

# 从暗色沉积型硅质岩的 形成环境看有机成矿

李道琪

(地质矿产部华东石油地质局)

在以扬子地台为代表的中国南方震旦纪和古生代地层中，有多层暗色沉积型硅质岩。它包括硅质层、燧石层、硅质碳质页岩，有时还伴有硅质灰岩、硅质白云岩、硅质锰质碳质页岩及灰质硅质页岩。它们在上震旦统陡山沱组（兰田组）皮园村组（灯影组）；下寒武统荷圻组（幕府山组）；上奥陶统五峰组；下二叠统栖霞组、孤峰组（茅口组）；上二叠统大隆组等都有发育。浙西下奥陶统谭家桥组、宁国组；中奥陶统牛上组、胡乐组也有较厚的暗色含硅质页岩——笔石页岩。川南下奥陶统红花园组则夹有硅质岩薄层与条带。

这些硅质岩或含硅质沉积岩，大体具有相似的特点：

1. 它们常与成套的暗色页岩相伴或过渡。颜色呈灰黑色、黑色。富含碳质或沥青质，有机质丰度高。
2. 岩石致密均匀，主要为泥质、硅质、碳质（未变质者为沥青质）。水平页状层理发育。沉积时水体安静。
3. 富含原生黄铁矿结核和条带，反映强还原环境。
4. 底栖生物化石不发育，见不到灰质生物介壳和植物化石。漂浮性的动物化石如笔石、菊石等很丰富。有的层位还含几丁质壳的舌形贝、鱼鳞以及硅质海绵骨针、放射虫等。
5. 矿物多为玉髓，在岩石中呈小球粒状，并具放射状构造。
6. 在经历了较强构造变动及一定程度的变质作用的地区，其中常夹层状“石煤”及脉状“碳沥青”，例如下寒武统的“石煤”和下古生界的碳沥青。在变质作用不明显的上古生界中，则夹油页岩，发育裂隙型油苗。
7. 常含磷结核，伴有钒、镍、钼、铜、锰、铀等元素。

对于其形成环境，大体有三种认识：

1. 着眼于“石煤”，定为沼泽相；
2. 着眼于无底栖生物并见放射虫化石，定为深海相；
3. 即本文支持的观点，认为是闭塞海湾或泻湖相。

“石煤”不是真正的煤。而是一种经过变质的油页岩或沥青质页岩。它不具有任何煤岩形态分子（丝碳等），不含植物化石或碳化植物碎片。没有明确的顶底板，因为它的上下界线是随硅质、泥质、碳质相对含量的变化而与邻层过渡。它是一个有机质丰富滞水还原生油环境的沉积。

脉状碳沥青常与断裂破碎带有关，有的成为工业矿床。矿石呈黑色、钢灰色，贝壳状、鳞片状断口，多小气泡（有人曾误认为藻化石），脉壁围岩有浸染带。与煤相比，灰份、挥发分、发热量均偏高，比重偏低，沥青质含量高，芳香烃可达37.74%，并含钒、镍、硫等元素。这表明当初是富含气体的沥青质流体——石油沿断裂带聚集成的古油苗或古油藏，后来由于强烈改造而碳化。震旦一志留系多层的暗色硅质碳质（当时为沥青质）页岩就是古生油层系。“石煤”附近挤压破碎带中的碳沥青发热量比“石煤”高四、五倍，有的碳沥青矿开采时见较多的甲烷为主的瓦斯气，都是这种认识的证明。

这类岩石常与生物灰岩呈互层或夹层关系，灰岩中有大量灰质介壳的底栖动物化石——三叶虫、腕足类、灰质海绵、珊瑚、苔藓虫及蜓科等。有的含浅海藻类。代表了阳光充足、温暖多氧、营养丰富的浅海环境。有的灰岩为砾屑灰岩、竹叶状灰岩或具斜层理的砂屑灰岩，有的为砾屑白云岩，并夹极薄的纯净石英粉砂条带（如川南下奥陶统），反映了潮间带或邻近沿岸风成砂丘带的咸化泻湖环境。含沉积硅质结核的灰质白云岩，夹在白云岩和生物灰岩之间，也说明硅质沉积在滨岸泻湖与浅海台地之间。横向上，它或变为浅海相灰岩，或变为滨海砂页岩。

自下二叠统至中、下三叠统，由栖霞组生物灰岩→弧峰组硅质岩→龙潭组煤系→大隆组硅质岩→青龙群灰岩，反映一个完整的海退—海侵旋回。即由开阔浅海→滨海沼泽→开阔浅海的连续递变。根据瓦尔特相律，硅质岩相带只能置于开阔浅海与滨海沼泽之间，而不能划为深海相。

这类岩系中确实多处找到丰富的放射虫化石。由于远洋考察中深海放射虫软泥的发现，不少人就把地史上所有找到放射虫化石的地层都划为深海相。有人还提出放射虫的出现只代表水深2000—5000米补偿深度以下的环境。因为这一深度之下，碳酸盐要被溶解，只有硅质骨架才能沉积成软泥。R.L.福克对美国德克萨斯州马拉松盆地泥盆纪开柏罗斯放射虫燧石石英岩的研究，充分论证了它不是深海相，而是近潮坪环境。他提出，如果当时海中确无硅藻，放射虫就没有造壳活动的竞争对手，完全可以在浅海繁殖并沉积保存。Garrison认为：在碳酸盐浮游生物于中生代数量猛增之前，海中并没有碳酸盐补偿深度，这时放射虫可以沉积在任何深度——浅海或深海。就是在中生代以后，碳酸盐补偿深度的位置也有过很大变动，甚至多次进入透光带。Bally（1952、1954）指出意大利中部Abruzzi始新世放射虫层竟与煤层互层。可见，放射虫并不是古深海相的可靠标志。

所以，这类硅质岩，既非沼泽相，又非深海相，而是利于生油的闭塞海湾相或泻湖相。

这类岩系中伴有多种有用元素，是早有报导的。“石煤”层中含有四十多种元素，六十多种矿物。金属元素多以硫、砷化物出现，常呈胶状集合体。贵阳地球化学研究所川西北上二叠统硅质灰岩中找到过钒卞啉、氨基酸，而且含碳高者，含钒、镍也高。

银、钼等元素也有类似的正相关性。

从岩石学方面看，这类硅质岩实质上是一种生物骨架岩。据杨秀珍等研究指出，我国南方“石煤”以高灰分致密块状广布，其中有机质“在岩石中不是呈均匀混染”状，“而是呈0.05mm左右的单独微粒散在岩石中”。硅质层中的玉髓也是细小圆粒，这表明当时确有以二氧化硅为壳的微体生物，它们生活在营养丰富的水体表层，繁殖快，死后沉入停滞还原的水体底部。在成岩过程中，其肉体向石油转化，壳体堆积成硅质岩。事实上，在微体生物中，硅鞭毛虫、放射虫、硅藻、部分的海绵、蛭科（史塔夫蛭超科、部分的曲房有孔虫超科）以及太阳虫等都具有硅质骨架。硅藻土和含放射虫硅质岩就是代表。

从地球化学方面看，这类硅质岩说明早在六亿年以前，有机硅就参与生命活动。有机硅既有牢固的类似石英的硅氧键，又有标准有机物的碳元烃基（主要是甲基、苯基等）。硅氧烷既可聚合成链，又可解聚成环。正是由于它有与烃类相似的化学基础结构，从而为生命活动的自组织、自装配等再生能力提供了物质基础。宏观上这类岩石集中发育在古生代甚至更早阶段，说明在钙质骨骼生物统治地表之前，有机硅在生命早期阶段具有重要作用。脊椎动物随着个体发育，硅的作用渐被钙所替代；人类主动脉中含硅量随个体发育而减少；含硅的粘多糖也随着人的衰老而下降。这些都是生命发展在分子水平上的微观演化，都是生命早期有机硅统治作用在今天高等生物个体发育史上保留的痕迹。

从油气资源普查勘探方面看，这类硅质岩既是生油岩，又是裂隙型储集岩。与其相伴的具有生油性能的暗色页岩，具有流变可塑性，在构造变动阶段，特别在有地下流体顺层运移时，各种形变更为发育。不协调褶皱、推复构造以其为滑层，形成多种类型的油气圈闭。就找油气层位而言，除了南方下寒武统理应重视外，震旦系暗色硅质泥质岩也应予以注意。近来有的同志根据部分剩余有机碳含量较低而否定志留系巨厚笔石页岩的生油可能性，作者认为值得研究。从其基本沉积特征看，也是一个不可忽视的生油层系。特别在其底部与奥陶系碳酸盐岩软硬相接的地带，最易产生活动构造，大套页岩又是最好的盖层。只要在那些变质程度轻微的地区，勇于探索这一界面上的背斜、逆掩断层以及推复构造圈闭，是有可能找到一批新型油气田。

从生物有机成矿方面看，在这类硅质岩沉积的还原环境中，金属可以与卟啉作用形成金属卟啉。自养硫杆菌具有的含硫氨基酸，其巯基极易与重金属结合，可能打开双硫键形成金属的桥键。在圣海伦斯火山停息喷发后不久，这类细菌就在湖中大量繁殖，依靠的是从金属化合物中获取化学能量维持生命。多种金属也正是在类似的缺氧状态下由这类微生物直接以金属硫化物形式聚积下来。现代一些海洋生物，都可以在体内聚积金属元素。某些海鞘聚积钒；牡蛎聚积锌；乌贼与鲎的蓝色血液中聚积铜；某些肉足虫聚积钼；某些海绵灰分中浓聚铍；滨海大叶藻聚积锰。P.A.特鲁丁格等认为，一些微生物从海水中富集某些元素可高达一百万倍。

强还原条件还使一些不形成硫化物的变价元素（如铀等）还原为难溶的低价态而聚集在富含有机质的沉积中。沿着这类岩石提供的金属有机成矿现象，层控矿床理论将更加丰富。随着微生物冶金技术的发展，将在更多层位上找到这类众多有用元素聚生的综

合性矿床。

活质与死质、有机与无机、金属与非金属、可燃能源与放射性能源, 通过地史上那些已知的和暂时未知的硅质骨架微体生物的生命活动, 紧密地联系在一起。深入研究硅质岩的沉积环境, 必将推动有机成矿的实践和发展有机矿理论。

这类岩石在南方的垂向分布是不均一的。震旦系一下古生界, 分布广沉积厚。上古生界分布局限厚度薄。中、新生界未见发育。这大体和朱夏提出的古全球构造阶段、过渡阶段及新全球构造阶段接近。进一步研究这类岩石的形成条件、沉积环境与景观变迁, 对于古今全球构造的重塑也不是无益的。

(收稿日期: 1983年9月17日)

## ON ORGANIC ORIGIN OF ORE DEPOSIT IN VIEW OF THE SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF DARK SILICEOUS ROCKS OF SEDIMENTARY TYPE

Li Daoqi

(Petroleum Geology Bureau of East China,  
Ministry of Geology and Minerals)

### Abstract

It is proposed in this paper that the sedimentary dark siliceous rock is of enclosed gulf facies or lagoon facies according to the characteristics of rocks, minerals and paleontology. This denies the possibility of regarding them as of swamp or deep sea facies. Dark siliceous rock is essentially a kind of biological skeleton boundstone. This kind of rock serves not only as favourable source rock and reservoir but also as favourable bed for metal to be enriched there to form various kinds of ore deposit. Further study on the formational condition of this kind of rock, its sedimentary environment and changes in the landscape can be of much help in reconstructing the global tectonic of both the past and the present.