

西藏伦坡拉盆地粘土矿物 演化、分布与烃源岩成熟对应关系[○]

陈 平 费 琪 陆永潮

(中国地质大学, 武汉 430030)

通过对西藏伦坡拉盆地粘土矿物的种类、组合、演化规律及烃源岩成熟演化的研究, 确定了两者之间的对应关系及适用范围。

关键词 伦坡拉盆地 粘土矿物 烃源岩

第一作者简介 陈 平 女 34 岁 讲师 沉积盆地分析

在沉积成岩过程中, 粘土矿物与有机质关系密切, 由于其具特殊的结晶构造和化学成分, 粘土矿物吸附大量有机质形成粘土-有机质复合物, 而成为有机质的重要载体, 在演化过程中, 粘土矿物和有机质共同经历了热演化过程, 即粘土矿物和有机质具相同的地球化学经历。通过对粘土矿物成岩演化及烃源岩成熟两方面研究成果进行对应分析, 确定其可比性及适用范围, 可为粘土矿物研究烃源岩成熟阶段提供理论和实践依据, 以此应用于烃源岩成熟程度、生油门限温度和深度的预测。

1 区域地质背景

伦坡拉盆地位于班公湖-怒江断裂带内, 是在班公湖-怒江板块缝合带形成后, 中国板块在始新世时受南、北和东面 3 个方向挤压的背景下产生右行走滑的基础上形成的狭长双断式的近东西向展布的走滑拉分盆地, 面积约 3600km², 是西藏地区众多的第三纪陆相盆地中, 已知油气地质条件好, 并已初步获工业油气流的含油气盆地。伦坡拉盆地构造演化经历了始新世的断陷扩张期和渐新世的拗陷期的两大成盆阶段, 现今构造格局呈南北分带、东西分块的特征, 3 个二级的构造单元近东西向展布(图 1)。盆地内发育有下第三系始新统的牛堡组(E_{2n})和受到了强烈剥蚀的渐新统丁青湖组(E_{3d}), 分为两套

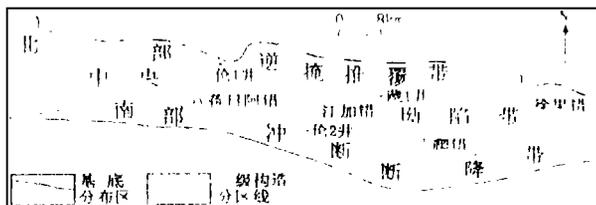


图 1 伦坡拉盆地构造分区图

粒度由粗-细-较粗、颜色由红-黑-稍黑的完整的沉积旋回, 岩性以泥页岩、粉砂岩、砂岩为主。

2 伦坡拉盆地粘土矿物分布特征

通过对伦坡拉盆地中央拗陷带不同区(藏 1 井, 西伦 1 井, 西伦 2 井)的泥岩中粘土矿物进行 X 射线衍射分析表明, 该盆地的粘土矿物垂向分布基本上属正常转化型, 局部异常可能与流体高压有关, 横向上差异主要由构造抬升所致。

2.1 粘土矿物的种类和组合类型

分析结果显示, 伦坡拉盆地粘土矿物共有 6 种类型: 蒙皂石(S)、伊利石/蒙皂石间层(包括有序间层和无序间层)(I/S)、伊利石(I)、高岭石(K)、绿泥石/蒙皂石间层(C/S)(图 2)。粘土矿物组合类型有:

○ 本文研究受国家计委西藏油气勘探专项项目资助

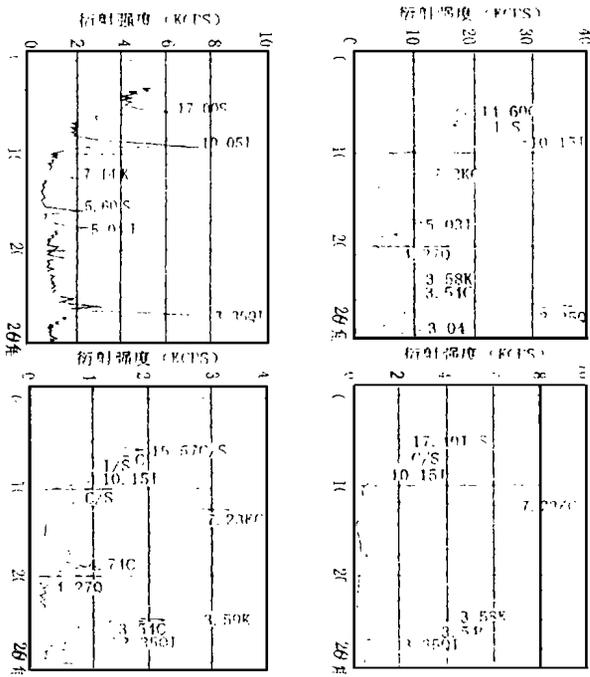


图 2 伦坡拉盆地粘土矿物 X 射线衍射图

合型; . 伊利石、伊利石/蒙皂石有序间层、蒙皂石、绿泥石组合型; . 伊利石组合型; . 伊利石、伊利石/蒙皂石有序间层、蒙皂石、高岭石、绿泥石/蒙皂石间层组合型。

2.2 粘土矿物演化分布特征及其规律

根据表 1 中所列伦坡拉盆地中央坳陷带 3 口井泥岩样品 X 射分析结果可以看出, 藏 1 井随着埋深的增加, 从 745m 至 1730m 伊蒙间层含量由 33% 降为 12%, 伊利石含量由 62% 降为 34%, 绿泥石含量增加幅度大, 由 5% 增为 49%, 且同时有少量绿/蒙间层出现, 粘土矿物组合类型由 型- 型。同时, 伊/蒙间层比由上到下逐渐减小, 由间层比为 50% 的无序间层转化间层比为 20% ~ 15% 的完全有序至超点阵有序间层。但在该井 1605.8m 井段, 出现粘土矿物中伊利石含量为 100%, 其它组分均突然消失的异常现象, 这一异常的出现可能与局部流体异常高压有关。西伦 1 井因取样限制, 样品间隔不超过 300m, 故由上到下, 粘土矿物组合类型变化不明显, 在 813 ~ 1222m 层段为 型, 伊/蒙间层基本上属完全有序间层, 间层比为 45% ~ 20%。西伦 2 井垂向演化特征较明显, 亦即随埋深的增加, 粘土矿物组合由 型向 型转化, 伊/蒙间层也由部分有序变为完全有序, 在 945.45 ~ 1499.92m, 间层比为 45% ~ 20%,

. 伊利石/蒙皂石无序间层、绿泥石组合型; . 伊利石、伊利石/蒙皂石有序间层、绿泥石、高岭石组合型; . 伊利石、伊利石/蒙皂石有序间层、绿泥石组

表 1 伦坡拉盆地 3 口井粘土矿物 X 射线分析结果

井号	样品号	深度 (m)	修正深度 [○] (m)	层位	粘土矿物相对含量 (%)					I/S 间层比 (%S)	
					S	I/S	I	K	C		C/S
藏 1 井	1	745.75	745.75	E ₃ l		33	62		5		50
	2	836	836	E ₃ n		33	60		7		50
	3	1605.8	1605.8	E ₃ n			100				
	4	1730.51	1730.51	E ₂ n	5	12	34		49	有	20 ~ 15
西 伦 1 井	1	831.6	1431.6	E ₂ n 下	6	24	57	4	9	有	45
	2	1187.5	1787.5	E ₂ n 下	12	28	50	3	7		20
	3	1222.5	1822.5	E ₂ n 下	19	23	50		8		20
西 伦 2 井	1	945.45	945.45	E ₃ l		47	48		5		45
	2	1499.92	1499.92	E ₃ n	10	25	56		9	有	20

○ 陈平. 中国部分含油气盆地粘土矿物演化分布与烃源岩成熟的关系. 中国地质大学(武汉) 硕士论文, 1996

在 1499.92m 以下, 间层比 < 20%, 表明伊/蒙间层已完全有序。

根据上述分析, 这 3 口井垂向上单独来看均非完整的伊/蒙间层演化序列, 但综合起来可以认为, 伦坡拉盆地粘土矿物的垂向演化分布基本上属正常转化型, 即随埋深的增加, 伊/蒙间层比由大到小, 反映出伊/蒙间层矿物由无序-部分有序-完全有序的变化趋势。但在盆地中央坳陷带局部(如藏 1 井 1605.8m 处), 其演化分布出现异常, 可能与盆地中央坳陷带的古埋深较大, 并可能存在异常超压流体有关。

横向上盆地内粘土矿物演化的空间展布也存在差异。藏 1 井、西伦 1 井、西伦 2 井分别位于盆地的不同区位中, 其中西伦 1 井位于中央坳陷带的北侧斜坡上, 西伦 2 井位于中央坳陷带南侧斜坡断阶上, 藏 1 井位于中央坳陷带中(图 1)。由于这 3 口井所处的构造部位不同, 其埋深差异也较大, 从而导致在斜坡地带 800~900m 处, 伊/蒙间层就已进入完全有序间层段, 而在中央坳陷带 900m 左右, 伊/蒙间层仍为无序间层。由此可见, 伦坡拉盆地粘土矿物

演化分布横向上产生差异的原因主要是由于构造抬升的影响。

3 粘土矿物演化分布与烃源岩成熟的对应关系

伦坡拉盆地泥岩粘土矿物垂向上演化分布基本上属正常转化型, 根据测试的结果及相应的分析推断, 其与烃源岩成熟程度具有较好的可比性。

3.1 烃源岩演化特征

伦坡拉盆地的烃源岩是下第三系富含有机质的暗色泥岩, 其中以牛二段、牛三段为主, 丁一段为次。主力生烃区位于中央坳陷带蒋错-爬错一带。本文研究重点是藏 1 井、西伦 1 井、西伦 2 井的泥岩粘土矿物演化分布与相应的烃源岩成熟的对应关系。3 口井中藏 1 井位于中央坳陷带弱变形区, 其埋深相对而言受后期构造影响小, 故通过对藏 1 井的生油有机地球化学特征进行研究, 再综合其它井的情况, 即可推断其演化特征。

表 2 伦坡拉盆地不同深度 R° 值

深度(m)	616	750	812	1100	1500	1730	2230	2530
$R^{\circ}(\%)$	0.45	0.40	0.48	0.53	0.71	0.79	1.14	1.52

图 3 为藏 1 井下第三系烃源岩可溶抽提物各项指标随深度而演化的曲线, 根据曲线演化特征, 再结合盆地镜质体反射率的测试结果(表 2), 可说明其现今生油门限深度为 930m 左右, 相应的门限温度为 72.8。从图 3 中可看出, 越过此门限, 氯仿“A”有机碳、总烃/有机碳均明显增大, 正烷烃 OEP 值趋近于 1, 姥鲛烷/ nC_{17} , 植烷/ nC_{18} 明显减少。伦坡拉盆地的门限深度较浅, 主要原因可能在于伦坡拉盆地具 6~9/100m 的高地温梯度。

3.2 粘土矿物演化分布与烃源岩成熟度的对应关系

根据 3 口井所处的构造区块位置, 并结合地层对比结果, 笔者认为藏 1 井位于中央坳陷带, 埋深较深, 受构造影响较小, 而西伦 1 井、西伦 2 井因分处南北斜坡带, 受构造运动影响相对较大, 如西伦 1 井与藏 1 井相同的层位, 埋深却相差 600m 左右, 西伦

2 井位于南斜坡正断层下盘, 断层运动使其埋深变浅。据此, 在不考虑藏 1 井古、今埋深差异情况下, 笔者对西伦 1 井、西伦 2 井粘土矿物演化分布的埋深作了一定的修正, 划分出盆地泥岩粘土矿物垂向转化带(图 4)。

(1) 渐变带: 埋深 < 910m, 伊/蒙间层间层比 50%, $R=0$ 无序, 镜质体反射率 $R^{\circ} < 0.50\%$, 温度 < 72.8, $HC/TOC < 3\%$, “A” $TOC < 9\%$, 相当于有机质未成熟-半成熟阶段。

(2) 第 1 迅速转化带: 埋深 910~1500m, 伊/蒙间层间层比为 50%~35%, 温度为 72.8~99.4, HC/TOC 和 “A” TOC 达到峰值, 镜质体反射率 R° 为 0.5%~0.74%, 相当于有机质低成熟阶段。

(3) 第 2 迅速转化带: 埋深 1500m 左右, 伊/蒙间层间层比为 35%~20%, 为完全有序间层带($R=2$), 镜质体反射率 R° 为 0.74%~1.52%, 温度为

由此可见, 伦坡拉盆地泥岩粘土矿物演化分布与烃源岩成熟有良好的对应关系, 说明伦坡拉盆地泥岩粘土矿物演化分布的研究成果可以作为研究有机质成熟程度, 确定生油门限深度和温度的标志之一。

4 结论

通过对伦坡拉盆地粘土矿物演化分布特征及其与烃源岩成熟对应关系的研究可以得出以下结论。

(1) 粘土矿物种类主要有蒙皂石、伊/蒙间层、伊利石、高岭石、绿泥石、绿/蒙间层等, 组合类型有伊利石、伊/蒙无序间层、绿泥石组合, 伊利石、伊/蒙有序间层、绿泥石、高岭石组合, 伊利石、伊/蒙有序间层、绿泥石组合, 伊利石、伊/蒙有序间层、蒙皂石、绿泥石组合, 伊利石组合, 含绿/蒙间层组合。

(2) 盆地泥岩系列粘土矿物垂向演化分布属正常转化型, 即中浅层以伊/蒙无序间层为主, 中深层以伊利石和伊/蒙有序间层为主。

(3) 盆地粘土矿物转化与烃源岩热演化有良好的对应关系, 可用于研究烃源岩成熟水平, 划分生油

温度或深度门限值等。

(4) 由于受取样、时间、水平等条件限制, 本文尚存不足, 如盆地粘土矿物总的分布特征含一定推测, 实际资料不够充分。

参 考 文 献

- 1 徐思煌等. 西藏伦坡拉盆地烃源岩生烃、排烃史模拟. 地球科学, 1996, 21(2): 179- 183
- 2 Xin Hua Deng, et al. Illite/smectite diagenesis in the Nanciang, Yitong, and North China Permian - Carboniferous basins: application to petroleum exploration in China. *AAPG*, 80(2): 157- 173.
- 3 雷清亮等. 伦坡拉第三纪陆相盆地油气地质特征分析. 地球科学, 1996, 21(2): 168- 173
- 3 李忠. 试论油气形成过程中粘土矿物的催化作用. 石油实验地质, 1992, 14(1): 56- 63.
- 4 王行言. 松辽盆地白垩系泥岩粘土矿物成岩演变特征及其地质意义. 石油与天然气地质, 1988, 9(1): 93- 98.

(收稿日期: 1998 年 2 月 8 日)

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE EVOLUTION OF CLAY MINERALS AND THE MATURITY OF SOURCE ROCKS IN THE LUNPOLA BASIN

Chen Ping Fei Qi Lu Yongchao

(China University of Geosciences, Wuhan 430030)

Abstract

On basis of study of type, assemblage and evolution of clay minerals in the Lunpola basin, in company with value of vitrinite reflectance, a relationship between the evolution of clay minerals and the maturity of source rocks was established.