	202.5	170	2 437	0.68	0.36	0.722 7	0.992 6	26	III

闭分为 I、II、III 类, 其中 I 类圈闭 14 个, 排队系数 $r < 0.6$; II 类圈闭 7 个, 排队系数 $0.6 \leq r \leq 0.8$; III 类圈闭 9 个, 排队系数 $r > 0.8$ 。同时对 11 个局部构造的勘探前景也相应作出评价, 其中西卫 16、西卫 18、西卫 24、万安西 18、万安北 31、万安滩 7 等 6 个构造为勘探前景最好的含油气构造, 西卫 12-2、南乐 14 二个构造其次, 万安南 25、万安南 1、安波 6 三个构造的勘探前景较差。

4 结束语

由于三因素综合排队法将油气开发条件与地

质风险分析、油气资源量预测一起作为区带评价或圈闭评价的 3 个独立因素来考虑, 所以较适宜于沙漠或海域等高风险、高投入地区的油气勘探靶区评价, 对于勘探开发条件较好或差别不大的地区, 双因素综合排队法仍是较好的评价方法。

参 考 文 献

- 1 武守诚. 石油资源地质评价导论[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994. 284~285

TRAP QUANTITATIVE ASSESSMENT: METHOD OF THREE FACTOR SYNTHETIC QUEUING

Liu Botu Zhu Yunhui Gao Xiaoge

(Research Institute of New Area Exploration, CNPC, Jingzhou, Hubei)

Abstract: The analysis of geological risks, the prediction of hydrocarbon resources extents and the analysis of exploration and development condition are three independent factors in the assessment of zonules and traps. Three factor synthetic queuing method is a quantitative assessment method proposed according to the above mentioned assessment mode. The method is derived from two factor queuing method, the basic principle of which is to put the three factors in the same 3-D right angle coordinate system, and synthesize the three factors in one queuing coefficient by setting variable criterion and three factor queuing formula. This coefficient could be used to evaluate and queue the traps and zonules directly. This method was used to evaluate and queue some structures in Wan'an Basin of Nansha sea area, and three types of traps were distinguished and exploration target areas were pointed. The results proved that this method is an ideal assessment manner for hydrocarbon exploration in deserts and sea areas

Key words: three factor synthetic queuing method; trap assessment; geological risk analysis, hydrocarbon resources prediction; condition for exploration and development; Wan'an Basin