

(20) 443-446

新疆鄯善油田碎屑岩中的粘土矿物特征†

刘林玉 曲志浩[✓] 孙 卫 岳乐平 朱玉双

P618.130.2

(西北大学地质学系, 710069, 西安, 第一作者 32岁, 讲师)

摘 要 根据碎屑岩薄片、扫描电镜观察和 X-衍射资料, 分析了鄯善油田中侏罗统碎屑岩中的粘土矿物特征。得出了碎屑岩中的自生粘土矿物分为伊/蒙混层、伊利石、绿泥石和高岭石 4 种基本类型; 自生粘土矿物的形成与碎屑岩的碎屑组分有着密切的关系; 粘土矿物是影响鄯善油田碎屑岩物性的重要因素。

关键词 粘土矿物; 成岩变化; 碎屑岩物性; 鄯善油田

分类号 P618.13

类型

鄯善油田位于新疆维吾尔自治区鄯善县境内, 是吐鲁番—哈密盆地台北凹陷鄯善弧形构造带弧顶部位的构造油田。

鄯善油田中侏罗统地层自上而下分为七克台组(J_{2q})、三间房组(J_{2s})和西山窑组(J_{2x})。七克台组和三间房组地层主要为灰色、灰绿色泥岩与灰白色砂岩和砂砾岩, 是在滨浅湖背景下扇三角洲和辫状河三角洲沉积形成的。西山窑组地层主要为灰色砂岩、粉砂质泥岩、泥岩和黑色碳质泥岩夹煤层, 属于河流沉积的产物^[1]。中侏罗统曲流河河道、扇三角洲和辫状河三角洲前缘水下河道沉积的碎屑岩体构成了鄯善油田主要的油气储集体。粘土矿物是鄯善油田储集层碎屑岩填隙物的主要组成矿物之一, 对碎屑岩的储集性能具有显著的影响作用。

1 粘土矿物的类型

鄯善油田碎屑岩中的粘土矿物组分按成因可分为碎屑粘土矿物和自生粘土矿物两大类。

1.1 碎屑粘土矿物

碎屑粘土矿物是在碎屑岩沉积过程中, 水体介质中悬移搬运的粘土质点发生沉积形成的, 是碎屑岩杂基的主要组分。鄯善油田储层中的碎屑粘土矿物多呈团块状、条带状或分散质点状充填于碎屑颗粒之间, 且分布很不均一。其结晶程度低, 在普通偏光显微镜或扫描电子显微镜下观察, 难以看到良好的晶体形态。

根据砂岩薄片观察统计, 鄯善油田中侏罗统碎屑岩中碎屑粘土的含量较高, 其中七克台组碎屑岩中碎屑粘土的含量平均超过 10%, 三间房组和西山窑组碎屑岩中碎屑粘土的平均含量在 5%~10% 之间。据 X-衍射分析, 砂岩中碎屑粘土的成分主要为伊/蒙混层、伊利石、高岭石和绿泥石。

1.2 自生粘土矿物

自生粘土矿物是在碎屑岩的埋藏成岩过程中形成的, 是碎屑岩自生矿物胶结物的主要组分之一。自生粘土矿物在偏光显微镜或扫描电子显微镜下观察时一般具有良好的结晶形态。

根据砂岩薄片观察, 鄯善油田中侏罗统碎屑岩中自生粘土矿物的含量一般为微量~5%, 平均在 1%~3% 之间。据 X-衍射(表 1)和扫描电镜观察分析, 碎屑岩中自生粘土矿物主要为高岭石、伊利石和绿泥石, 此外有少量伊/蒙混层粘土矿物。

† 收稿日期: 1998-01-08

表 1 鄯善油田碎屑岩中粘土矿物含量
Tab. 1 The Clay Mineral of Clastic Rock in Shanshan Oil Field

层位	伊/蒙混层 /%	伊利石 /%	高岭石 /%	绿泥石 /%	伊/蒙混层 中的蒙脱石 /%
七克台组	13~25	29~37	25~37	14~21	26~54
三间房组	8~18	12~32	34~43	16~44	16~33
西山窑组	9~17	13~20	32~47	26~35	20

2 自生粘土矿物的分布状态

据岩石薄片和扫描电镜观察,鄯善油田碎屑岩储集层中自生粘土矿物的分布状态有两种形式:①自生粘土矿物分布于碎屑颗粒表面形成粘土膜,包绕碎屑颗粒,呈现薄膜式胶结,形成于碎屑岩的成岩早期阶段;②自生粘土矿物充填在粒间孔隙中间,呈孔隙式胶结,形成于碎屑岩的成岩晚期阶段。

(1)自生伊利石呈不规则片状、丝状分布于碎屑颗粒表面,薄膜式胶结,沿孔隙周缘形成孔隙衬垫,属于成岩早期阶段形成的产物。

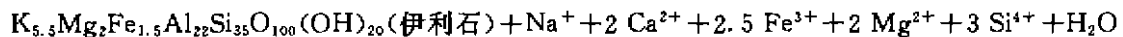
(2)自生伊/蒙混层呈不规则弯曲片状、似花朵状包绕碎屑,薄膜式胶结,部分沿孔隙周缘形成孔隙衬垫,属于成岩早期阶段的产物。

(3)自生绿泥石呈叶片状、花朵状、绒球状分布于碎屑颗粒表面,薄膜式胶结,沿孔隙周缘形成孔隙衬垫,属于成岩早期阶段的产物。

(4)自生高岭石呈假六方片状、板状、书页状集合体或蠕虫状充填于碎屑之间,孔隙式胶结,属于成岩晚期阶段形成的产物。

3 自生粘土矿物的形成和成岩转化

自生粘土矿物的形成和成岩转化是碎屑岩的一种重要成岩变化。鄯善油田碎屑岩中自生粘土矿物的形成与原始碎屑组分关系密切。根据本区碎屑岩岩石薄片鉴定资料分析,鄯善油田中侏罗统碎屑岩的岩石类型主要为长石岩屑砂岩和长石岩屑砂砾岩,碎屑岩中岩屑的相对含量多数在 40% 以上(表 2),其主要成分为中酸性喷出岩和凝灰岩。此类岩屑在埋藏期后早成岩阶段发生了强烈的水化水解作用,主要表现为强烈的蒙脱石化及绿泥石化^[2],形成的自生粘土矿物包绕碎屑颗粒形成粘土膜。在该阶段中酸性火山岩及喷出岩岩屑强烈的水化水解作用产生的 K^+ , Na^+ 等离子进入孔隙介质后使孔隙介质呈碱性^[3]。在碱性介质条件下,随着埋藏深度的增加、地层温度的升高,蒙脱石粘土矿物通过伊/蒙混层逐渐转化为伊利石^[4~5]。



在碱性介质条件下形成的伊/蒙混层、伊利石和绿泥石粘土矿物,构成了鄯善油田碎屑岩成岩早期阶段的自生粘土矿物组合。

表 2 鄯善油田侏罗统碎屑岩中碎屑组分含量

Tab. 2 The Percentage of Clastic Components in the Middle Jurassic Clastic Rock from Shanshan Oil Field

层位	石英/%	长石/%	岩屑/%
七克台组	10~30	10~25	35~50
三间房组	5~35	10~30	40~60
西山窑组	10~25	5~25	50~75

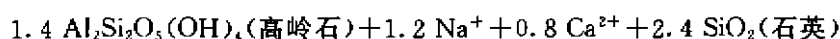
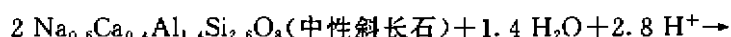
在蒙脱石向伊利的成岩转化过程中,随着埋藏深度的增加,伊/蒙混层粘土矿物中蒙脱石的含量逐渐减小(表 3)。粘土矿物分析资料显示,本区中侏罗统碎屑岩中伊/蒙混层粘土矿物的蒙脱石含量为 16%~54%(表 1),说明碎屑岩处于晚成岩 A 期阶段。根据伊/蒙混层粘土矿物的转化特征,七克台组碎屑岩中伊/蒙混层的蒙脱石含量为 26%~54%,为伊/蒙混层粘土矿物转化的第一个迅速转化带。在该阶段有机质处于低成熟期。三间房—西山窑组碎屑岩中伊/蒙混层的蒙脱石含量为 16%~33%,为伊/蒙混层粘土矿物转化的第二个迅速转化带。在该阶段有机质处于成熟期。

表 3 鄯善油田某井中侏罗统碎屑岩伊/蒙混层粘土矿物中蒙脱石含量

Tab. 3 The Percentage of Montmorillonite from Mixed-layer of Illite and Montmorillonite in the Middle Jurassic Clastic Rock of An Oil Well in Sbanshan Oil Field

井深/m	2 935	2 936	2 937	2 976	2 978	2 979	3 074	3 075	3 076	3 077
伊/蒙混层中 的蒙脱石/%	52	52	54	53	52	52	33	27	25	24

在晚成岩 A 期阶段,鄯善油田中侏罗统地层暗色泥岩和煤层中丰富的有机质发生分解产生大量的有机酸,有机酸溶液进入碎屑岩后使孔隙介质呈酸性^[6]。在酸性介质条件下,长石碎屑发生分解^[7],形成大量的自生高岭石:



自生高岭石呈集合体充填于碎屑之间,为碎屑岩在成岩晚期阶段形成的自生粘土矿物。在长石碎屑分解形成高岭石的同时,碎屑岩中产生了较发育的溶蚀型次生孔隙,从而改善了碎屑岩的孔隙结构。

4 粘土矿物对碎屑岩物性的影响

碎屑粘土矿物和自生粘土矿物是碎屑岩中的重要填隙物组分,粘土矿物的充填胶结作用明显地改变了碎屑岩的原生孔隙结构特征,因而对碎屑岩的物理性质具有显著的影响作用。

碎屑粘土矿物是粘土质点发生机械搬运和沉积的产物,碎屑粘土矿物的存在反映了物源区较近,河流流程较短,碎屑分选不充分的状况。碎屑岩的孔隙度、渗透率与碎屑粘土矿物的含量具有明显的负相关关系。碎屑粘土矿物含量较高的碎屑岩,一般具有较低的孔隙度和渗透率,而孔隙度和渗透率较高的碎屑岩,碎屑粘土矿物的含量较低。在鄯善油田中侏罗统河道、扇三角洲和辫状河三角洲前缘水下河道沉积的中—粗粒砂岩中,碎屑粘土的含量较低(一般低于 4%),碎屑粘土矿物对砂岩原生孔隙结构的破坏程度较低,因而砂岩具有较高的原生孔隙度和较好的储集性能。在鄯善油田中侏罗统河道间、扇三角洲和辫状河三角洲前缘水下河道间沉积形成的粉细砂岩中,碎屑粘土矿物的含量较高,最高可超过 20%,碎屑粘土矿物的充填大幅度降低了砂岩的原生孔隙度,因而砂岩的储集性能较差。鄯善油田油气勘探资料显示,中侏罗统的主力油气产层分布于河道、扇三角洲和辫状河三角洲前缘水下河道沉积形成的碎屑岩中,碎屑粘土矿物的含量很低,而碎屑粘土矿物含量较高的碎屑岩中,油气产能很低。

自生粘土矿物是碎屑岩的成岩矿物之一。自生粘土矿物的充填使碎屑岩的有效原生孔隙度降低,同时自生粘土矿物自身则形成较发育的晶间微孔隙,但这些孔隙个体小,连通差,有效性很低。自生伊/蒙混层、伊利石和绿泥石包绕碎屑形成的粘土膜,一方面降低了碎屑岩的原生孔隙度,另一方面堵塞孔隙喉道,使喉道直径减小,导致碎屑岩的渗透率大幅度降低。

自生高岭石在碎屑岩中以微晶集合体的形式分布。自生高岭石的胶结虽然在一定程度上降低了碎屑岩的原生孔隙度,但在高岭石形成的同时形成了较发育的溶蚀孔隙,使碎屑岩的次生孔隙有了显著地增加,孔隙度和渗透率得到明显地提高。油气勘探资料显示,在鄯善油田中侏罗统碎屑岩油层中普遍分

布有大量的自生高岭石粘土矿物。

5 结 论

鄯善油田中侏罗统碎屑岩中的粘土矿物包括碎屑粘土矿物和自生粘土矿物两大类。自生粘土矿物呈薄膜式和孔隙式胶结,在埋藏过程中发生了明显的成岩转化。碎屑粘土矿物和自生粘土矿物对碎屑岩的原生孔隙度和次生孔隙度具有显著的影响作用。自生高岭石的大量析出与碎屑岩中长石碎屑组分的溶解有着密切的关系。

参 考 文 献

- 1 刘林玉,邱世祥.吐鲁番拗陷中侏罗统沉积与储层孔隙发育特征.石油与天然气地质,1997,18(3):247~260
- 2 刘林玉.吐鲁番拗陷中上侏罗统储集层成岩作用研究.石油实验地质,1997,19(2):173~178
- 3 楼章华,赵霞飞.吉木萨尔凹陷仓房沟群火山砂岩的典型成岩反应及其物性特征.石油与天然气地质,1992,13(2):167~174
- 4 郑浚茂,庞明.碎屑储集岩的成岩作用研究.武汉:中国地质大学出版社,1989.67~76
- 5 刘林玉.蒙皂石粘土矿物不正常转化的实例分析.矿物学报,1998,18(2):203~208
- 6 刘林玉.吐鲁番-哈密盆地中生界砂岩次生孔隙研究.石油实验地质,1996,18(3):317~324
- 7 周书欣,卓胜广.松辽盆地北部中-深层砂岩的次生孔隙研究.地质科学,1991(1):48~59

责任编辑 张银玲

Properties of Clay Mineral of Clastic Rock in Shanshan Oil Field, Xinjiang

Liu Linyu Qu Zhihao Sun Wei Yue Leping Zhu Yushuang

(Department of Geology, Northwest University, 710069, Xi'an)

Abstract The properties of clay Mineral in middle Jurassic clastic rock from Shanshan Oil Field were studied by means of thin section, scanning electron microscope and X-ray diffraction. It is suggested the authigenic clay mineral in clastic rock be classified into four types, named mixed-layer of illite and montmorillonite, illite, chlorite and kaolinite. The formation of authigenic clay mineral is related to clastic components of clastic rocks. The clay mineral is a major factor of influence on the physical properties of clastic rock in Shanshan Oil Field.

Key words clay mineral; diagenetic change; physical properties of clastic rock; Shanshan Oil Field