

区带含油气地质概率分析*

阳安成 李德茂 赵 儒

(中国新星石油公司勘探研究院 湖北荆州 434100)

摘 要 区带评价是勘探中进行局部评价的基本单元,其含油气地质概率是勘探者部署规划时决策的重要参数之一。区带含油气地质概率分析方法是根据盆地目前勘探状态下所获的地质资料对区带含油气性进行地质分析、计算得而得到区带含油气的概率。此方法的规则信度模型是根据评价区油气聚集带的控制因素及影响控制因素下的若干基本地质事件而建立起来的,同时对于反映地质基本事件的资料的质量以及反映地质实体程度作为参数参加运算。运用此方法对阜新盆地中部三个区带含油气地质概率作了分析,认为清河门区带是阜新盆地最好的含油气区带,其概率为0.84。为勘探者提供了重要勘探依据。

关键词 区带 概率 地质事件 逻辑门 规则信度 可信度 阜新盆地

1 区带含油气地质概率分析方法

1.1 概述

油气勘探是以盈利为目的的投资活动,具有高风险、高效益的特点。要提高效益,分析风险、估算风险是必不可少的条件。风险就意味着失败的可能性,其常以概率表示其大小。在一些文献和研究报告中常出现把风险和成功概率混淆,虽然成功概率=1-风险概率,而且成功概率和风险概率可以互换,但是在具体分析时是有区别的。风险分析是以失败为条件进行分析的。笔者认为以成功概率表示较为直观,一目了然。不同勘探阶段,对勘探对象的成功概率分析是不同的,在普查阶段,盆地成油气组合确定以后,评价的对象就是区带。区带含油气地质成功概率(以下简称区带含油气地质概率)大小是勘探者决策的主要依据之一。区带含油气地质概率是通过油气地质条件的研究、分析并计算出所形成油气藏,这个概率是目前勘探状态下得出的概率并随着勘探程度变化而变化的。一般情况是随着勘探程度的加深、资料的增多和认识的提高,对地质体的含油气性更加确定。这个概率值逐渐逼近于“1”或逼近于“0”。

1.2 区带含油气地质概率计算公式

$$P(X_i) = p(x_i) \times M_a + q(x_i) \times M_p$$

式中: X_i ——中间地质事件;

x_i ——基本地质事件;

$P(X_i)$ ——中间地质事件概率;

* 中国新星石油公司科研项目:“华北地区中生代盆地油气地质条件及勘探战略选区”课题的子题
收稿日期:1999-07-12

$p(x_i)$ ——基本地质事件规则信度;

M_a ——规则信度的权系数;

$q(x_i)$ ——反映某一基本地质事件原始资料的可靠性信度(简称可信度);

M_p ——资料可信度的权系数。

1.3 参数的选取

参数的选取是建立在资料的拥有程度和对资料掌握、消化、研究程度基础上。这些工作对分析和计算结果的准确性起着至关重要的作用。

(1) 基本地质事件规则信度 $p(x_i)$

基本地质事件规则信度建立在分析和研究评价区或盆地控制油气藏形成的地质因素基础上。控制油气藏的地质因素是通过评价区或盆地的含油气区带(或称油气聚集带)的研究、解剖而总结出来的。作者根据华北地区中生代盆地油气地质条件特点设计了华北中生代盆地含油气地质概率分析基本地质事件规则信度模型(见表1)。这个模型由五个控制油气的地质因素组成(以下简称为上中间地质事件),每个上中间地质事件由若干下中间地质事件组成,即影响控制油气因素的地质条件。而每个下中间地质事件由若干基本地质事件组成,基本地质事件影响下中间地质事件发生的程度,称规则信度,用概率形式表示。

华北地区中生界盆地含油气基本地质事件规则信度模型(以下简称规则信度模型)由五个上中间地质事件组成,五个上中间地质事件之间的逻辑门为“与门”,即表示这五个事件同时出现时才能使顶尖地质事件结果为真。五个上中间地质事件由十五个下中间地质事件组成,每个上中间地质事件下若干中间地质事件的逻辑门也是“与门”,也就是说每个上中间事件的若干下中间地质事件同时出现时才使其结果为真。而每个下中间地质事件的若干基本地质事件的逻辑门是“异或门”,即表示每个下中间地质事件的若干基本地质事件中一个出现就可使其结果为真。

基本地质事件规则信度 $[p(x_i)]$ 是原始地质资料所反映的地质事件出现的地质概率,这一参数可从多种途径获取:①可从解剖该区具有代表性含油气区带(又称油气聚集带)中获取;②借鉴理论性,或有普遍性经验统计结果中获取;③经专家讨论中而获取。规则信度参数通过单一方法获取难度较大,一般用综合方法获取。华北中生代盆地含油气地质概率分析基本地质事件信度就是采取综合方法而取得的。信度值在“1—0”之间。

(2) 可信度 $[q(x_i)]$

从规则信度模型看出:中间地质事件发生的可能性是通过基础地质资料来反映的,基础地质资料如能真实反映地质实体全貌是勘探者所渴望的,但是往往由于受众多因素的影响,资料存在着局限性,并不全面代表地质实体,因此地质基础资料和地质实体之间存在着不确定性,本文用资料可信度 $[q(x_i)]$ 来表示。资料可信度是根据目前所掌握的资料所取得的地质事件的规则信度,同时应赋予的数值。

资料可信度参数大小取决勘探程度和研究程度。勘探程度愈高、研究程度愈深入,那么所采用的地质资料愈逼近于地质实体。可信度参数愈逼近于“1”但小于“1”;否则趋于“0”但大于“0”。资料丰富的程度、资料的质量、时间等都影响资料可信度。通过被解剖的含油气区带而建立可信度的标准,也就是说被解剖面含油气区带为“1”的情况制定不同标准的可信度。由于评价区带多处于盆地普查阶段,所获资料大致反映了区带的地质实体。取值在0.8~0.6之间比较合适。不同盆地、不同区带、不同规则信度的可信度是不同的。

表 1 区带含油气地质概率分析框架表

区带含油气地质概率分析	烃源条件	生烃强度 10 ⁶ /km ²	1.0~0.5	0.4	
			1.5~1.0	0.6	
			2.5~1.5	0.8	
			大于 2.5	1.00	
			小于 60	0.4	
		源岩上覆地层遮盖率(%) ^①	80~60	0.6	
			100~80	0.8	
			大于 100	1.00	
			不落实	0.4	
			可能落实	0.6	
		区带落实程度	基本落实	0.8	
			落实	1.00	
			区带位置	距生烃强度门限 10 km 外有储集带	0.4
				距生烃强度门限 10 km 以内有利储集带	0.6
				生烃凹陷的斜坡	0.8
	油气运移指向	夹两个生油气凹陷或者生烃凹陷内的有利储集带	1.00		
		生烃层,无断层或无整合接触	0.4		
		整合接触或生烃层中有逆断层穿过	0.6		
		层间角度不整合接触或有扭性断层穿过	0.8		
		生烃层之上为区域角度不整合或在生烃期有高度开启断层	1.00		
配置条件		区带砂岩展布率(%) ^②	40	0.4	
			60~40	0.6	
			60~80	0.8	
			大于 80%	1.00	
			小于 10	0.4	
		孔隙度(%)	15~10	0.6	
			15~20	0.8	
			大于 20	1.00	
			小于 5	0.4	
			5~10	0.6	
		渗透率	50~10	0.8	
			100~500	1.00	
			岩性	其它	0.4
				细砂岩泥岩	0.6
				粉砂质泥岩	0.8
泥岩、页岩、膏盐岩	1.00				
	厚度 (m)	小于 2	0.4		
		10~2	0.6		
		20~10	0.8		
		大于 20	1.00		
		小于 20	0.4		
	盖层遮盖率(%) ^③	20~50	0.6		
		50~80	0.8		
		100~80	1.00		
		断层作用	活动强烈,切穿严重	0.4	
			活动强烈,开启断层为主,但切割盖层不严重	0.6	
活动较强烈,以逆断层为主,未切穿主要盖层	0.8				
活动弱	1.00				
	生烃期与圈闭形成时期	进入干气期形成的区带	0.4		
		进入湿气阶段形成的区带	0.6		
		生烃高峰期形成的区带	0.8		
		生烃高峰期前形成的区带	1.00		
		跨越式储集	0.4		
	储集类型	上生下储	0.6		
		下生上储或侧向储集	0.8		
		自生自储	1.00		
		早第三纪为大量生烃期	0.6		
		中生代为大量生烃期	0.8		
大量生烃期与构造运动时期			晚第三纪为大量生烃期	1.00	

注:①地层遮盖率= $\frac{\text{上覆地层面积}}{\text{区带面积}}$;②展布率= $\frac{\text{储层分布面积}}{\text{区带面积}}$;③盖层遮盖率= $\frac{\text{盖层面积}}{\text{区带面积}}$

(3)规则信度权系数(M_r)和资料可信度权系数(M_p)。这两个参数同样与勘探程度有关,勘探程度愈高,说明所获得的地质资料能比较准确、全面地反映区带的地质实体。这样,在规则信度与资料可信度权系数分配的比例上,规则信度权系数比例应该大,而资料可信度权系数比例应该小,反之则两参数也相反。对于盆地若在评价区带这个级别上,规则信度权系数一般取值0.7~0.75为宜,则资料可信度权系数 M_p 取值0.3~0.25,但必须遵循 $M_r + M_p = 1$ 的原则。

1.4 运算

把目前勘探状况下所获得的资料进行筛选、计算、处理以后,把获得的资料所提供的信息力争用足,使其尽可能反映区带的地质实体。用整理以后的资料按规则信度的模型表格化,同时把所获得的每个规则信度的资料可信度赋于规则信度的表中,把这些参数同规则信度的权系数和资料可信度权系数代入公式中运算。这样就得到基本地质事件之上的下中间地质事件所发生的一组概率集合,而上中间地质事件发生的概率则是集合中最小的数值。即 $\min\{p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_i)\}$ 。这样逐级选取最小概率,最终得到顶尖地质事件发生的概率,即区带含油气地质概率。

2 阜新盆地含油气地质概率分析

应用区带含油气地质概率分析方法对华北中生代重点勘探盆地之一的阜新盆地作了区带含油气地质概率分析。

2.1 阜新盆地地质概况

阜新盆地位于辽宁省西部,是著名的煤碳基地之一。盆地呈北北东向展布,为狭长状。东西宽11~22 km,南北长80 km,面积仅为1 500 km²。大地构造位置处于华北地块燕山褶皱

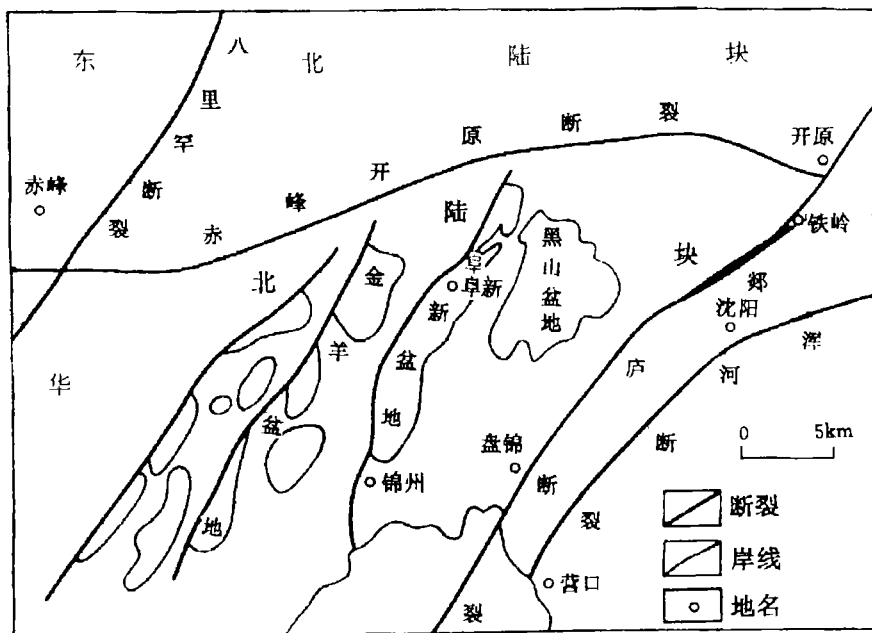


图1 阜新盆地构造位置

带东端(图 1)。盆地基底为前寒武系,成盆期为晚侏罗世—早白垩世,主要发育期为早白垩世,在早白垩世时期盆地自下而上沉积了义县组(K_{1x})、九佛堂组(K_{1f})、沙海组(K_{1sh})、阜新组(K_{1f})地层,而晚中白垩世的孙家湾组(K_2)仅分布于盆地山前处。在盆地内缺失晚白垩世和第三纪的沉积。九佛堂组上部、沙海组下部为储集层,以沙海组上部为盖层组成完整的成油气组合。在评价阜新盆地区带含油气地质概率时就以这套成油气组合为评价层,以九佛堂组顶部局部构造展布划分区带。

九佛堂组源岩主要发育在盆地中部,自南向北有民家屯、依吗图和海州 3 个以九佛堂为源岩层的凹陷,而这 3 个凹陷之间是局部构造集中发区,分为 3 个构造区带(简称区带),由南向北分别为清河门区带、小胡集区带、东梁区带(见图 2),对这 3 个区带进行了含油气地质概率分析。

阜新盆地与华北地区中生代盆地比较,勘探程度还是比较高的。尽管以石油为勘探目的钻井并不多,但千余口井的煤炭钻井,为油气勘探分析提供丰富的分析资料,不可否认反映九佛堂组源岩资料有限,但地面剖面 and 钻井及地震资料基本反映生烃概况,同时 1 541.7 km² 的地震剖面主体部位可达 0.6 km×0.9 km,皆是区带含油气地质概率分析的资料来源。反映地质基本事件资料可信度是比较高的,如反映生烃强度的有机质丰富、演化等资料都依据于众位

数。基本地质事件的资料的可信度在 0.8~0.7 之间。规则信度权系数和资料可信度的权系数分别是 0.7、0.3,因为阜新盆地总体仍是处于普查勘探阶段,权系数分配是合理的。

阜新盆地中部三个区带含油气地质概率均大于 0.70(见表 2),反映三个区带油气地质条件较具有形成油气藏的条件,特别是清河门区带更为优越。

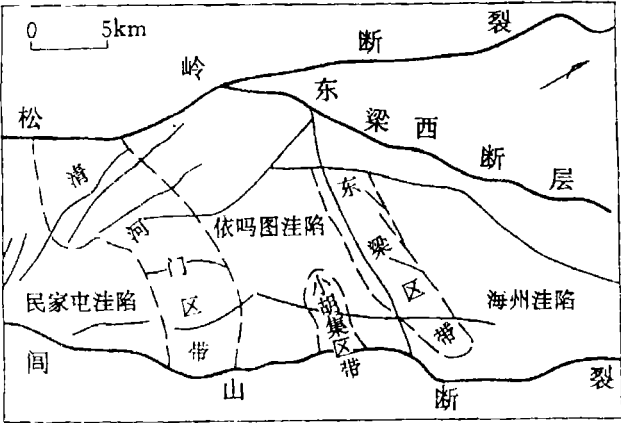


图 2 区带划分图

表 2 阜新盆地区带含油气地质概率

区带名称	烃源	区带条件	储集	保存	配置	含油气地质概率
清河门	0.86	0.88	0.90	0.86	0.84	0.84
小胡集	0.76	0.82	0.80	0.70	0.84	0.70
东梁区带	0.82	0.88	0.84	0.75	0.86	0.75

参 考 文 献

1 赵儒,金彦君,龙胜祥,等. 伊陕斜坡北区天然气勘探决策分析. 石油与天然气地质,1996,17(2):150~155.
2 王伟锋,陆诗阔,郭玉新,等. 阜新盆地构造特征与圈闭类型. 石油大学学报,1998,22(3):26~30.