

华北加里东侵蚀面与油气富集

陈光汉

(地质矿产部华北石油地质局, 郑州 450006)

本文叙述华北地区加里东侵蚀面即奥陶纪海相碳酸盐岩顶面(T₈波组)的划分和对海相碳酸盐岩油气藏形成的控制。此面沉积间断时间长达1.3亿年,缺失志留、泥盆系和下石炭统,侵蚀面上下地层为平行不整合接触。由于长期裸露地表,遭受风化、淋滤、溶蚀、剥蚀,奥陶纪碳酸盐岩的溶孔(洞)、溶缝甚为发育,是极好的油气储集岩。

华北地区古生界碳酸盐岩大油气藏的油气源岩,除其自身外,下第三系更是重要的油气源岩。油气生成后,通过断裂、不整合面等通道,聚集在加里东侵蚀面上下的圈闭中,形成高产油气藏。

关键词 加里东侵蚀面 华北 碳酸盐岩 油气藏 古生古储 新生古储

作者简介 陈光汉 男 58岁 高级工程师 石油地质

我国北方的碳酸盐岩主要集中在中上元古界和下古生界的海相沉积建造中,早于七十年代初在冀中地区勘探下第三系的油气藏时,就发现了新生古储的高产古潜山油气藏,为我国在海相碳酸盐岩中寻找大油气田打开了新局面,同时也说明:既能找到新生古储的高产大油气田,能不能找到古生古储或古生新储的大油气田?这就需要进行分析研究。

华北地区下古生界碳酸盐岩分布广泛,沉积厚度1500~2000m,在周边露头区可发现多处灰岩晶洞中有原油和沥青显示,它产出的特点是油苗多发现于拗陷区,以裂缝和孔洞产出为主,在盆地内也发现有碳酸盐岩油气藏,但一般都与加里东侵蚀面有着密切的关系。

一、华北地区构造运动侵蚀面的划分

根据地质和物探资料的综合分析,将华北地区的构造层由新到老作如下的划分(图1):

1. **第一构造层** 为统一的湖盆沉积,地震反射的特点是产状近于水平,反射密集、稳定、连续;地质属性为第四系—上第三系,沉积厚度800~1600m,与下伏地层为区域角度不整合接触关系,这个面叫喜山侵蚀面。

2. **第二构造层** 为箕状凹陷的河湖相沉积,地震反射的特点是由上向下倾角逐渐增大,向高部位沉积逐层超覆变薄,顶部遭受不同程度的剥蚀。下部显著变薄尖灭。底部为填充式沉积,残留厚度1500~6000m。地质属性为下第三系东营组、沙河街组、孔店组,与下伏地层为区域不整合接触关系,这个面称燕山侵蚀面。

3. **第三构造层** 为统一的盆状沉积,可细分为:上部大倾角、“平行”单斜等厚层,反射连续性比较好,波组能量强,地质属性为白垩系、侏罗系。下部反射稀疏,不连续,地质属性为三叠系,二叠系和石炭系。残留厚度0~4000m。与下伏地层为平行不整合接触关系,这个面称加里东侵蚀面。

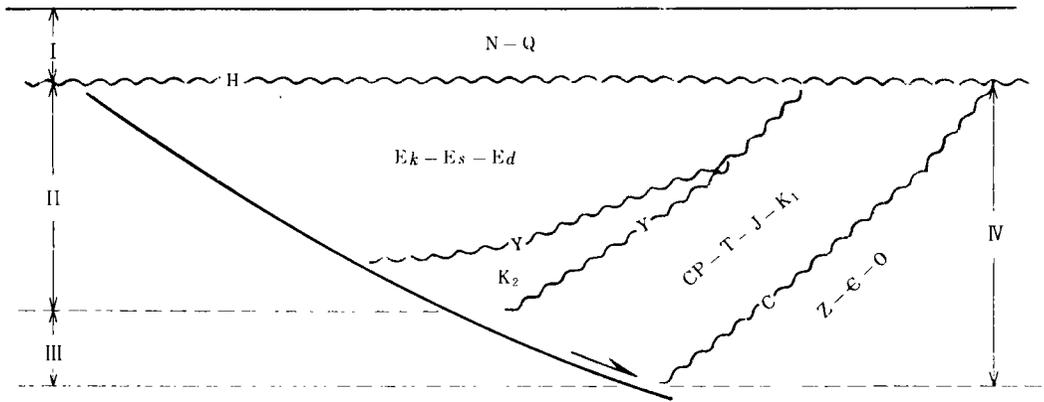


图1 典型剖面示意图

I: 第一构造层; II: 第二构造层; III: 第三构造层; IV: 第四构造层。
H: 喜山侵蚀面; Y: 燕山侵蚀面; C: 加里东侵蚀面。

4. 第四构造层 为广海沉积,顶部 Tg 波为强波,能量强,其下反射零星,且内幕不清楚,地质属性为下古生界到中上元古界(唐智等,1978)^①。残留厚度2000~4000m。

二、加里东运动在华北地区的表现

加里东期是指下古生代中的构造运动期。加里东侵蚀面是指上、下古生界之间的一个主要剥蚀面。

1. 侵蚀面上下地层的主要岩性

石炭系 在华北地区仅有中统和上统,为奥陶系上覆区域盖层。

上统:

太原组(C_{3t})

主要为铝土页岩与燧石团块灰岩或生物灰岩互层、夹砂岩及煤层。

厚10~62m

中统:

本溪组(C_{2b})

灰色铝土岩、灰色、紫色泥岩夹粉砂岩、灰岩、煤层及赤铁矿层。

厚10~87m

~~~~~ 加里东侵蚀面 ~~~~~

奥陶系 华北地区仅有下统。

峰峰组(O<sub>1f</sub>)

深灰色泥晶灰岩,灰褐色泥云岩夹云斑灰岩和角砾状灰岩,含膏3~9层。

厚35~222m

除在天津,定县一线以南、和焦作以北地区保存较完整外,其它地区都遭到不同程度的剥蚀。

上马家沟组(O<sub>1s</sub>)

上部深灰色泥晶灰岩、含燧石生物碎屑灰岩、云斑灰岩夹白云岩

厚70~290m。

下部灰黄色角砾状灰质灰岩、白云质灰岩夹石膏3~8层。

厚约90m

下马家沟组(O<sub>1x</sub>)

① 国家地质总局第四物探大队,冀鲁豫部分地区石油物探工作报告,1979年。

|                                                                                                                                    |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 上部为深灰、灰色泥晶灰岩、云斑灰岩、夹去膏化灰岩和白云岩。                                                                                                      | 厚30~294m |
| 下部灰黄褐色白云岩、泥云岩夹石膏层。                                                                                                                 | 厚约62m    |
| 怀远运动在盆地南部表现得非常明显,使贾旺页岩向南超覆在不同层位之上。在河北峰峰一带亮甲山组遭受不同程度的剥蚀,向南到陵川下马家沟组直接超覆在冶里组之上,再南至登村一带下马家沟组超覆在凤山组之上,说明在下马家沟组沉积之后,淮阳古陆有明显抬升(唐智等,1978)。 |          |
| 亮甲山—冶里组                                                                                                                            |          |
| 亮甲山组(O <sub>1</sub> l)                                                                                                             |          |
| 灰岩含燧石团块灰岩。                                                                                                                         | 厚35~210m |
| 冶里组(O <sub>1</sub> y)                                                                                                              |          |
| 灰色灰岩、云灰岩、云岩夹石膏层。                                                                                                                   | 厚30~173m |
| 奥陶系沉积厚度具有南薄北厚、南粗北细,水体南浅北深的特点。在临清拗陷堂邑,聊城一带夹石膏层,聊古1井有石膏15层厚约11m。                                                                     |          |
| 寒武系(Є)                                                                                                                             |          |
| 上统:                                                                                                                                |          |
| 凤山组(Є <sub>3</sub> f)                                                                                                              |          |
| 灰、深灰色石灰岩、生屑、条斑藻灰岩。                                                                                                                 | 厚40~150m |
| 长山组(Є <sub>3</sub> ch)                                                                                                             |          |
| 灰黄色灰岩和竹叶状灰岩                                                                                                                        | 厚8~74m   |
| 岗山组(Є <sub>3</sub> g)                                                                                                              |          |
| 灰色灰岩,疙瘩状泥灰岩和黄绿色页岩。                                                                                                                 | 厚16~130m |
| 中统:                                                                                                                                |          |
| 张夏组(Є <sub>2</sub> z)                                                                                                              |          |
| 灰色鲕状灰岩、藻灰岩。                                                                                                                        | 厚83~292m |
| 徐庄组(Є <sub>2</sub> x)                                                                                                              |          |
| 灰色砂屑灰岩、灰岩、紫色砂页岩、含海绿石。                                                                                                              | 厚32~143m |
| 下统:                                                                                                                                |          |
| 毛庄组(Є <sub>1</sub> m <sub>2</sub> )                                                                                                |          |
| 褐色页岩夹生屑灰岩含盐假晶。                                                                                                                     | 厚42~120m |
| 馒头组(Є <sub>1</sub> m)                                                                                                              |          |
| 紫红色泥页岩夹灰岩及含盐假晶。                                                                                                                    | 厚34~221m |
| 馒头、毛庄、徐庄组是在辛集组沉积的背景上逐层向西超覆,馒头组超覆在太行山东麓。毛庄组超覆在吕梁山一带。徐庄组海侵至鄂尔多斯,是辛集组的区域盖层。                                                           |          |
| 辛集组(Є <sub>1</sub> x)                                                                                                              |          |
| 灰色灰岩、细晶白云岩、夹石膏层、含磷砂页岩及砂砾岩。                                                                                                         | 厚0~370m。 |
| 本组在起伏不平的背景上具有填充式沉积的特点,最先沉积了一套含磷的砂页岩和砾岩,后来海侵不断扩大,上部沉积了分布广泛的碳酸盐岩,向西超覆于德州附近,在平原内一般厚度<150m,这套碳酸盐岩是很好的储集岩,同时又是一个较有利的生油岩系。               |          |

## 2. 沉积缺失情况和运动表现的强弱

加里东旋回,指寒武纪至志留纪间的构造运动,华北地台和南秦岭地槽表现为面式升降运动。北秦岭和大别地区则为强烈的岩浆侵入活动、断裂活动和区域变质作用。又可细分为早、中、晚三次构造运动。

早加里东运动 主要表现为中奥陶统与下奥陶统之间的平行不整合(亦称怀远运动)。

中加里东运动 使华北地台从中奥陶世末起至中石炭世的长期上升隆起,缺失晚奥陶世至早石炭世沉积。

晚加里东运动 使南秦岭地区抬升,缺失中志留统一下泥盆统,中泥盆统直接平行不整合覆于下志留统至下奥陶统之上。<sup>①</sup>

华北地区最有影响的即为中加里东运动,使本区全部成陆,遭受长期剥蚀,如在嵩山、恒山石炭系盖在下马家沟组之上;五台、京西、唐山覆在上马家沟组之上;中部广大地区则盖在峰峰组之上。从剥蚀程度看,表现为南、北强,中间弱。<sup>②</sup>

### 三、油气在加里东侵蚀面下的分布

从大多数情况看,下古生界碳酸盐岩油气分布在加里东侵蚀面下0~200m 深度的范围内。如冀中地区留58井奥陶系油气藏埋深4050m,在加里东侵蚀面之下即为油层。东鹿凹陷晋古2井石炭系底界深4623m,奥陶系油气藏深度4633~5057.43m,在加里东侵蚀面之下约10m。坝县凹陷文安斜坡上的苏1井石炭、二叠系底界深4148m,奥陶系灰岩油气藏深度4214~4268m,在加里东侵蚀面下约66m。

### 四、加里东侵蚀面对华北海相碳酸盐岩油气藏形成的控制

华北地区在中奥陶系沉积之后,由于加里东运动的影响,使地壳缓慢抬升,长期露出地表遭受不同程度的淋滤,风化和剥蚀,时间长达1.3亿年,这样长的时间对油气藏的形成是有利?还是有弊或是兼而有之,要根据华北地区的不同情况作具体的分析研究,但是有一点必需注意即华北碳酸盐岩大油气藏的形成和加里东侵蚀面有着密切的关系。

#### 1. 面向多种油气源岩

就华北地区而言,碳酸盐岩的油气藏以下第三系为油气源岩的“新生古储型”为主,也有以下古生界为油气源岩的“自生自储”型,或碳酸盐岩本身“下生上储”型的油气藏类型。

#### 2. 与地层不整合面、断层面运移通道有关。

碳酸盐岩油气藏形成的一个重要的因素是要靠近油气源岩,其次是储层物性好,再者就是由源岩到储层,要有运移通道。而地层不整合面和断层面正好是油气运移聚集的主要通道。

冀中拗陷的勘探实践证明,在前第三系基岩中所发现的各种类型的油藏都与高低不平的古侵蚀面相联系。

例如苏1井在奥陶系上覆的下第三系沙河街组全为红色碎屑岩,基本上无生油能力,油源主要来自西面的坝县凹陷的深凹部位,距离较远,但油气沿地层不整合面向上运移,被反向的信安镇-苏桥断层遮挡。它是控制苏桥潜山带形成碳酸盐岩油气藏的基本因素。另一方面苏桥潜山油气藏的发现,说明潜山是否聚集油气,并不完全决定于距离油气源岩的远近,

① 河南省地质矿产局,河南省区域地质志,1985年。

② 华北石油地质局地质大队,华北地区下古生界含油气地质条件分析,1983年。

只要有通道,同样是能富集的。

### 3. 具有加里东侵蚀面风化壳带的良好储层

在这一带储集空间发育,它主要发育着白云岩储集层、岩溶储层和裂缝储集层。<sup>①</sup>

#### (1) 白云岩储集层

指下古生界为一套台地和的碳酸盐岩,其中白云岩约占23%,累计厚度384m,仅次于灰岩的比例。白云岩主要为交代生成,如奥陶系中统准同生白云岩平均孔隙度为6.53%,最大值为21%,渗透率最大值为 $308 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

#### (2) 岩溶储集层

加里东期的构造运动,受地壳升降的幅度、持续的时间和水动力条件等诸因素制约,在侵蚀面之下不同程度地发育着储集性能比较好的岩溶空间。如黄骅、济阳等地平均孔隙度4.4~6.2%,平均渗透率 $387 \sim 1736 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,钻井放空漏失频率为25.4~31.3%。

#### (3) 裂缝储集层

裂缝通常发育在断裂带附近、构造轴部等应力较集中的部位。它受构造运动控制,并且和岩性有着密切的关系,脆性岩石比塑性岩石更容易形成裂缝。裂缝密度越大,张开度就越宽,渗透率就越高,岩石的储集性能则越好。例如冀中油田任78井寒武系辛集组(即府君山组)井深2983~3025.5m,油层厚度42.5m,灰岩厚29m 缝洞层段3层共厚27.4m(约占灰岩的94.5%),漏失泥浆 $305\text{m}^3$ ,日产原油 $\times \times \times \text{t}$ ,无水。

又如坝37井奥陶系亮甲山组,井深1989~2004.88m 井段,油层厚度15.88m,缝洞层段厚13.88m(约占灰岩的87.3%),钻井中漏失泥浆 $164\text{m}^3$ ,喷油 $\times \times \times \times \text{m}^3$ ,无水。

### 4. 奥陶系膏盐层既是良好盖层也可作储层

在华北地区中部临清、聊城一带是奥陶系石膏层分布区,发育在峰峰组、上马家沟组和下马家沟组中,形成很好的储盖组合;华4井下马家沟组在井深2808~2890m 中有石膏2层厚72m,在其下的白云质灰岩中有油气显示。上马家沟组含石膏层见下表:

表1 华北地区主要钻井上马家沟组含膏情况

| 井号  | 井段(m)         | 厚度(m)/层数 | 单层最大厚度(m) |
|-----|---------------|----------|-----------|
| 堂古1 | 2438~2502     | 20/5     | 10        |
| 聊古1 | 1281~1293     | 2.5/2    | 1.5       |
| 东1  | 2592~2640     | 10/3     | 6.0       |
| 华4  | 2548.5~2739.6 | 49.5/5   | 24        |
| 大5  | 3178~3198     | 9/4      | 5         |

此外,治里组、亮甲山组在堂古1井和聊古1井也见石膏层,聊古1井石膏15层厚11m。

上述含膏层不但是油气聚集的良好盖层,而且一旦被地下水溶解后还可提供非常好的聚集空间。

① 华北石油地质局地质大队,华北地区下古生界含油气地质条件分析,1985年。

## 结 语

华北地区普遍受加里东运动的影响,使在奥陶系中统峰峰组沉积之后,地壳上隆,露出水面,长期遭受不同程度的风化剥蚀,缺失奥陶系上统、志留系、泥盆系和石炭系下统,而以石炭系中统本溪组灰色铝土质页岩、灰色紫红色泥岩夹砂砾岩,与下伏奥陶系平行不整合接触,间断时间长达1.3亿年,这个面称为加里东侵蚀面。

位于侵蚀面之下的下古生界碳酸盐岩,经过长期的风化淋滤、剥蚀,造成很好的缝缝洞洞,为油气藏的形成提供了非常好的聚集空间。

其后再由于燕山和喜山运动的强烈作用,使华北地区的地层发生褶皱、断裂,产生块断凹陷,使油气通过断层面和地层不整合面向上运移、聚集在不整合面上下的圈闭中,从而形成高产油气藏。

(收稿日期:1990年4月22日)

## 主 要 参 考 文 献

- [1]唐智、常承永.石油勘探与开发,1978;(5)期

## ON THE CALEDONIAN EROSION SURFACE AND THE ACCUMULATION OF OIL/GAS IN THE AREAS OF THE NORTH CHINA

Chen Guanghan

(North China Bureau of Petroleum Geology, MGMR)

### Abstract

The author describes the characteristics of the Caledonian erosional surface in the North China, i. e the top surface of the Ordovician marine carbonate system (Tg reflection wave group), and its controlling over the formation of the oil/gas pools in the marine carbonate sequences. The sedimentation hiatus for such an erosional surface lasted as long as 130Ma with the omission of the Silurian, Devonian and the lower Carboniferous systems. The stratigraphic contact along the surface is an unconformity. Since the prolonged erosions with weathering, leaching, dissolution and denudation, the dissolved pores, caves and fissures have been well developed in the Ordovician carbonate sequences, thus they can be excellent reservoir rocks for oil/gas accumulations. However, the Tertiary sequences are of most significant source rocks for large oil/gas pools in the Paleozoic carbonate reservoir, except for the source rocks of the carbonate rocks themselves. Through the faults and the unconformities, the generated hydrocarbons would accumulate and migrate into the traps located above or beneath the Caledonian erosional surface and prolific oil/gas pools would be developed.