

松辽盆地构造圈闭评价的研究

杨庆元 杨继良

(大庆石油管理局勘探开发研究院)

构造圈闭是松辽盆地已勘探开发的油气藏中最主要的圈闭类型,作者依据地震勘探程度、烃类检测及化探异常显示、钻探试油成果、圈闭规模和形成期以及生、储、盖、运、保诸条件,对不同层系的构造圈闭分别予以排序定级——分为三类四级,籍以提高钻探成功率。

关键词 松辽盆地 构造圈闭 圈闭评价

作者简介 杨庆元 男 54岁 工程师 石油地质

目前,在世界上已经发现的油气藏中,构造圈闭类型占有主要位置。在我国已经开发的油气藏中也绝大部分属于这种类型。松辽盆地已勘探和开发的油气田(藏),亦以此类圈闭为主。因此,构造圈闭评价研究已成为提高钻探成功率的重要手段。

如何有成效地进行圈闭评价这与影响圈闭评价效果的制约因素的厘定有关,如地质参数的选取、综合评价标准的制订以及标准是否逼近评价区的地质规律等。笔者根据对松辽盆地构造圈闭评价的实践,结合评价区的勘探和研究程度,研究总结了松辽盆地构造圈闭评价标准。

一、构造圈闭类型及其评价

作者根据形态与成因相结合的分类方法进行了分类。

(一) 类型

1. 背斜圈闭

在松辽盆地北部已找到的构造圈闭中,背斜构造占16.5%、断鼻构造占61.9%、断块构造占21.6%。从已探明的油气储量看,主要分布在背斜圈闭中,如大庆长垣上的喇嘛甸、萨尔图、杏树岗、高台子、葡萄花等油田和松辽盆地南部的扶余油田等都是背斜类型的圈闭(图1-a)。

2. 断层圈闭

松辽盆地北部与断层有关的圈闭占圈闭总数的80%以上;预测油气资源也是80%以上分布在这种类型的圈闭中。这说明,断层圈闭是今后寻找油气的主要勘探对象。

断层圈闭包括单断型的断层遮挡圈闭和双断型的断块圈闭等。它们在松辽盆地分布较广,其中包括断层圈闭(图1-b)、同生断层圈闭(图1-c)和断块圈闭(图1-d)等亚类。

3. 混合型圈闭

混合型圈闭是受两种以上地质遮挡因素形成的圈闭。它们在松辽盆地分布的也较广，目前已经发现的有：背斜-断层圈闭、岩性-背斜圈闭（图1-e）、断层-岩性圈闭和多因素混合型圈闭（图1-f）等亚类。

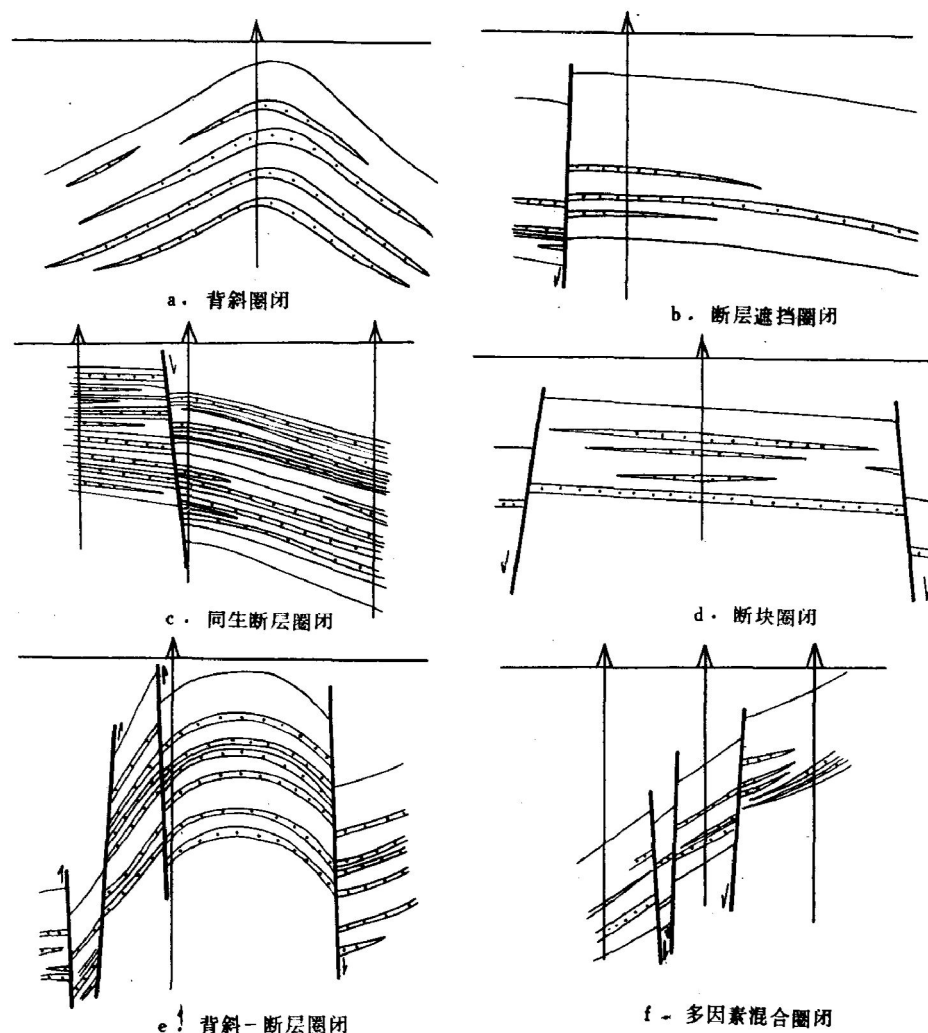


图1 松辽盆地构造圈闭的类型

（二）评价

对构造进行评价时，其圈闭类型是很重要的评价因素。不同类型的圈闭，控制油气聚集的因素不同，油气充满系数也不同。松辽盆地一般背斜圈闭的面积大、油层厚，油气充满系数也高。虽然背斜圈闭只占圈闭总数的四分之一左右，但占已找到储量的80%以上。以完整的背斜为最好，其次是断层圈闭和混合型圈闭。

在松辽盆地，大型的鼻状构造较多，这些鼻状构造由若干个断块或断鼻组成，具备圈闭条件，有些还形成了油田或油藏，如大庆长垣西侧的一串鼻状圈闭构造。因此，对目前圈闭情况不明的鼻状构造也列入构造圈闭评价之中。但又为了保证资源预测的可靠性，故把鼻状

构造的评价级别降低,含油(气)面积系数(油气充满系数)也取最小值。

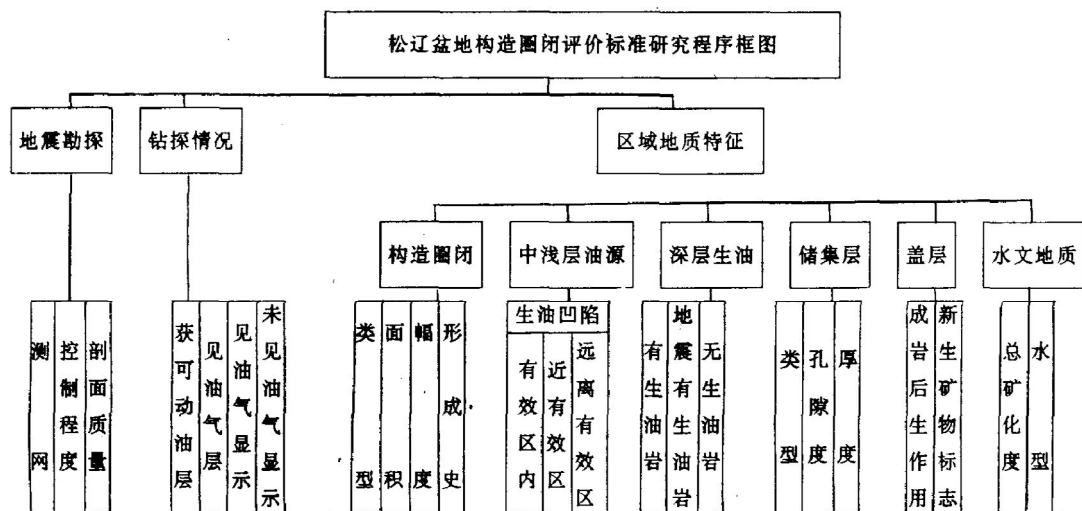


图2 松辽盆地构造圈闭评价标准研究程序框图

松辽盆地构造圈闭的类型较多。在油气资源评价过程中,采用了一套较完整的研究程序(图2),以制订出统一的构造圈闭评价标准,为勘探规划和勘探部署提供依据。

二、圈闭评价标准

研制圈闭评价标准,主要依据认识程度(地震勘探程度)、钻探试油成果和研究程度(石油地质的综合研究——生油、生储盖配置)。进而,按不同的构造圈闭层,对每个圈闭分别予以排序定级。

(一) 认识程度

1. 地震勘探程度

据地震勘探所取得的资料,从测网密度、测线控制程度和剖面质量等综合分析研究,指出圈闭可靠、较可靠和不可靠的排序。

(1) 测网密度

根据不同勘探阶段的地质任务要求,应有其相对应的测网密度。如:盆地评价阶段的测网密度不能低于 $4 \times 8\text{km}$;区域预探评价阶段的测网密度不能低于 $2 \times 8\text{km}$;评价钻探阶段的测网密度不能低于 $1 \times 2\text{km}$ 。

(2) 控制程度

通过不同阶段测网密度所发现的构造圈闭,有不同的控制有效度。如只有一条地震测线所控制的构造圈闭(图3-a),是不可靠的圈闭,不论其它条件如何,都评为Ⅲ类,不进行油气资源预测。待圈闭落实后,再重新进行评价。有两条平行地震测线控制的圈闭(图3-b),在各自阶段测网密度控制范围内,可归属较可靠的圈闭。有十字测线或三条平行测线以至更多测线所控制的构造圈闭(图3-c),应属于可靠的圈闭。

(3) 剖面质量

地震相位能够连续追踪、断点显示清楚的剖面,质量为好,构造圈闭形态可靠。有50%以上的相位能够连续追踪、大的断点清楚的剖面,质量定为中等,构造形态一般属于较可靠。

相位连续追踪率小于 50%、断点基本不清楚的地震剖面, 质量为差, 构造形态一般属于不可靠。

2. 烃类检测及化探异常显示

根据地震资料处理和解释, 在构造圈闭上发现非常明显的亮点、暗点、平点或 SEISLOG、VELOG、AVO 等异常显示, 经多种方法制作模型, 多种资料符合程度良好, 均表明这些异常很可能是由于含油气引起的。对这类圈闭, 可适当提高评价级别。

地震资料处理后, 见到某一项或几项异常显示, 或异常的特点还不很明显, 经解释可能是由于含烃类而造成, 也可能是其它原因所造成的异常, 要结合其它地质条件综合考虑评价级别。

经地震资料处理后, 没发现烃类异常显示, 对这类圈闭也要综合考虑其它地质条件做出评价。

在松辽盆地, 化探指标是以二级构造带的背景值为基值。不同的二级构造带, 化探指标不同。在评价某个圈闭时, 化探指标与背景值相比, 有明显异常的为好, 无异常显示的为差。有些圈闭某些化探指标虽有异常, 但又不明显的可评为中等。应用化探指标对构造圈闭进行评价时, 也应参考区域地质情况后, 再给予评价结论。

(二) 钻探试油成果

钻探和试油资料是评价圈闭的直接标志。

已钻探的圈闭, 包括获工业油(气)流(包括压裂、酸化等改造措施)或未获工业油(气)流的, 结合钻孔所处的构造位置, 研究有效油源区供给丰度、距离和生、储、盖配置条件予以评级。但在钻探过程中只见到很差的油气显示或未见油气显示者, 需要谨慎详尽的综合分析和研究对比, 采取地质类比法予以分别评价。

对于未钻探的圈闭, 主要根据已评定圈闭作为标型(同一区域地质条件相同或相似), 以认识程度和研究程度的综合, 予以赋权值进行逐次类比评级。

(三) 石油地质综合研究程度

1. 构造分析

在评价圈闭时, 要注意到圈闭的形成并非单一因素所制约, 往往受一定的构造形式所制约。为此, 进行系列的地质-历史分析研究, 方能认识圈闭捕获油气和控制油气的序列。以构造类型、圈闭面积、闭合幅度等参数分别予以排序评价。

(1) 构造地质-历史分析

主要考虑构造圈闭形成时期与主要生油层的油气大量生成、运移时期是否能较好的配合。一般地说, 长期发育的构造, 是最有利的构造。与油气大量生成、运移时期同步发育的构造是较有利的构造; 早期聚集油气后又解体的构造也是较有利的。在油气大量生成、运移时期以后形成的构造对油气聚集通常是不利的。

(2) 构造类型

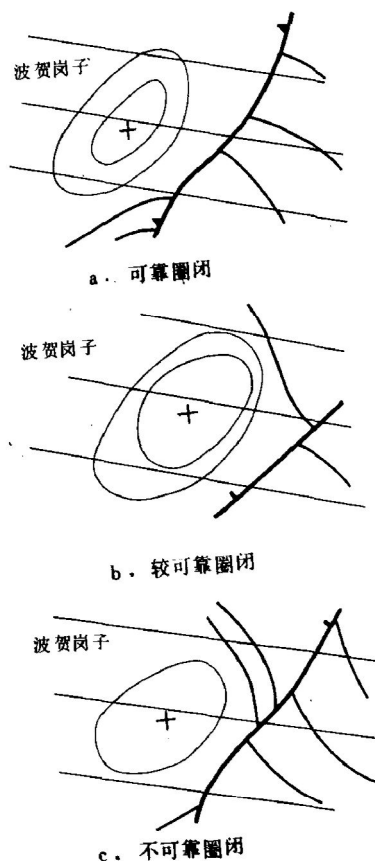


图3 地震测网对构造圈闭控制的有效度

以完整的背斜圈闭为最好,其次是断鼻、断块构造。一般情况下,鼻状构造最差。

(3) 圈闭面积

中浅层(T_{0b} 、 T_1 、 T_2 、 T_2^2)或勘探目的层埋深浅于2500 m的构造:圈闭面积大于 5km^2 为好的圈闭;1— 5km^2 为中等圈闭;小于 1km^2 的圈闭是差的。

深层(T_3 、 T_4 、 T_5)或勘探目的层埋深大于2500 m的构造圈闭:圈闭面积大于 10km^2 为好的圈闭;2— 10km^2 为中等圈闭;小于 2km^2 的圈闭是差的圈闭。

(4) 闭合幅度

中浅层或勘探目的层埋深浅于2500 m的构造圈闭:闭合幅度大于50 m的是好的圈闭;20—50 m的是中等圈闭;小于20 m的是差的圈闭。

深层或勘探目的层埋深大于2500 m的构造圈闭:闭合幅度大于100 m的是好的圈闭;50—100 m的是中等圈闭;小于50 m的是差的圈闭。

2. 生油凹陷及其生油条件

生油条件的优劣,制约着生油凹陷的油源丰度。根据不同层系油气源岩的展布、性状制订生油(气)条件评价标志(松辽盆地是按中浅层和深层划分两套层系)。

(1) 中浅层

中浅层生油条件的优劣,决定生油凹陷的油源丰度及有效的供油面积(青山口组一段和嫩江组一段)。以此,作为评价依据。

(2) 深层

松辽盆地深层的生油(气)条件,是以侏罗系和白垩系登娄库组中是否存在有利于生成油气的地层为主要评价标准。

位于物探资料解释的侏罗系断陷范围内或断陷附近的深层构造圈闭,其所在断陷经钻探证实存在侏罗系或白垩系登娄库组的有利生油(气)层时,该圈闭可评为好的生油(气)条件;如果未经钻探证实但地震资料解释断陷内存在侏罗系相带,可能具有一定生油(气)条件时,可评为中等生油(气)条件。经过物探资料解释,圈闭附近无侏罗系断陷,或有断陷但无有利生油(气)层,为差的生油(气)条件。

3. 储集条件

储集条件是指构成储集层的物性、厚度等参数。分别对中浅层和深层予以评价。

(1) 厚度

中浅层含油层系的储层厚度:单层大于5 m的或累计大于15 m的,评为好的储层。单层2—5 m或累计5—15 m的储层,评为中等储层。单层小于2 m或累计小于5 m的储层,评为差储层。

深层含油(气)层系的储层厚度:单层大于10 m或累计大于30 m的储层,评为好的储层。单层5—10 m或累计15—30 m的储层,评为中等储层。单层小于5 m或累计小于15 m的储层,是差储层。

储层厚度是参考附近钻孔资料确定的,如缺少钻井地质资料,也可参考地震地层学解释的砂岩厚度按标准评定。

(2) 物性

储层物性主要考虑的是孔隙度。中浅层储层的孔隙度大于20%评为好储层,10—20%评为中等储层,小于10%的是差储层。深层储层孔隙度大于10%评为好储层,5—10%评为中

4. 保存条件

保存条件主要指盖层性状和区域水文地质环境,同时也必须考虑到后期构造变动的影响。

(1) 盖层性状

以泥岩、粉砂质泥岩连续厚度大于 50 m 的为好的盖层,连续厚度 10—50 m 的为中等盖层,厚度小于 10 m 的是较差的盖层。上述各级盖层,依其展布的稳定性即区域和局部分布的规律进行综合评定。

无裂隙的火成岩、细粒碎屑岩也可列入盖层进行评价。尤应注意成岩后生作用过程中,产生新生矿物堵塞孔隙构成的封闭盖层。

(2) 区域水文地质环境

以水的总矿化度、水型作为标定的依据。水的总矿化度大于 5g/l,水型属氯化钙、氯化镁型或重碳酸钠型,属于有利的保存条件;总矿化度处于 3—5g/l,水型为重碳酸钠型,其保存条件应属于较有利的;总矿化度小于 3g/l,水型属重碳酸钠或硫酸钠型为较差的保存条件。

(3) 后期构造动力作用

必须考虑断层在纵向上切穿的层位和横向上有效延伸长度,断层组合与砂体横向延展方向的叠置接触形式,以及断层在纵向上是否断穿盖层(局部和区域盖层)等构造动力作用。

三、圈闭评价级别

圈闭评价级别是圈闭含油气远景的综合反映。我们采取三类(I、II、III)四级(I_A、I_B、II_A、II_B)进行评价。

(一) I 类圈闭

该类圈闭是指经过钻探和试油后,已获工业油气流的圈闭。或该圈闭目前虽未获工业油气流,但依类比法的原则,对各种地质条件进行综合分析,认为具有良好的含油气远景,预计钻探、试油(或经改造措施)后,有可能获得工业油气流的构造圈闭。

1. A 级 圈闭中某个圈闭层,已获得工业油气流,并已提交或即将提交探明或控制油气储量,该圈闭层已经基本上完成了新增储量的任务,无需资源预测,但它可以作为标型,为圈闭评价的类比提供依据。

2. B 级 从各项基础资料和石油地质特征综合考虑,具有良好的含油气远景。预计经过钻探、试油(包括压裂等改造措施)后,很有可能获工业油气流的构造圈闭。这类圈闭,是提供控制储量进行圈闭预探的主要后备圈闭。

(二) II 类圈闭

圈闭具有一定的含油(气)远景。预计经钻探或试油后,会有较好的油气显示或可能获

取工业油（气）流；但也可能仅见到不同程度的油气显示。此类圈闭不宜放弃，可投入一定的勘探工作量。

1. A级 能否获得工业油气流，没有十分充足的依据，但有可能获得工业油气流或见到含油气显示。这种类型的圈闭，是为提供预测储量（或控制储量）而准备钻探的圈闭。

2. B级 属于目前还不能否定的圈闭，对其含油气远景难以做出确切的结论。能否在钻探后获得工业性油气流的风险较大，但是作为探索某一个新的勘探领域，具有开拓性意义，即可能获得突破性的成果，也可能落空。这种类型的圈闭，是为甩开进行区带侦察提供预测资源（或预测储量）而准备钻探的圈闭。

（三）Ⅱ类圈闭

一种情况是由于控制圈闭的测线很少或记录不好，目前提供的圈闭形态不够落实。必须补做测线重新作图，待圈闭形态和圈闭面积落实后，才能部署探井。

另一种情况是构造圈闭形态落实可靠的，但含油气远景很差，其附近同类型的圈闭经过钻探或试油后，均没有较好的成果。这种类型的构造圈闭，在对其石油地质规律没有新的认识以前，不宜再部署探井。

结 束 语

松辽盆地是我国大型陆相含油（气）盆地，勘探程度较高，又经多年的开发实践和综合研究工作，在此基础上，总结出了构造圈闭评价的标准。但是，任何时期的评价标准和评价结果，只能反映当时的资料和认识水平。随着勘探程度的加深和研究水平的提高，又会产生新的评价标准和评价结果。所以圈闭评价研究工作必须持续开展，才能及时地为勘探规划和勘探部署提供比较可靠的依据。

STUDY ON ASSESSMENT OF STRUCTURAL TRAPS IN

SONGLIAO BASIN

Yang Qingyuan Yang Jiliang

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

Abstract

Among all the structural traps discovered in the north of the Songliao Basin, anticline structures occupy 16.5%, faulted-noze structures 61.9%, faulted-block structures 21.6%. The explored hydrocarbon reserve at present is mainly distributed in the anticline structures. Based on data of seismic exploration, hydrocarbon detection, geochemical exploration anomaly and well-test result, the authors divided the traps of different sequences into three types and four grades so as to increase the rate of success.