

我国早第三纪湖泊中纹层状燧石的 发现及成因探讨

林承焰 信荃麟 董春梅

(石油大学, 山东东营 257062)

在我国湖盆中燧石是一种非常罕见的岩石类型, 到目前为止, 国内尚没有人对湖相地层中的燧石作专门研究报道。本文首次提出在辽河西部凹陷下第三系湖相地层中存在着纹层状燧石, 并从地质背景条件、沉积和地球化学特征入手, 对其成因机制作了初步的探讨。

关键词 纹层状燧石 湖泊 早第三纪 浊积岩 燧石成因

第一作者简介 林承焰 男 32 岁 副教授 石油地质

1 发现过程及地质背景

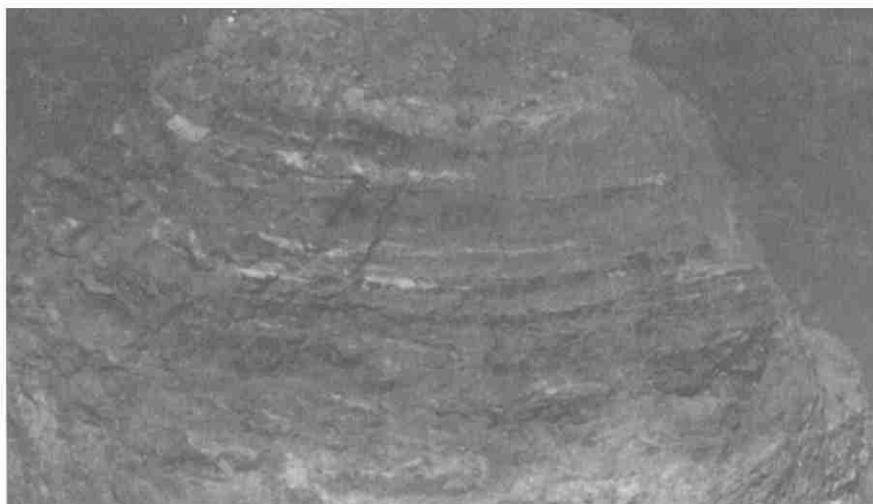
笔者和赵澄林教授曾经指出过东濮凹陷濮城油田沙三段湖相地层中存在有黑色燧石, 但没有对其进行专门的深入研究。近年来, 笔者观察了辽河西部凹陷冷东、兴隆台、曙光和高升 4 个油田沙三段地层上 3m 岩芯和上千片薄片, 在冷东 38 井约 1900m 和冷 43-76-664 井 1753.54m 附近两处发现有纹层状燧石。

辽河西部凹陷是渤海湾盆地中的不对称箕状凹陷之一, 在早第三纪沙三段时期断裂构造活动强烈而持久, 处于裂谷盆地深陷期, 沙三段早中期为裂陷活动强烈期。冷东地区位于辽河西部凹陷的东侧陡坡带, 在区域性基底边界断裂(台安断裂)的强烈作用下, 地形高差大, 坡度陡, 粗碎屑沉积物重力流倾泻到湖盆陡岸, 近源快速堆积形成巨厚粗碎屑浊积岩相(另文发表)。纹层状燧石夹在这套浊积岩相之中, 分布在泥质含量较高的岩层段。

2 沉积及地球化学特征

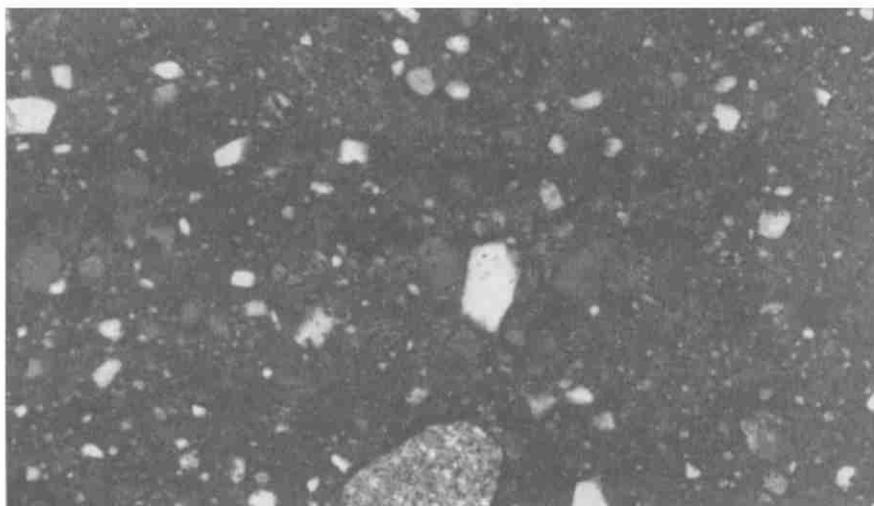
2.1 岩性、岩相特征

燧石呈黑色, 致密坚硬, 小刀刻划不动, 质脆, 具断续纹层状构造, 由黑色燧石纹层和白色富含粘土及陆源细碎屑纹层间互组成, 厚度不大, 约 3cm。在黑色燧石纹层中可见很细纹理, 单个燧石纹层最厚处可达 1cm; 白色纹层最厚处可达 4mm。硅质岩相夹在含细砾泥质砂岩中, 与陆源碎屑浊积岩相共生。在横向上顺泥质和细碎屑沉积纹层分布, 向岩心内部呈楔状尖灭, 分布不稳定(照片 1)。



照片1 黑色纹层状燧石,岩心照片,冷38井,约1900m

从照片2可以看出,燧石主要由自生石英晶体组成,约占75%,陆源粘土物质约占15%,陆源细砂10%。自生石英晶体以隐-微晶石英为主,约占80%,细晶约占20%。陆源细砂中以石英为主,少量长石颗粒,很少量岩屑。部分陆源细砂边缘具暗色泥晶套,长石发生强烈溶蚀交代作用。因陆源粘土和细砂的混入,成分不纯。自生石英晶体以它形粒状为主。具微细纹理结构,可见富含自生石英纹理和富含粘土及陆源细碎屑纹理,纹理断续延伸分布,纹理之间界线不平整。



照片2 燧石主要由隐-微晶石英组成,含细晶,显微照片,正交偏光 10×10 倍,照片正中下长石颗粒强烈蚀变,冷38井

2.2 地球化学特征

选择 3 种燧石样品,样品 1 为冷 38 井沙三段纹层状燧石,样品 2 采自北京昌平十三陵剖面中元古界蓟县系雾迷山组黑色纹层状燧石,样品 3 采自安徽巢湖龟山剖面下二叠统孤峰组上部黑色层状燧石。从实验分析结果可以发现湖相地层中的硅质岩(样品 1)和海相硅质岩(样品 2,3)的地球化学特征的差异(表 1,2)。

表 1 3 种不同燧石样品化学组分含量(%)

化学组分(%)	样品 1	样品 2	样品 3
SiO ₂	82.4	83.8	97.1
Na ₂ O	3.05	0.04	0.19
K ₂ O	3.31	0.02	0.34
Al ₂ O ₃	7.90	0.15	0.74
CaO	0.81	7.48	0.99
MgO	0.53	7.90	0.13
TiO ₂	0.14	0.01	0.03
Fe ₂ O ₃	1.47	0.09	0.31
P ₂ O ₅	0.13	0.03	0.09
总 计	99.74	99.52	99.92
K ₂ O/Na ₂ O	1.08	0.5	1.79
K ₂ O+Na ₂ O	6.36	0.06	0.53

表 2 3 种不同燧石样品中的元素丰度(10⁻⁶)

微量元素	样品 1	样品 2	样品 3
Zn	375	211	228
Co	4.85	3.32	1.46
Ni	8.67	7.2	52.2
Mn	113	23.6	11
V	29.3	5.36	217
Sr	188	14.6	79.8
Ba	1250	32.1	61.9
P	592	147	420
Sr/Ba	0.15	0.45	1.29

从表 1 和图 1 可以看出:样品 1 的主成分以 SiO₂ 为主,含量超过 80%,而低于样品 2 (83.8%)和样品 3(97.1%)中的 SiO₂ 含量。在其它成分中值得注意的是 Al₂O₃、Na₂O 和 K₂O 含量远远高于样品 2 和 3,而 CaO 和 MgO 含量和样品 3 一样均远远小于样品 2。这个分析结果与对样品的肉眼观察以及共生组合关系是一致的,样品 1 是与含砾泥质砂岩共生

的富粘土岩类的燧石, Al_2O_3 、 Na_2O 和 K_2O 含量较高, 而且 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值超过 1; 样品 2 是与白云岩共生的含白云石类矿物的燧石, CaO 和 MgO 含量较高, 而样品 3 是孤峰组上部一套比较纯净的燧石, 其 SiO_2 含量很高。 TiO_2 、 P_2O_5 等其它化学组分含量很低。

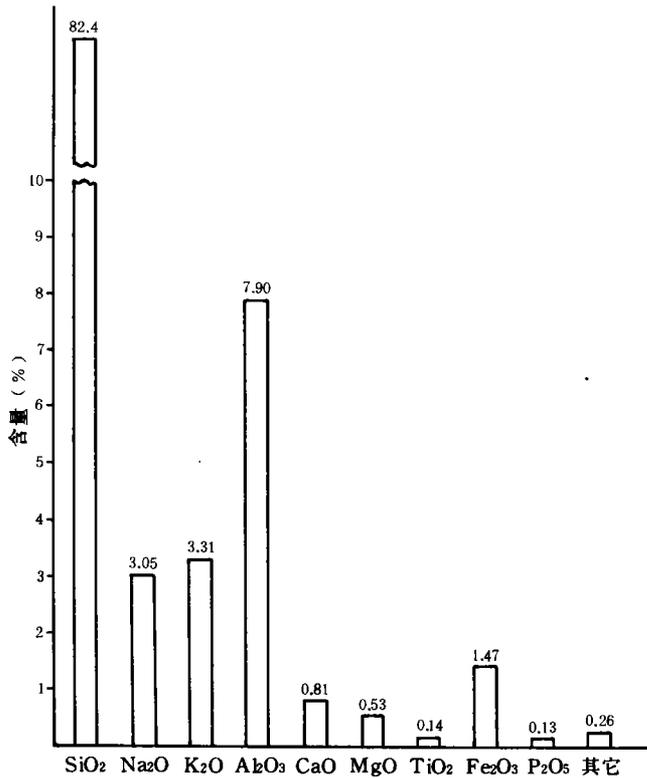


图 1 湖相燧石化学组分含量直方图

样品 1 中的微量元素 Zn、Co、Mn、Ba、Sr 和 P 丰度均大于样品 2 和 3, 其中 Mn、Sr 和 Ba 丰度远远大于样品 2 和 3。其 Ni、V 丰度比样品 2 高, 而比样品 3 低。样品 1 和 2 Sr/Ba 比值均小于 1, 尤其样品 1 Sr/Ba 比值远远小于 1, 而样品 3 的 Sr/Ba 比值大于 1 (表 2), Sr/Ba 比值可以反映沉积介质的古盐度。

3 燧石成因初探

燧石的成因一直是沉积学界争论的问题, 特别是其形成方式、 SiO_2 来源等问题仍然众说纷纭(唐世荣等, 1994)。

关于燧石的形成有原生和次生成因之争。有人认为燧石是由 SiO_2 通过化学、生物化学等方式原生沉淀或者由硅质生物直接沉积形成的; 也有人认为它是成岩交代次生成因的, 例如澳大利亚 Cocrong 地区间歇性碱性湖泊和东非马加迪湖沉积物中层状和结核状燧石属于交代成因(刘宝珺等, 1992)。辽河西部凹陷纹层状燧石是由早期成岩交代作用形成的, 其主

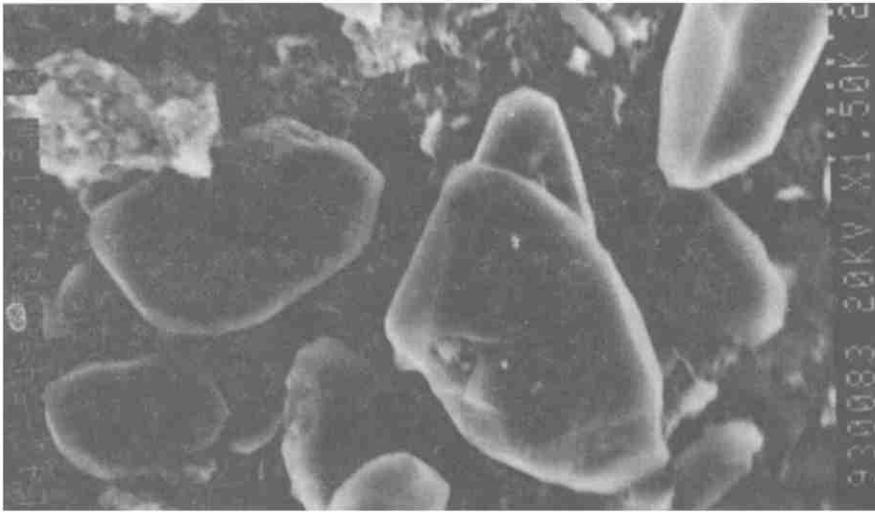
要证据是：1)分布很局限，数量及规模较小，在岩层内部呈楔状尖灭。2)成分不纯，有粘土和细碎屑物质混入，残留有泥质和细碎屑纹层状构造，是 SiO_2 交代泥质和细碎屑的产物。3)在与燧石共生的砂(砾)岩中未发现有硅质胶结物，个别石英次生加大级别很低，可见硅质成岩交代作用主要发生在胶结作用之前。还有，硅质交代作用顺纹层进行(照片1)；兴隆台地区沙三段上部热河台油层浊积岩中燧石选择性交代并充填介形虫壳体内部，而没有交代介壳部分(照片3)，这些都是 SiO_2 早期成岩交代作用的证据。



照片3 隐-微晶石英选择性交代并充填介形虫壳体内部，
正交偏光 10×10 倍，兴隆台地区兴101井，2284.45~2284.85m。

归纳起来， SiO_2 可能主要来自硅质生物、火山作用、深部热液以及陆源和某些矿物溶解及蚀变作用等(Simonson, 1995)，至于何种来源对硅质岩的形成贡献最大仍莫衷一是(唐世荣等, 1994)。本文认为主要来自陆源和矿物溶解及蚀变作用产生的 SiO_2 为湖泊纹层状燧石的形成提供了物质来源，主要证据有：1)燧石中富含与陆源物质相关的 Al_2O_3 、 Na_2O 和 K_2O 等化学组分(表1, 图1)；2)燧石的围岩中富含长石、岩屑等，泥质岩中粘土矿物以蒙脱石为主，通过成岩作用研究(另文发表)，这些不稳定矿物发生溶解和蚀变作用可以释放出多余的 SiO_2 ，大量的长石等矿物发生溶解与蚀变作用(照片2)，与此同时形成了自生石英(照片2, 4)。3)扬子地台二叠系孤峰组许多硅岩层的形成与火山活动有着密切的联系，上震旦统硅质岩的形成则主要依靠沿同生断裂上升的富硅热水。华北地台燕山西段前寒武系某些层状和层纹状燧石分别属于有机成因和生物化学成因(吴庆余等, 1986)。辽河西部凹陷纹层状燧石沉积及地球化学特征与生物成因、生物化学成因、火山作用与热液成因的燧石有很大差别，这一点也可以从样品1和样品2、3的沉积及地球化学特征迥然不同得到证实(表1、2)。澳大利亚和东非的碱性湖分别由湖底碎屑石英和粘土矿物的溶解与火山岩和碎屑岩中溶解，释放出 SiO_2 。(刘宝琦等, 1992)

燧石可以形成于浅水和深水沉积环境，深水沉积相类型中包括硅岩相(吉磊, 1994)。东



照片4 自生石英晶体,扫描电镜照片,×1500倍,冷43-54-556井,1815m.

濮凹陷濮城油田沙三段黑色硅质岩相与暗色泥岩及页岩相、浊积岩相、石膏及盐岩相共生,组成深水沉积环境岩相组合(林承焰等,1988)。本区黑色纹层状燧石是早期成岩交代粗碎屑浊积岩中粘土和细碎屑而形成的,形成于深水还原沉积背景条件。纹层状构造代表燧石形成于水体相对平静期,而间歇性的沉积物重力流可能破坏水体的 SiO_2 浓度和介质条件,这可能是造成仅有少量燧石的原因之一。样品 Sr/Ba 比值远远小于1,从与燧石共生的粘土矿物中微量元素、 Sr/Ba 比值以及古生物类型及组合综合分析认为燧石形成于淡水-微咸水介质条件。 SiO_2 选择性交代介形虫壳体内部(照片3),这是因为介形虫壳体内有机质分解过程中产生有机酸,局部形成弱酸性微环境,有利于 SiO_2 交代作用,从而形成隐-微晶石英。本区纹层状燧石是在相对平静水体、淡水-微咸水深湖还原沉积背景条件下形成的,弱酸性微环境有利于燧石的形成。

综上所述,本区纹层状燧石的成因模式可以概括为:母岩风化以及湖底湖水和沉积物之间的相互作用,造成石英、长石、岩屑、粘土矿物的溶解和蚀变,释放出 SiO_2 ,通过不断的积累,使湖水中的 SiO_2 浓度逐渐提高,在局部酸性微环境和相对平静的淡水-微咸水深湖还原沉积背景条件下, SiO_2 交代泥质和细碎屑物质而形成纹层状燧石。

4 讨论与结论

(1)我国早第三纪沙三段湖泊浊积系中夹有的纹层状燧石是一种非常罕见的岩石类型,尚属首次重要发现。

(2)陆源和长石、粘土等矿物溶解和蚀变提供 SiO_2 来源,在相对平静的淡水-微咸水深湖还原沉积背景条件下,水体中的 SiO_2 在早期成岩阶段交代形成纹层状燧石。弱酸性微环境有利于燧石的形成。

候连华、李琳、李亚辉等同志参加了部分研究工作。辽河石油勘探局张学汝、牛仲仁、陆尧华、王玉娥、林信漾、刘纯高以及胜利石油管理局李保利、孙国等同志给以很大的帮助和支持,在此一并致谢。

(收稿日期:1996年4月4日)

参 考 文 献

- 1 冯增昭主编. 沉积岩石学(下册). 北京:石油工业出版社,1993,28~47
- 2 曾允孚,夏文杰主编. 沉积岩石学. 北京:地质出版社,1986,190~199
- 3 刘宝璋,张锦泉主编. 沉积成岩作用. 北京:科学出版社,1992,137~149
- 4 林承焰等. 东濮凹陷濮城油沙三一沙四段岩相分析. 华东石油学院学报,1988,12(1):17~25
- 5 中国石油学会石油地质委员会编. 碎屑岩沉积相研究. 北京:石油工业出版社,1988,32~40
- 6 唐世荣等. 硅岩研究的进展. 地球科学进展,1994,9(6):71~75
- 7 Simonson B M. Sedimentology of cherts in the Early Proterozoic Wishart Formation, Quebec-Newfoundland, Canada. *Sedimentology*, 1985,32:23~40
- 8 王东安. 扬子地台晚古生代来硅岩地球化学特征及其成因. 地质科学,1994,29(1):41~45
- 9 伊海生等. 扬子地台东南大陆边缘上震旦统硅质岩的超微结构及其成因. 地质学报,1994,68(2):132~141
- 10 赵澄林. 试论前寒武系层状燧石岩的有机成因及其与油气生成的关系. 华东石油学院学报,1980,3:1~9
- 11 吴庆余等. 前寒武纪藻类对某些层状燧石形成作用的生物地球化学模式和模拟实验研究. 地质学报,1986,60(4):375~389
- 12 吉磊. 赣西南寒武纪—奥陶纪深水沉积. 地质学报,1994,68(2):173~184

DISCOVERY AND GENETIC STUDY OF LAMINATED CHERTS IN THE PALEOGENE LAKES OF CHINA

Lin Chengyan Xin Quanlin Dong Chunmei

(*University of Petroleum, Dongying, Shandong 257062*)

Abstract

In the lake basins of China, the chert is a very rare rock type. So far, there are not special studies and reports on cherts in lacustrine strata at home. In this paper, it is first advanced that laminated cherts exist in the Paleogene lacustrine strata of west Liaohé Depression. And based on geologic setting conditions and sedimentary and geochemical characteristics, their genetic mechanism is approached preliminarily.