

鄂尔多斯盆地奥陶系碳酸盐岩有机岩石学特征^①

王新红

贝丰 吴征 杨元初

(厦门大学环科中心)

(成都理工学院石油系)

摘要 采用有机岩石学方法来探讨盆地北部奥陶系碳酸盐岩的有机岩石学特征,在工作区检测到的类镜质体显微组分,如实反映本区有机质演化程度.本区碳酸盐岩中沥青的赋存状态多样,主要为基质型-孔洞型-裂缝型,根据沥青的地质特点,判识本区沥青属原生-同层,为在盆地寻找自生自储的油气提供了理论依据.

关键词 鄂尔多斯盆地,碳酸盐岩,类镜质体,原生-同层

中国图书分类号 P 593

鄂尔多斯盆地是我国中部一个大型含煤-含油气盆地,经过多年勘探已确认上古生界煤成气,并初步查明下古生界是又一个主要找气领域,下古生界可能烃源岩(奥陶系碳酸盐岩)分布广泛、厚度大、具有一定的残余有机质丰度,目前已在多口井中获工业气流或气流,说明下古生界天然气勘探具有良好的前景.然而至今,对下古生界烃源岩的确定、展布、及成烃潜力尚未完全解决,而且尚未达成统一的认识.本文拟采用有机岩石学方法研究、探讨盆地北部奥陶系烃源岩——碳酸盐岩的有机岩石学特征.

1 地质背景

鄂尔多斯盆地横跨陕、甘、宁、晋、蒙五省区,面积 28 km²,是一个南北向的大型矩形盆地.本文研究的范围为纬度 38°以北的地区,北部东区的 4 口井和北部西区的 2 口井,如图 1.

鄂尔多斯盆地北部奥陶系碳酸盐岩沉积厚度大、物源丰富,又处于有利的沉积相带,作为烃源岩有着良好的地质背景.盆地北部东区为一套浅海局限蒸发台地相沉积,由灰—深灰色粉晶白云岩、灰岩、膏岩和盐岩等组成,厚约 600 m;北部西区为一套浅水海相沉积,主要由灰岩、白云岩等组成,厚约 800 m.奥陶纪生物群主要是三叶虫、笔石、头足、腕足类等海生生物,藻类空前繁盛.盆地北部亦多见这些生物,并发育有隐藻,常见纹层构造.由这些生物遗体演变而成的有机质必然是生烃潜力较高的 I 型干酪根.本区碳酸盐岩中有大量自生黄铁矿,通过 GC-MS 分析,在工作区普遍检测出类胡萝卜烷生物标志物,且数量相当丰富;盆地北部奥陶系碳酸盐岩的饱和烃色谱显示植烷优势,这一切均证明盆地北部奥陶系所处的沉积环境主要为还原环境,有利于有机质的保存与转化.

2 奥陶系碳酸盐岩有机岩石学特征

① 本文 1995-04-25 收到,1996-04-16 收到修改稿; 此文属作者硕士学位论文一部分

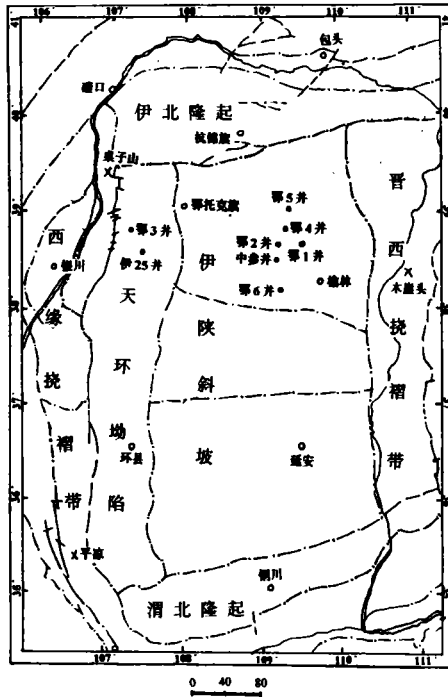


图1 鄂尔多斯盆地构造区划图

Fig.1 A map of structure classification in Ordose Basin

2.1 有机显微组成

碳酸盐岩沉积物中有机质主要来源于原生水生生物、沉积中的微生物、河流等地表及地下径流、洋流携带的异地有机物。它们在碳酸盐岩成岩及期后过程中受到两种作用：晶析作用和保存作用，使得干酪根与沥青成为残余有机质显微组分的主要代表。

根据古生物发展史，奥陶纪处于菌藻植物阶段以前，还没有更多的、更高等的植物，仅以蓝绿藻及三叶虫、腕足、腹足等低等生物存在，所以奥陶系干酪根以腐泥型为主，几乎没有镜质组与惰质组等显微组分。通过本区奥陶系碳酸盐岩岩石薄片、光片和干酪根的反射、透射、白光、荧光等观察，发现本区奥陶系显微组分中，主要以沥青质体为主。此外可识别出部分微粒体—高演化的干酪根，亦可见少量类镜质体。

微粒体是指高反射率(一般 $R > 2.5\%$)、粒径不到 $1\mu\text{m}$ 的颗粒有机质，是沥青质体等富含氢组分在煤化过程中排出液态烃后的裂解残余物(图2)，微粒体在本区分布普遍，但量较少。在镜下观察，单偏光呈现出红、黄、蓝三种干涉色反复交替，微粒体的出现无疑为本区奥陶系碳酸盐岩进入高成熟—过成熟提供了有力的有机岩石学佐证。

类镜质体是指与镜质体在形态结构和成因上相似，而母质来源不同的一种有机显微组分(图3)。类镜质体在镜下观察，单偏光下多呈长条状，亦有透镜状、波状或管状外形，其边缘与矿物基质常有一边侵蚀，某种情况下还常与黄铁矿伴生，类镜质体荧光常显弱兰色，根据哥本哈根大学的 Buchardt 与 Lewan 等研究表明，此类组分是藻类等低等生物所含糖类组分经

加湿、凝聚转化而成^[4]。类镜质体在本区奥陶系碳酸盐岩中分布较为普遍,但相对含量则很低。

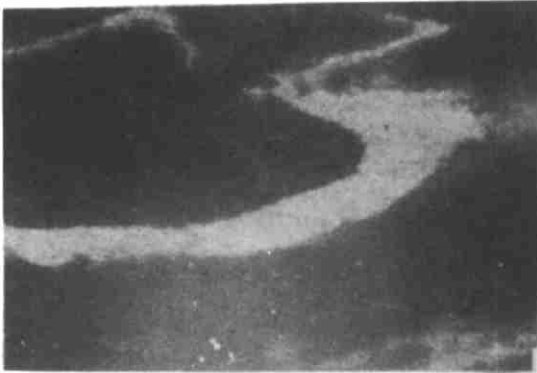


图2 微粒体显微组份(反射光, 4×8)
Fig. 2 Micrograin Macerals(Reflect, 4×8)

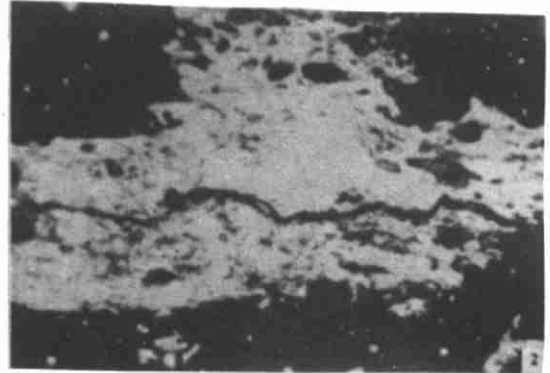


图3 类镜质体显微组份(反射光, 32×7)
Fig. 3 Vitrinity-like Macerals(Reflect, 32×7)

2.2 沥青的赋存状态

碳酸盐岩中的沥青产出形式和赋存状态十分复杂,它们呈现的各种特征往往揭示了碳酸盐岩生油层、储集层、输导层中油气生成、运移、演变等许多信息。

1) 沥青的镜下特征 沥青在显微镜下呈黑色、棕褐色、褐色、褐黑色,呈絮状、侵染状分布,正交偏光下为褐—褐黑色—黑色,区别于粘土矿物(反射光下呈土灰色)和黄铁矿(镜下观察有一定晶形,反射光下呈金属光泽)。本区碳酸盐岩中沥青在荧光下大部分不发光,部分沥青则发浅黄、黄、桔黄、黄绿、绿、蓝绿、蓝色荧光。

2) 沥青的分布特征 表征沥青分布特征的,一个是沥青的赋存状态,另一个是沥青的丰度。本区碳酸盐岩中沥青的产出形式复杂多样,大致可划分为两类:基质型和充填型。基质型沥青主要为分散状、云雾状与泥质条带顺层分布或包裹体型;充填型又见孔洞型(晶间孔隙、晶间溶孔、膏模孔)及裂缝型(构造缝、压溶缝、缝合线)。沥青赋存状态出现频率与丰度的统计表明:本区沥青赋存的主要空间是基质型,沥青量主要集中在溶孔,其次是晶间孔隙和基质中。沥青赋存的空间类型在横向上略有变化,盆地北部东区基质型较为普遍,溶孔、缝合线、晶间孔隙次之,含量主要集中于溶孔中。东西区明显不同的是:裂缝中沥青的出现主要集中于西区,而且西区包裹体也较为普遍。

2.3 原生-同层沥青的确认

1) 原生-同层沥青的定义 原生-同层沥青是指在碳酸盐岩中,呈微粒分散状的固体沥青,它们主要由碳酸盐岩中原始有机质在经受比较强烈的成岩变化而形成的一小部分分子量小的富氢物质在运移的时候形成的分子量较大的富碳沥青物质。这些沥青物质常被排挤到碳酸盐岩矿物重结晶颗粒间或碳酸盐岩的层面缝合线、孔隙、微裂隙和某些生物化石体腔中,但是这类沥青没有发生较大规模的运移和聚集,它们在岩石中主要呈分散状产出。

2) 本区原生-同层沥青确认的依据 盆地奥陶系碳酸盐岩中分布的沥青, 主要呈基质型, 一般呈分散星点状、与泥质条带顺层分布或云絮状出现, 表明沥青与围岩赋存关系密切; 沥青在溶孔中分布普遍, 量上也占绝对优势, 它们在大部分薄片虽不是每个溶孔有沥青充填, 但在平面上分布较为均匀, 有可能油气生成经初次运移进去的; 在晶间孔隙, 特别是碳酸盐岩重结晶的晶间缝、微裂隙及某些生物体腔中的沥青, 说明沥青是被挤进去的; 某些微缝合线、微裂隙中分布的沥青呈封闭不连续状, 显示沥青与围岩关系密切; 在洞缝充填的黑色沥青, 在荧光下显示从围岩向中心的黄色-黄绿色-不发光的色层效应, 其次晶间溶孔充填的褐色沥青在晶体表面形成黄绿色荧光, 以表征沥青由围岩进入。

基于以上认识, 我们确认奥陶系碳酸盐岩中沥青主要为原生-同层。对本区沥青原生-同层的判识, 首先确定了盆地北部奥陶系碳酸盐岩确实是一套烃源岩, 其次为以后烃源岩生烃史的研究奠定了基础。

2.4 有机质的热演化程度

通过对岩石光片的鉴定, 在本区碳酸盐岩中发现部分类镜质体, 鉴于奥陶系时不可能出现镜质组, 因此对类镜质体测了它的反射率以表征该有机质的热演化程度。

在80年代, 国外报道, 在寒武-奥陶系沉积物中发现有类镜质体, 以此测其反射率来推演其演化程度。1990年, Buchardt 与 Lewan 所作的模拟实验表明, 类镜质体反射率(RI)应用于无镜质体高演化地区是可行的。它与镜质组反射率也有一定差别, 因它是由藻类等低等生物所含糖类组分加湿凝聚转化而来, 与和植物木质素演化而来的镜质组有质的不同, 但它的反射率可同样推演沉积物的热演化成熟史。它与镜质体反射率的关系表现为: $Ro < 1$ 时, $RI < Ro$; $Ro = 1 \sim 2$ 时, $Ro = RI$; 当 $Ro > 2 \sim 2.5$ 时, $RI > Ro$ 。通过对盆地奥陶系碳酸盐岩的类镜质体反射率的测量, RI 一般在 $1.7 \sim 2.3\%$ 之间, 同样反映本区有机质已进入高成熟-过成熟阶段。

通过对本区碳酸盐岩中微量沥青进行三维荧光测定, 发现本区沥青接近炭质沥青和碳沥青, 进一步证实盆地北部奥陶系碳酸盐岩已进入高演化阶段。

3 结 论

通过对盆地北部奥陶系碳酸盐岩的有机岩石学研究, 得出以下结论:

- 1) 在本区发现类镜质体显微组分, 所测得的类镜质体反射率基本如实反映本区有机质的演化程度;
- 2) 本区沥青赋存状态多样, 主要为基质型、孔洞型;
- 3) 根据沥青的地质特征, 判识本区沥青属原生-同层, 为在盆地找自生自储的油气提供理论依据;
- 4) 本区热演化程度高, 有机质已进入高成熟-过成熟阶段。

参 考 文 献

- 1 杨俊杰. 陕甘宁盆地地下古生界天然气的发现. 天然气工业, 1991, 11(2):1~4
- 2 肖贤明. 有机岩石学及其在油气评价中的应用. 石油实验地质, 1992, 7(2):1~32

- 3 刘德汉. 碳酸盐岩油气普查与固体沥青研究. 石油实验地质, 1992, 12(6):121~130
- 4 Buchardt B, Lewan M D. Reflectance of Vitrinite-Like Macerals as a Thermal Maturity Index for Com-
brain-Ordovician AlumShale Southern Scandinavia. *A. A. P. G.*, 1990, 74(4):394~406

The Organic Petrology Feature and Carbon-Forming Potentiality Evaluation of Ordovician Carbonate in the North of Ordose Basin

Wang Xinhong Bei Feng Wu Zheng Yang Yuanchu

(*Environmt. Sci. Res. Cen., Xiamen Univ.*) (Petroleum Dept., Chengdu Inst. of Tech.)

Abstract The abundance of residual organic matter is low and evolutionary degree is high to Ordovician carbonate in Ordose basin. Traditional organic geochemistry can't evaluate effectively carbon-forming potentiality of hydrocarbon source rock. So, this article researches comprehensively and appraise hydrocarbon source rock in the north of the basin, by combining a new method-organic Petrology appeared recently with organic geochemistry. Based on the studies, Vitrinite-Like Macerals was examined and found in the basin for the first time. So, the Vitrinite-Like reflectivity measured enhances reliable degree of determining evolutionary extent of organic matter. Asphalt in carbonate shows various existence pattern dominated by matrix type, corroded hollow type and fissure type. According to geology characteristics, the asphalt in this area is decided protogenous-homelayer. These studies provide theoretical base that self-forming and self-reservoir oil-gas field can be found in the north of the basin.

Key words Ordose basin, Carbonate, Vitrinite-Like macerals, Protogenous homolayer