

辽河盆地东部凸起古生界埋藏类型与油气

陈昭年

(中国地质大学, 北京 100083)

辽河盆地东部凸起古生界埋藏类型划分为相对沉降型、后期沉降型和长期抬升型3类。相对沉降型埋藏区, 古生界可部分二次生油气, 下白垩统梨树沟组具有生油潜力; 后期沉降型和长期抬升型埋藏区, 由于地层埋藏浅, 很少有油气生成。从构造演化角度看, 在古生界隆起, 中生界凹陷的交汇区, 可寻找古生界原生和次生油气藏, 在单斜区, 如有好的生油凹陷侧向配置, 将可寻找到新生古储的古生界次生油气藏, 以三界泡潜山成藏条件为好。

关键词 埋藏剥蚀史 埋藏类型 油气 东部凸起 辽河盆地

第一作者简介 陈昭年 男 32岁 讲师 含油气盆地构造分析

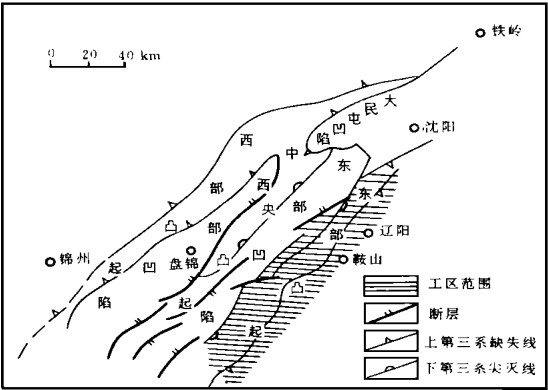


图1 工区范围图

辽河盆地东部凸起系指三界泡潜山及下第三系尖灭线以东范围, 东至中、古生界露头区(图1)。从整体上, 东部凸起古生界、中生界为一自NW向SE方向抬升的区域单斜地层^{*}。辽河盆地东部凸起及其邻近地区古生代盆地形成演化受兴蒙洋(或裂陷槽、海槽)张开-闭合旋回及全球海平面变化控制, 中生代盆地演化则受太平洋构造域控制^[1]。古生代时期盆地类型为克拉通内拗陷, 盆地发育分早古生代和晚古生代两大阶段, 中生代时期为一系列断陷盆地。钻井及地球化学分析资料表明, 该区下古生界奥陶系马家沟组、上古生界石炭-二叠系和中生界下白垩统梨树沟组均具有生油能力^{*}。

1 埋藏剥蚀史模型

多重回剥地史模型是根据沉积压实原理, 即沉积物在埋藏过程中逐步压实, 沉积物的密度逐渐增大, 孔隙逐渐减小, 并假设: (1) 在压实过程中岩石的骨架体积不变, 仅孔隙体积变化; (2) 在压实过程中地层仅在纵向上变化, 即地层体积的变小归结为地层厚度的减小。基于上述假设, 求地层孔隙度为零的地层骨架厚度 h_s

$$h_s = \int_1^2 [1 - \Phi(Z)] dZ \tag{1}$$

* 陈昭年, 张光亚. 辽河盆地东部凸起古、中生代盆地分析. 1996

收稿日期: 1996 12 09 改回日期: 1997 02 17

式中 h_s 为地层骨架厚度; Z_1 为地层顶界埋深; Z_2 为地层底界埋深; $\Phi(Z)$ 为地层埋深 Z 处的孔隙度函数。

对于复杂岩性沉积剖面, 存在超压情况下, 孔隙度函数 $\Phi(Z)$ 可以由下式描述

$$\Phi(Z) = \sum_{i=1}^n P_i \Phi_{0,i} \exp(-C_i \delta Z) \quad (2)$$

式中 Z 为沉积物埋藏深度; $\Phi(0, i)$ 为 i 岩性成分 $Z=0$ 时的孔隙度; P_i 为 i 岩性成分的百分率 ($P_i \leq 1$, 而 $\sum_{i=1}^n P_i = 1$); C_i 为 i 岩性成分的压实系数; n 为岩层所含可区分岩性成分总数; δ 为流体排出系数。

上式中的排出系数 (δ) 是地层压力函数^[2], 表征地层压实程度, 当 $\delta < 1$ 时, 地层为欠压实, 当 $\delta = 1$ 时地层为正常压实, 当 $\delta > 1$ 时地层为过压实。 δ 按下式求取

$$\delta = (P_{ob} - P) / (P_{ob} - P_w) \quad (3)$$

式中 P 为欠压实地层孔隙压力; P_{ob} 为欠压实地层静岩压力; P_w 为欠压实地层静水压力。其中

$$P_w = \rho_w Z \quad (4)$$

$$P = \rho_w Z_e + \rho_{bw} (Z - Z_e) \quad (5)$$

上两式中 ρ_w 为地层水密度; Z 为地层埋深; Z_e 为孔隙度与 Z 相当的正常压实曲线上的埋深; ρ_{bw} 为上覆地层平均密度。

在获得地层的孔-深关系后, 就可以从现在地层分层数据出发, 根据 (1) 能逐层回剥求得各地层单元在各地史时期压实校正后的地层厚度 $S = Z_1'$, 其公式是

$$\int_1^2 (1 - \Phi) e^{-\alpha \delta} dZ = \int_1^{Z_1'} (1 - \Phi) e^{-\alpha \delta} dZ \quad (6)$$

式中 Z_1' 为地层顶面恢复到地表时, 该地层的埋深。即为该地层经压实校正后的厚度 S ; 其它参数意义与式 (1), (2), (3) 相同。

在沉积剖面中较普遍地存在着沉积间断或地层剥蚀, 这时在回剥过程中就应该考虑被剥蚀掉的地层厚度值 h , 以便把不整合面之下的地层恢复到相应地史时期的最大埋深。目前用以确定剥蚀厚度的方法主要有地质对比、声波时差外推、沉积速率、镜质体反射率 R_o 图解等多种方法, 本研究主要采用地质对比法。

在考虑剥蚀后, 各地史时期的压实校正后的地层厚度 S , 由下面公式求取

$$\int_1^2 (1 - \Phi) e^{-\alpha \delta(z+h)} dZ = \int_1^{Z_1'} (1 - \Phi) e^{-\alpha \delta(z+h)} dZ \quad (7)$$

式中参数同式 (6)。

然后, 将经过压实校正、剥蚀恢复而得到的地层顶底界深度 (埋深) 与地层年龄编图, 便得到存在剥蚀面的地层剖面的埋藏剥蚀史图。

2 古生界埋藏史类型

基于上述原理, 选择工区内多口井进行埋藏史恢复。考虑剥蚀及岩性等因素, 根据声波时差确定地层孔隙度-深度关系为 $\Phi(Z) = 0.6208 \exp(-1.67 \times 10^{-4} Z)$, 其分层数据是根据钻井和地震分层资料分析整理确定, 剥蚀厚度由地质法确定。其中, 晚奥陶世-早石炭世的加里东早

期运动使辽河盆地及邻区经历了长达一亿几千万年的风化剥蚀和准平原化,与华北地台一样上升为陆,其剥蚀厚度推测在1 000~1 500 m,通过类比研究,在计算过程中我们选取1 500 m,石炭-二叠系地层剥蚀厚度为400~500 m,中生代和新生代地层剥蚀厚度根据辽河东部凹陷过去的研究分别确定为300 m和150 m左右^{*}。据此计算并编绘了不同构造单元的埋藏剥蚀史图,不同时代地层的埋藏过程和类型有所差别。

2.1 构造与热演化

2.1.1 构造演化阶段

据资料分析表明^{**},古生代构造大体经历了4个沉降和3个大的抬升阶段。

2.1.1.1 第一沉降阶段(寒武纪—早奥陶世)

经晚元古代末期的抬升造陆运动以后,今辽河盆地东部凸起区下沉接受沉积,即在太子河海盆西部相继沉积了2 500多米的寒武纪—早奥陶世地层。

2.1.1.2 第一抬升阶段(晚奥陶世—早石炭世)

加里东早期运动使辽河盆地及邻区经历了长达一亿几千万年的风化剥蚀和准平原化,与华北地台一样上升为陆,其剥蚀厚度推测在1 500 m左右。

2.1.1.3 第二沉降阶段(中石炭世—二叠纪)

进入中石炭世—二叠纪时期,辽河盆地区又开始接受沉积,沉积厚度1 000多米。

2.1.1.4 第二抬升阶段(晚二叠世末—侏罗纪)

印支运动华南与华北板块碰撞,使该区自晚二叠世构造环境由伸展向挤压背景转换,处于抬升剥蚀或无沉积区。

2.1.1.5 第三沉降阶段(早白垩世)

燕山运动二幕库拉-太平洋板块向北移动,使该区伸展裂隙沉积了较厚的早白垩世陆相地层。

2.1.1.6 第三抬升阶段(早白垩世末—晚白垩世或下第三纪早期)

燕山运动四幕,使该区无晚白垩世地层沉积并进一步抬升剥蚀。

2.1.1.7 第四沉降阶段(早第三纪)

该区新生代经历了早第三纪断陷沉降和晚第三纪坳陷沉降,并遭受不同程度的剥蚀。

2.1.2 热演化

烃源岩在埋藏过程中,在时间和温度作用下逐渐达到成熟。根据实测 R_o 值进行多重回剥反演模拟, R_o 与埋藏深度的关系式为

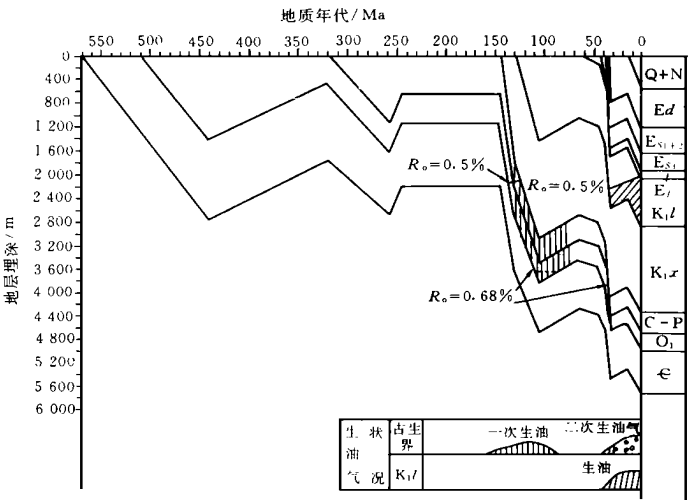


图2 柳参1井埋藏演化史曲线图(相对沉降型)

* 陈昭年, 张光亚, 陈全茂. 辽河盆地东部凹陷沉降史特征及其数值模拟. 石油地质, 1995, 11 (1): 7~16

** 陈昭年, 张光亚. 辽河盆地东部凸起古、中生代盆地分析. 1996

$Z = 1\,048.19 \ln R_o + 2\,759.1$ 。对柳参1井等进行了热史反演, 确定古热流进而恢复古地温史, 并编制埋藏演化史叠加曲线图(图2)。从图可见, 在地史上处于相对持续沉降的三界泡两侧、佟二堡等地区, 古生界(马家沟组和石炭—二叠系)埋藏后, 经历了长时间的抬升剥蚀, 尚未进入生油阶段, 当中生界沉积后, 古生界进入一次生油阶段, 在上第三系沉积后, 古生界可部分二次生油气; 下白垩统梨树沟组在第三系沉积埋藏后具有生油潜力。

2.2 埋藏类型

2.2.1 相对沉降型

如图2所示, 为东部凸起三界泡潜山及相对沉降区的构造单元各井, 其古生界、中生界及第三系保存比较齐全。古生界的初次埋藏和第一、二抬升期地层剥蚀厚度较大, 最终导致地层处于浅埋藏, 当早白垩世地层沉积(厚度1 500~2 000 m)后, 古生界进入一次(或二次)生油气阶段; 第三(或第四)沉降期, 第三系沉积厚度在1 500 m左右, 古生界进一步深埋, 可能进入二次(或三次)生油气阶段。因而研究区东部凹陷构造单元的古生界有二次生成油气的可能。

2.2.2 后期沉降型

如图3所示, 为东部凸起单斜区构造单元, 早白垩世沉积甚少或抬升, 沉积作用主要发生在第四沉降期, 沉积了一定厚度的第三系。在第三系沉积后, 古生界可部分生油。

2.2.3 长期抬升型

如图4所示, 在东部凸起古、中生界露头区, 自二叠世末长期处于抬升状态, 没有或很少第三

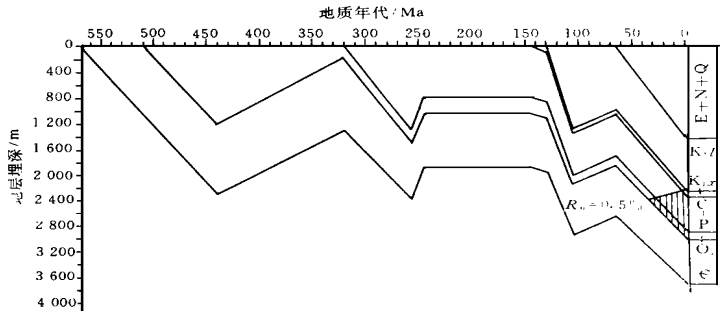


图3 金9井埋藏演化史图(后期沉降型)

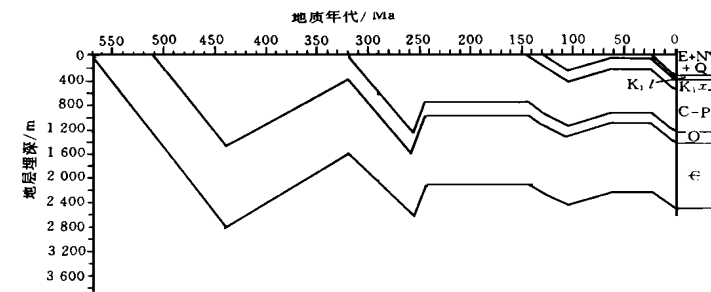


图4 金13井埋藏演化史图(长期抬升型)

系沉积, 现今埋深浅于最大古埋深, 不能生油气。

3 含油气性分析

埋藏热演化史研究分析表明, 辽河盆地东部凸起古生界在三界泡、佟二堡等地区, 由于地史上处于相对持续沉降区, 古生界(马家沟组和石炭—二叠系)埋藏后, 经历了长时间的抬升剥蚀, 尚未进入生油阶段, 当中生界沉积后, 古生界进入一次生油阶段, 在上第三系沉积后, 古生界可部分二次生油气; 下白垩统梨树沟组在第三系沉积埋藏后具有生油潜力。在相对抬升构造单元, 由于地层埋藏浅, 无油气生成。

从构造演化看, 该区为3个世代、2种体制的盆地叠合区, 早古生代、晚古生代和中生代3期原型盆地均具有形成生储盖组合的条件。因此, 在古生界隆起, 中生界凹陷的交汇区为东

部凸起相对沉降单元, 可寻找古生界原生和次生油气藏, 但是, 由于早奥陶世末以及以后的构造运动对古生代盆地改造强烈, 因而寻找古生界原生油气藏可能性很小。在单斜区, 如有好的生油凹陷侧向配置, 将可寻找到新生古储的古生界次生油气藏和中生界原生油藏。三界泡潜山东侧为反向断层, 形成屋脊式潜山, 西侧为大断层, 使潜山形成地垒, 两侧凹陷区沉积有中、新生代地层, 可形成封堵; 奥陶系沉积后经过近一亿年的剥蚀, 使得奥陶系储集性较好; 又由于该潜山形成于中生代末, 油气生成在后, 所以, 三界泡潜山次生油气藏成藏条件较好。

参 考 文 献

- 1 赵越, 杨振宇, 马醒华. 东亚大地构造发展的重要转折. 地质科学, 1994, 29 (2): 105~119
- 2 Nakayama K. Hydrocarbon-expulsion model and its application to Niigata Area, Japan. AAPG Bulletin, 1987, 71 (7): 810~821

PALEOZOIC BURIAL TYPES AND HYDROCARBON IN THE EAST UPLIFT OF LIAOHE BASIN

Chen Zhaonian

(*China University of Geosciences, Beijing*)

Abstract

The Paleozoic burial types of the east uplift in Liaohe Basin could be divided into three kinds, i. e. relative subsidence type, later subsidence type and secular uplift type. Combined with the data of its geothermal evolution, the hydrocarbon property of this area was analysed. In the relative subsidence area, part of the Paleozoic group may re-generate hydrocarbon and the Lishugou Formation of Lower Cretaceous may have hydrocarbon generating potential. The other two types have hardly any hydrocarbon due to their shallow burial depth. From the view point of structural evolution, primary and secondary pools may be found in the conjunction parts of the Paleozoic uplifts and the Mesozoic depressions. If there are good source sags to match laterally monocline pools, secondary Cenozoic pools with Paleozoic source rocks may be found.