

# 枫江溪矿区煤层硅质煤 核成因及其环境的探讨

邱明

童玉明

(江西煤田地质研究所) (中国科学院长沙大地构造研究所)

姚念民

李中明

(湖南省煤田地质勘探公司三队) (北京自然博物馆)

近年来,笔者在湖南邵阳枫江溪矿区上二叠统龙潭组上段煤层中发现了大量硅质煤核。它是煤层对比的良好标志,探索成煤环境的重要依据,在煤田地质勘探和煤田开发工作中具有重要意义。

## 一、地质概况

枫江溪矿区构造上处于东南地洼区雪峰地穹系湘中地穹列邵阳地洼中的枫江溪向斜。向斜轴部为地洼阶段剧烈期白垩系及地台阶段的下三叠统大冶群,向斜两翼逐渐过渡为上二叠统大隆组、龙潭组、下二叠统当冲组、棲霞组,由灰岩和碎屑岩组成,总厚1000米以上。龙潭组分上、下两段,上段含煤五层,下段不含煤。

龙潭组上段地层岩性简述如下:

上覆地层:上二叠统大隆组钙质、硅质泥岩、硅质岩

——整合——

上二叠统龙潭组上段

15.浅灰色钙质砂岩,层理不清,含似层状黄铁矿和海相动物化石 1.30米。

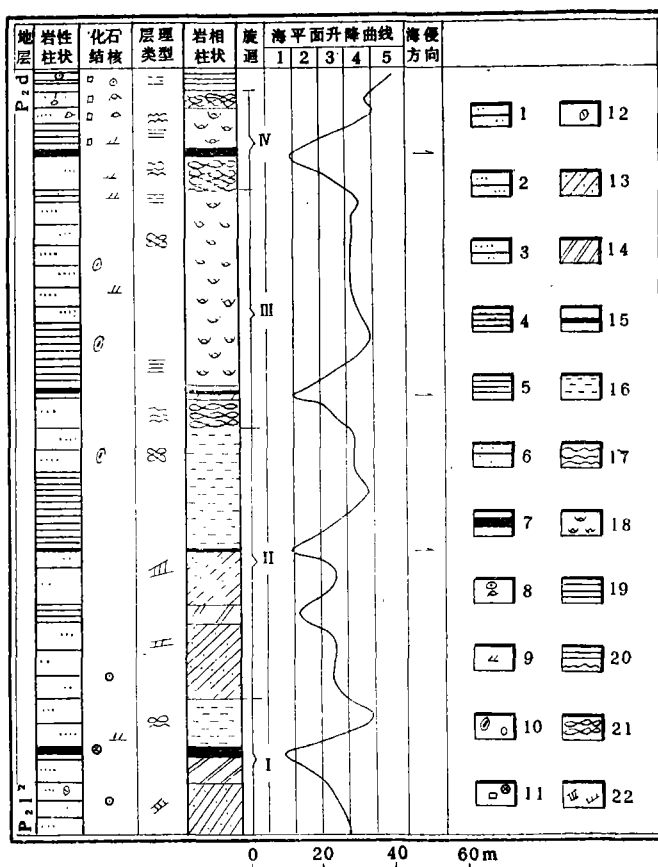
14.灰黑色砂质泥岩,具水平及缓波层理,产海相动物、植物化石,含大量瘤状、星点状黄铁矿及少量菱铁矿结核 4.30米。

13.煤层(1),半金属光泽,具粉状、粒状结构,含黄铁矿微层 0.38米。

12.灰色细砂岩,具波状层理 4.70米。

11.灰黑色粉砂岩,具缓波状及透镜状层理,底部常相变为砂质泥岩。产少量海相动物、植物化石,并含黄铁矿及大量菱铁矿结核 7.80米。

- 10. 煤层(2), 具条带状结构, 多为煤线 0.11米。
- 9. 浅灰色细砂岩, 具波状及斜层理, 常递变为粉砂岩或砂质泥岩 6.60米。
- 8. 深灰色粉砂岩, 具缓波状层理, 夹细砂岩条带。含较多植物化石及菱铁矿结核 2.60米。
- 7. 灰黑色砂质泥岩, 具微波状及水平层理, 常含较完整的植物化石和大个体海相动物化石 11.90米。
- 6. 煤层(3), 半金属至金属光泽, 粉状结构 0.18米。
- 5. 灰白色细一中粒砂岩, 具波状层理及斜层理, 含星点状菱铁矿及泥质包体 9.70米。
- 4. 深灰色粉砂岩, 具缓波状层理, 夹细砂岩条带, 产较完整的烟叶大羽羊齿等植物



- 1. 中砂岩 2. 细砂岩 3. 粉砂岩 4. 砂质泥岩 5. 泥岩 6. 钙质砂岩 7. 煤 8. 动物化石 9. 植物化石
- 10. 菱铁矿结核及颗粒 11. 黄铁矿及硅质煤核 12. 泥质包体 13. 滨海三角洲相 14. 沼泽相 15. 泥炭沼泽相
- 16. 湖泊相 17. 泻湖海湾波浪带相 18. 泻湖海湾相 19. 海相 20. 水平层理、微波状层理 21. 缓波状层理
- 22. 板状交错层理

图1 2702号钻孔岩性岩相柱状图

Fig. 1 The columnar section of the rock and lithofacies in Borchole No. 2702

化石和少量菱铁矿结核 9.80米。

3.煤层(4)，半金属—金属光泽，条带状结构，裂隙发育，以上部含较多的硅质煤核为特征一般0.48米，可采地段0.78米。

2.灰黑色薄层状炭质泥岩，产植物根化石 1.87米。

1.灰白色细—中粒砂岩，具板状交错层理，含较多星点状菱铁矿及泥质包体。中部偶夹煤线(5) 2 0.00米。

—整合—

下伏地层：上二叠统龙潭组下段灰—灰绿色砂岩、砂质泥岩与泥岩互层。

龙潭组上段总厚约80米，是一套海陆交互相含煤沉积，它由四个旋回组成，每个旋回底部从不同类型的砂岩开始，至湖泊、泻湖海湾相细粒碎屑岩告终，每旋回中部均发育有泥炭沼泽相(图1)。硅质煤核产生在4煤层上部。

### 二、煤核的产状和分布规律

通过矿区内九公桥、东风、七里山、红石等煤矿井下观察，煤核赋存在4煤层的上部，一般距煤层顶板5厘米，距煤层底板110厘米。其长轴平行煤层面，断续或连续成群出现，剖面上呈一层式、二层式、三层式，局部呈四层式产出，各层煤核的间距2—20厘米。煤核的空间分布，大致有如下四种形式(表1)。

1.呈不连续的透镜状 煤核长25—70厘米，厚8—17厘米，平行煤层层面排列，两煤核相距1—78厘米，煤核上部煤厚2—20厘米(图2)。

2.呈串珠状 有的两个中、小型煤核相连成一体；有的两煤核紧挨在一起，平行煤层排列，煤核上部煤厚约2厘米(图3)。

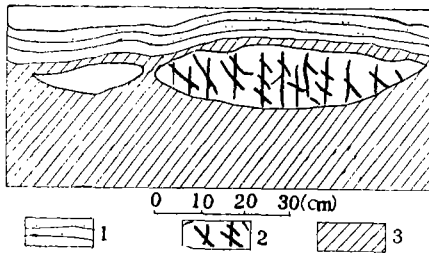


图2 硅质煤核呈不连续的透镜体(七里山煤矿二回风巷二石门)

Fig. 2 The siliceous coal ball with the shape of lens(Qilishan Coal Mine)

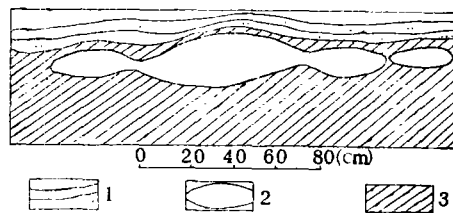


图3 硅质煤核呈串珠状(九公桥煤矿—水平南大巷)

Fig. 3 The siliceous coal ball with the shape of paternoster(Jiugongqiao Coal Mine)

3.呈互相平行的叠瓦状 煤核体的两端相互重叠，彼此平行，相叠部分一般3—33厘米；煤核长22—108厘米，厚4—14厘米(图4)。

4.多层煤核平行排列 有两层，个别地段3—4层平行排列。同一层煤核体之间

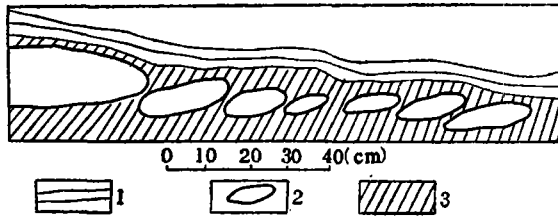
表 1 枫江溪矿区 4 煤层上部硅质煤核的大小与分布统计表  
 Table 1 Statistical table of the size and distribution of siliceous coal balls in the upper part of the fourth coal seam of Fengjiangxi coal field

单位: 厘米

煤核号	产地	煤厚	上层煤核厚	煤厚	中层煤核厚	煤厚	下层煤核厚	煤核长	两煤核间距	煤核分布形式
1	九公桥井二水平南巷二石门	3	15	92				70	紧挨	一层式断续排列
2	九公桥井二水平南巷二石门	2	14	94				65	60	一层式断续排列
3	九公桥井二水平南巷二石门	5	13	92				70	10	一层式断续排列
4	九公桥井二水平南巷二石门	4	13	93				29	78	一层式断续排列
5	九公桥井二水平南巷二石门	7	9	94				26	60	一层式断续排列
6	九公桥井二水平南巷二石门	5	9	96				25	40	一层式断续排列
7	九公桥井二水平南巷二石门	4	12	94				28		一层式断续排列
8	东风井付大巷 9 号测点	4	14	125				108		一层式叠瓦状排列
9	东风井付大巷 9 号测点	5	5	133				36		一层式叠瓦状排列
10	东风井付大巷 9 号测点	7	4	132				22		一层式叠瓦状排列
11	东风井付大巷 9 号测点	8	10	125				40	8	一层式叠瓦状排列
12	东风井付大巷 9 号测点	5	7	131				30		一层式叠瓦状排列
13	东风井付大巷 9 号测点	6	7	130				40		一层式叠瓦状排列
14	东风井付大巷 9 号测点	4	8	131				60		一层式叠瓦状排列
15	东风井付大巷*5 号测点	4	8	94						一层式断续排列
16	东风井付大巷 28 号测点	3	10	109						一层式断续排列
17	东风井付大巷 32 号测点	20	15	130						一层式断续排列
18.19	东风井付大巷 2 号测点	6	12	3	5					二层式断续排列
20.21	东风井付大巷 3 号测点	2	15	2	13					二层式断续排列
22.23	东风井付大巷 7 号测点	4	8	2	4					二层式断续排列
24.25	东风井付大巷 8 号测点	6	12	3	5					二层式断续排列
26.27	东风井付大巷 11 号测点	2	4	5	3					二层式断续排列
28.29	东风井付大巷 18 号测点	6	3	3	6					二层式断续排列
30.31	东风井付大巷 21 号测点	2	12	2	8					二层式断续排列
32.33	东风井付大巷 37 号测点	5	10	3	7					二层式断续排列
34.35	东风井付大巷当头测点	2	10	20	5					二层式断续排列
36.37	东风井付大巷 6 号测点	8	10	3	2					三层式断续排列

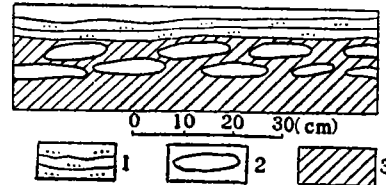
\* 东风井付大巷全长 150 米

相距 1—10 余厘米，两层煤核之间夹 2—20 厘米厚的煤层。煤核长 20—30 厘米，厚 2—15 厘米（图 5）。



1. 细砂岩 2. 硅质煤核 3. 煤层

图 4 硅质煤核呈叠瓦状（东风煤矿付大巷）



1. 细砂岩 2. 硅质煤核 3. 煤层

图 5 多层硅质煤核平行排列（东风煤矿付大巷）

Fig. 4 The siliceous coal ball with the shape of imbraicate (Dongfeng Coal Mine)

Fig. 5 The siliceous coal ball with the shape of several layers (Dongfeng Coal Mine)

在距离煤核下部 40—50 厘米煤层中有一层较稳定的夹矸，厚 0.5 厘米左右，灰褐色，致密均一，性脆，由水云母及炭质组成，前者呈显微团粒状结构。此夹矸局部地方为二层。

大量的煤核统计表明，硅质煤核的大小、数量与煤层厚度呈正相关关系，即硅质煤核越大、数量越多的地段，煤层也相对越厚，反之亦然。

### 三、煤核的特征与物理化学性质

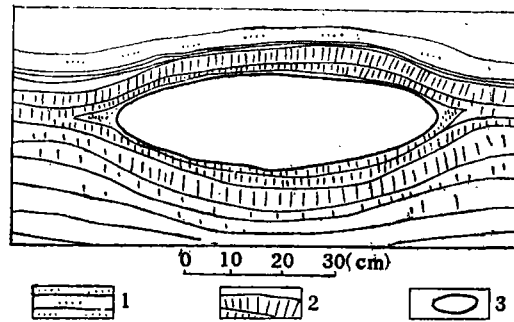
通过区内各矿井巷及 3504、3503、2408 等钻孔岩芯的系统观察，煤核呈透镜状、卵圆状，灰黑色，表面光滑，致密坚硬。煤核的长度不等，厚度各异。煤核最大长度为 108 厘米，最小 8 厘米，多数个体长约 46 厘米；煤核最大厚度为 17 厘米，最小 2 厘米，多数个体厚约 9 厘米。煤核与围岩界限清晰，其长轴方向往往与煤层层理平行。常见煤层层理绕过煤核，而不被煤核所切断（图 6）。也见部分煤核个体内部继承煤层的部分纹层理。

煤核内部构造多呈块状，少数呈微层状、条带状、次生平行脉状（图 7）网脉状（图 2）和显微梳状（图版 I，6）。有时可见炭屑条带状纹理伸入硅质煤核之中，微层状的煤体与微层状的硅质体互层（图 7）。

镜下观察，造核物质以自生石英及玉髓为主，炭化植物碎屑次之，并有微量的黄铁矿、方解石、粘土矿物等。

煤核的化学成分以  $\text{SiO}_2$  为主（表 2）。微量元素较少，以 Zr（100 ppm）、B（50 ppm）、Cu（20 ppm）、Ni 和 Co（5 ppm）等元素为主。

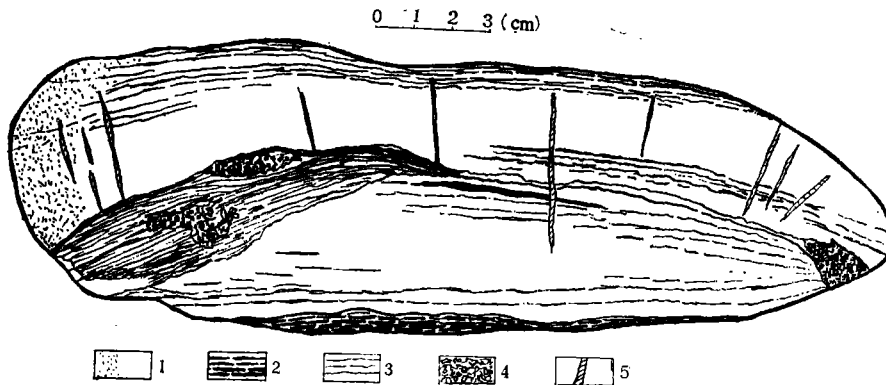
在偏光显微镜下观察，自生石英呈半自形柱状及他形粒状，无色透明但常含炭质包体，常构成镶嵌结构。玉髓呈纤维状无色透明，常含炭质包体，单独或与部分石英构成放



1. 泥质粉砂岩 2. 具裂隙镜煤条带 3. 硅质煤核

图6 镜煤条带围绕硅质煤核(东风煤矿付大巷)

Fig. 6 The siliceous coal ball rounded by the band of vitrite (Dongfeng Coal Mine)



1. 显晶及隐晶硅质 2. 亮煤与暗煤条带 3. 炭屑条带状纹理 4. 黄铁矿 5. 方解石脉

图7 炭屑条带状纹理伸入硅质煤核中(七里山煤矿)

Fig. 7 The carbonaceous banded stratification entered into the siliceous coal ball

表2 硅质煤核化学成分<sup>1</sup>

Table 2 Statistical table of the chemical constituent of siliceous coal balls in the Fengjiangxi coal field

名称	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	烧失量	产地
小型硅质煤核	84.74	0.42	1.75	0.13	0.30	0.07	0.03	0	0.04	0.05	0.58	11.55	七里山
小型硅质煤核	88.08	0.38	1.33	0	1.00	0	0.01	0.04	0.02	0.02	0.31	9.21	东风
中型硅质煤核	83.24	0.43	1.33	0.11	0.46	0.07	0.02	0	0.04	0.01	0.50	13.53	七里山
平均	85.35	0.41	1.47	0.08	0.59	0.05	0.02	0.01	0.03	0.03	0.46	11.40	
大陆地壳中平均 丰度 <sup>2)</sup>	63.1	15.2	6.0	0.8	4.1	3.1		3.0	3.4				

1) 江西煤田地质研究所分析(1981)

2) 维诺格拉多夫(1962)

射状排列的球粒结构。炭化植物碎屑呈条带状、不规则状，黑色，其内多具木质细胞组织结构。硅质（石英、玉髓）及少量黄铁矿，菱铁矿等充填木质细胞胞腔，并强烈选择交代炭化植物组织，同时重结晶作用使其晶体增大，其内常包有微量炭化植物残片，形成典型的交代结构及交代植物残余结构。

#### 四、煤核中的植物化石

每一硅质煤核都包含有植物的根、茎和其他部分的残体。由于硅质胶体对炭化植物起防腐作用，而炭化植物又促进了硅质胶体的沉积，因此这些残体以硅酸盐矿物方式得以保存。镜下观察，植物体表面的细胞常炭化，但仍可看到一些植物的根、茎和叶等器官的解剖结构。据李中明的初步研究，煤核中保存最多的可能是某些蕨类植物的根，在一些二元型的根的横切面上可清楚地分出木质部和周围的皮层（图版 I，1、2），并可见到原生木质部管胞的纵切面上可以见到管胞壁上梯纹加厚（图版 I，3、4、5）。这些情况表明，此结核是一种较少见的含有蕨类等植物化石的成岩硅质煤核，但由于变质程度较深，对其中所含植物化石的研究工作有待深入。

#### 五、煤核成因及其环境的探讨

根据上文关于煤核的产状、矿物成分、内部结构构造等特征，表明它是成岩硅质煤核。大多数沉积学者认为，成岩结核是由分布在沉积物中的矿化溶液形成的。枫江溪矿区的硅质煤核也是由类似含丰富的氧化硅和有机质为特征的胶体溶液所形成。从该区各煤层灰成分分析获知，没有硅质煤核的 1、2、3 煤层灰分中的  $\text{SiO}_2$  含量相对较低，一般为 43.92—47.30%，而 4 煤层却高达 56.87%，对形成硅质煤核提供了有利条件。

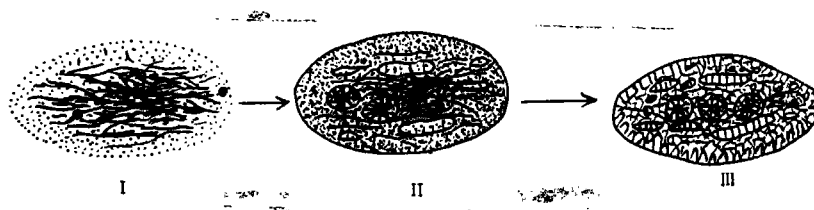
根据煤核内部矿物的成生关系、结构、构造特点分析煤核生成演变大体经历了三个阶段。当该区煤盆第 4 泥炭层开始沉降并被新的沉积物完全覆盖以后，泥炭层进入一个新的时期——成岩作用早期，即为煤核生成演变的第一阶段。在这一阶段里，沉积在含水和比较松散的泥炭层中的  $\text{SiO}_2$  胶体、腐植质半凝胶的混合凝胶体，由于在泥炭化作用阶段，泥炭和沉积的软泥介质的物理化学环境的不均一性和胶体结晶力的影响，使部物质重新分配。因混合凝胶体是负胶体，本身带有电荷，并且有一定表面张力，因此它具有一定的凝聚力，它将附近其它呈分散状态的微小的混合凝胶体凝聚在一起，从而增大了它本身的体积，直到变成体积最稳定、体形表面积最小的球状体为止<sup>1)</sup>，煤核的雏形便形成了。在此阶段生成的主要矿物为第一期胶状蛋白石，隐晶质玉髓和微弱炭化的植物碎屑。主要结构为植物胶状结构和植物隐晶质结构。同时煤核也吸附了煤层中少量的 Zr、B、Cu、Ni、Co 等微量元素，并使其染色。

由于上覆沉积物不断增加，泥炭层逐渐进入成岩中期即泥炭被改造成褐煤过程的中期，即煤核生成演变的第二阶段。这时地温、地压逐渐增加，泥炭中的水分逐渐减少，混合胶体中密度大的硅质包裹了植物，并通过裂隙、植物组织孔隙渗透、充填到植物组

1) 邱明, 1979, 某些含煤建造中球菱铁矿的初步研究 全国首届沉积学和有机地球化学学术会议论文之一

织的胞腔中,使之形成一个更加均匀和混杂的混合物,接着胶体状煤核受压变形(压扁),脱水变硬,并产生次生裂隙,进而使胶体非晶质蛋白石重结晶变成隐晶质玉髓。当含煤沉积继续沉降到较深处受到不断增高的温度和压力的影响,隐晶质玉髓发生强烈重结晶,逐渐变成纤维状玉髓,微晶、细晶长柱状石英,组成微晶镶嵌变晶结构、半自形、自形柱状变晶结构及变放射球粒结构。由于玉髓、石英及少量黄铁矿强烈交代植物组织,因而不少自生石英晶体中包含有少许植物残体,形成了煤核的交代植物碎屑结构和残余植物碎屑结构,这样,完整的硅质煤核便形成了。

随着煤化作用的继续进行,进入泥炭被改造成褐煤的晚期,即成岩晚期,煤核遭受了进一步的改造,为煤核生成演变的第三阶段。主要表现在炭化、重结晶、交代作用极为强烈,成岩裂隙的产生和第三期石英、方解石细脉的形成,部分长柱状石英垂直层理方向密集排列形成梳状构造,同时各期硅质进一步强烈重结晶,残余的植物组织全遭破坏,致炭质不断减少,石英不断增加,煤核的密度、均一性进一步增大。交代结构逐渐变成粒径较粗的镶嵌变晶结构。第三阶段的主要自生矿物为石英、炭屑、少量黄铁矿、方解石等(图8)。



I 成岩早期的胶凝阶段 II 成岩中期的成核阶段 III 成岩晚期的核变阶段

图8 硅质煤核的生成演变示意图

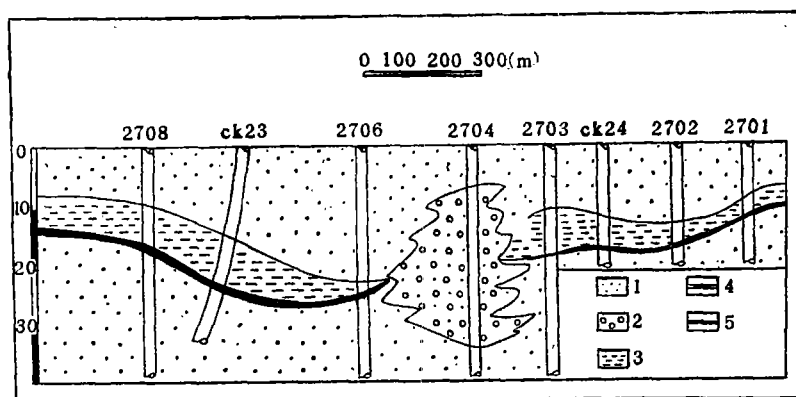
Fig. 8 The schematic diagram on the origin and evolution of the siliceous coal ball

关于硅质结核中 $\text{SiO}_2$ 的来源,国内外沉积学家有不同的看法。但大多数沉积学家普遍认为海水中的 $\text{SiO}_2$ 含量极低,即使海水注入泥炭沼泽,也不足以形成硅质结核。本区4煤层中硅质煤核造核物质的来源,我们认为与 $\text{SiO}_2$ 含量高的古河道泛入泥炭沼泽有关。直接由顶板粉砂岩或底板砂质泥岩渗入,似不可能。这是因为顶底板岩石的富水性和渗透性均差,且顶板粉砂岩中只有菱铁矿结核,没有硅质结核,而底板砂质泥岩中根本没有结核。这里产煤核的煤层沉积以后,紧接着就是湖水侵入,并沉积了以含完整的大羽羊齿植物化石为特征的陆相粉砂岩。由于当时的泥炭沼泽滨临海湾,故在泥炭沉积的时候,也可能遭到海水的侵入。但该区各煤层的化学分析表明,1、2、3煤层的含硫量( $S_0$ )为1.78—2.92%,煤灰成分 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3$ 为22.14—42.50%,似有海水泛入泥炭沼泽之可能,而它们并不产硅质煤核。产煤核的4煤层的含硫量仅为0.69%,煤灰成分 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3$ 为7.28%,与内陆泥炭沼泽煤层的含硫量近似,又无海水泛入泥炭沼泽的可能。从煤层的灰成分指数 $\left(\frac{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}\right)$ 来看,4煤层为0.17,1、2、3煤层为0.39—0.66,同时硅质煤核中的微量元素B含量仅50ppm,也证明上述论断是



正确的。从研究 4 煤的沉积环境也可得到同样的结论。

据枫江溪矿区勘探钻孔的岩相分析表明，产煤核煤层沉积前，本区处于滨海海湾三角洲地带，在矿区中部（向斜轴部附近）有条古河道由南而北，至矿区北部向北东和北西方向分叉流出。这条古河道的延续时间几乎是 4 煤底板砂岩至 3 煤底板砂岩沉积的全过程。产煤核的 4 煤层的泥炭沼泽就形成在这条古河道两侧适于植物生长的有利部位。离古河道越近，煤层厚度由 1 米左右减薄，终致缺失；煤层结构由简单到复杂，最后分叉尖灭；煤层灰分由低于 10% 逐渐增到 40% 以上。这就充分说明，煤层聚积时，这条古河道对煤层冲刷剥蚀的影响。煤层沉积后，地壳下沉，泥炭沼泽被水淹没，沉积了滨海湖泊相粉砂岩。然而，当时水下河道依然存在，在河道内继续沉积着大量含巨大泥质包体的砂岩（图 9）。在该区周围的其他矿区与产煤核层位相同的、未发现古河道的煤层中，迄今为止尚未发现有类似的硅质煤核。区内大量开采实际资料表明，距古河床越近，煤核越多，距古河床越远，煤核减少以至消失。显然，煤核的成因与古河道有关。



1.三角洲相 2.河床相 3.湖泊相 4.复水沼泽相 5.泥炭沼泽相

图 9 27 线岩相剖面产煤核的煤层（4 煤）沉积时古河道通过泥炭沼泽的中部

Fig. 9 During the coal ball of No. 27 Line lithofacies section deposited, the ancient river course through the centre part of peat swamp

对河水和海水中  $\text{SiO}_2$  含量进行的研究表明，河水所含的  $\text{SiO}_2$  可高于海水中的几倍至数十倍。至于河水中  $\text{SiO}_2$  的来源，克勒等（Keller, W、D 等 1963）认为侵蚀过程中的溶蚀作用不是造成溶液中  $\text{SiO}_2$  的主要因素。除火山作用外，成壤作用也是造成硅胶的重要因素，它的重要性甚至超过火山作用。笔者推测本区含煤核煤层沉积时，泥炭沼泽中的古河道穿过煤层，当这些岩石风化成土壤时，从土壤中游离出大量的  $\text{SiO}_2$  进入古河水，并随古河水泛入古河道两侧的泥炭沼泽中，并停留在泥炭层上部。中部与上部之间有一层水云母泥岩起了阻挡作用，硅质胶体溶液无法进入泥炭层中下部。由于细菌的分解作用，使泥炭沼泽 pH 值增高。当泥炭沼泽  $\text{pH} > 8$  时， $\text{SiO}_2$  的溶解度急剧增大，当  $\text{pH} = 11$  时， $\text{SiO}_2$  的溶解度可达极高数值（5000 ppm）。当泥炭沼泽开始掩埋的时候，泥炭中水量减少和 pH 值减小，泥炭沼泽中过饱和的  $\text{SiO}_2$  胶体溶液就在水体与腐

植质半凝胶结合在一起形成较均匀的混合胶体。这就为大量硅质煤核的形成奠定了物质基础。

枫江溪矿区上二叠统龙潭组上段 4 煤层中普遍发育的硅质煤核形成于地台阶段, 受到地洼阶段各期构造的改造, 它在横向上的稳定性, 纵向上的特殊性, 不仅可以作为地层对比和煤层对比的标志, 而且对其进行详细的观察、描述、研究其成因, 为探索成煤环境及其演变过程, 提供了重要依据, 也是从不同角度探讨成煤期古地理的一个很好的辅助手段。

在野外工作期间, 我们得到了九公桥、七里山煤矿吴文波、黄拥军同志的协助, 在修改稿件过程中, 先后承中国矿业学院张鹏飞教授、湖南省煤田地质勘探公司第三地质队张宗廉总工程师和中国科学院长沙大地构造研究所彭格林工程师提出宝贵意见, 特致谢忱。

(收稿日期1983年5月17日)

### 参 考 文 献

- [1] 刘宝珺, 1980, 沉积岩石学, P. 229—234, 地质出版社。
- [2] 何起祥, 1978, 沉积岩和沉积矿床, P. 185—194, 地质出版社。
- [3] 田宝霖, 1980, 中国矿业学院学报, 第2期 P. 1—10
- [4] 南京大学地质系, 1979, 地球化学(修订本), P. 357—358 科学出版社。
- [5] 杨起、韩德馨, 1979, 中国煤田地质学(上册) P17—19, 煤炭工业出版社。
- [6] 童玉明、周祖勋, 1980, 地质评论, 第26卷第6期, P. 529—532, 地质出版社。
- [7] F. J 佩蒂庄 P. E. 波特, R. 西弗 1977, 砂和砂岩(中译本) P. 321—324, 科学出版社。
- [8] F. J 佩蒂庄, 1981, 沉积岩 P. 507—509, 石油工业出版社。
- [9] 戴东林, 1965, 沉积岩石学 P. 190—191, 中国工业出版社。
- [10] 苏联科学地质研究所, 苏联地质保矿部全苏地质研究所, 1963, 沉积岩研究法 P. 103—107, 中国工业出版社。
- [11] Kerr P. F. 1977, Optical mineralogy (fourth edition) p153.
- [12] Сидоренков, А.И. Высоцкий, В. Н. 1977, Конкреционный анализ-метод палеотектонических реконструкций «Советская геология» NO.8 С.21-31.
- [13] Иванов, Г. А. Иванов, Н. В. 1975, Методы Формационного анализа угленосных толщ, Москва «Недра» С. 74-87.
- [14] Иванов, Г. А. 1967. угленосные Формации С. 36.

# AN APPROACH ON THE GENESIS AND THE ENVIRONMENT OF THE SILICEOUS COAL BALL IN THE COAL SEAM OF FENGJIANGXI COAL FIELD

Qiu Ming

(Institute of Coal Geology, Jiangxi Province)

Tong Yuming

(Changsha Institute of Geotectonics, Academia Sinica)

Yao Nianming

(The Third Survey of Coal Geological Exploration Corporation,  
Hunan Province)

(Li Zhongming)

(Beijing Museum of Nature)

## Abstract

There is a great deal of siliceous coal balls containing fossil such as Pteridophyta in the coal seam of the Upper Permian Lungtan upper series in Fengjiangxi Coal Field of Shaoyang, Hunan Province. These coal balls with the shape of lens or ellipsoid occur in the upper part of the fourth coal seam. In the section there are several layers, and in the plane they are distributed continuously or discontinuously and distinguished clearly from the wall rocks. Authigenic quartz and calcedony are the main coal balls-making substances, and carbonaceous fragmental phytolite comes second.  $\text{SiO}_2$  content of the coal balls is 85.35%, with 11.4% of burning loss. And the coal balls also contain trace elements, such as Zr, B, Ni, Co, Cu etc..

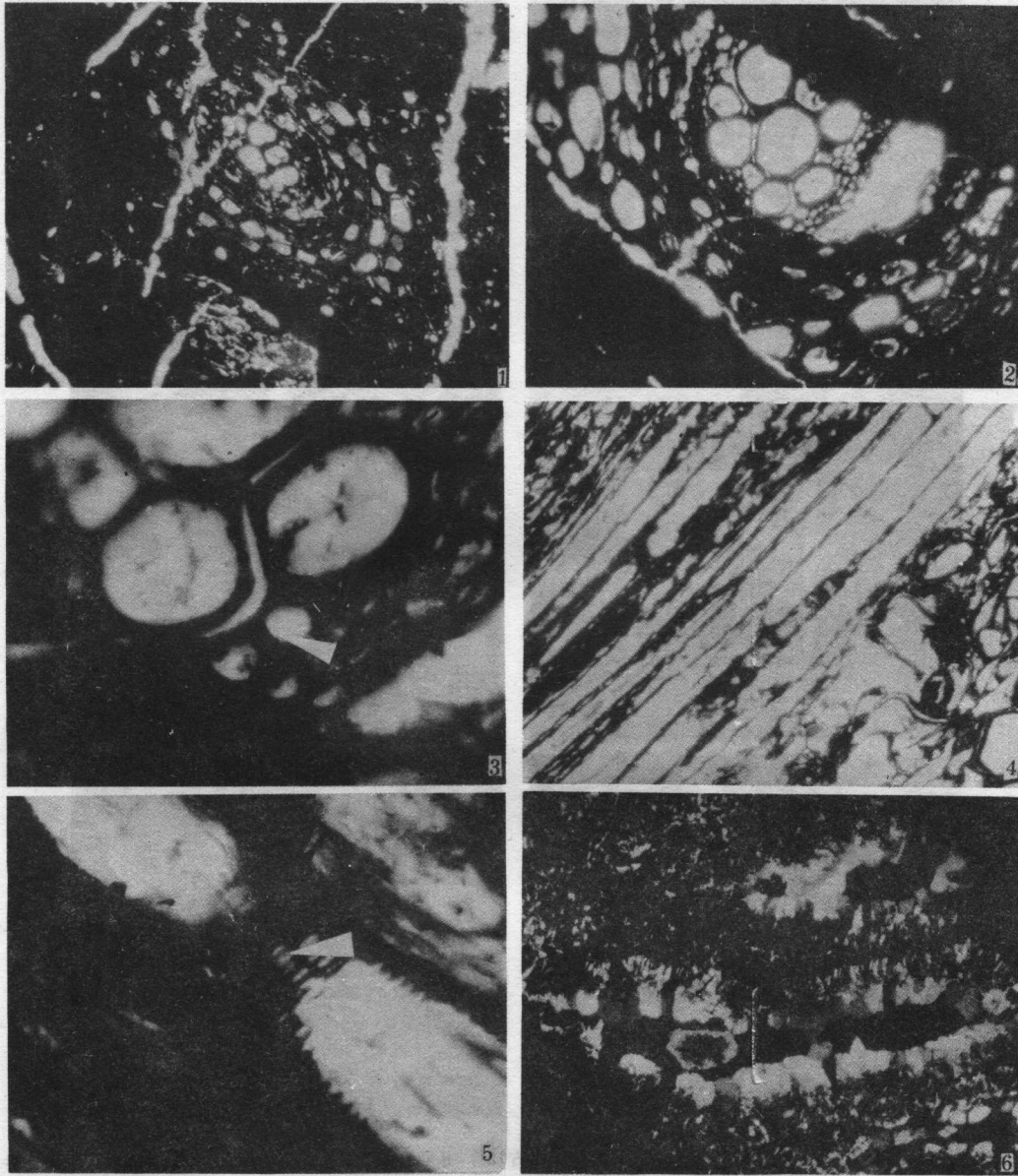
This coal ball was formed in the diagenetic process. It was related to the pouring of  $\text{SiO}_2$ -rich old river water into the peat bog during the end of the fourth coal seam deposition. In the early period of the diagenetic process, pH of the peat bog decreased, the colloidal solution of  $\text{SiO}_2$  in association with humus hemigel formed better homogeneous embryonic concretion of colloform. After a series of diagenetic changes, the coal balls were formed. The evolution of its formation has three stages:

1. Gel stage in the early period of the diagenetic process.
2. Coal ball-making stage in the middle period of the diagenetic process.

3. Stage of coal ball change in its form, nature and quality in the late period of the diagenetic process.

This kind of coal ball was formed in the platform stage, and underwent the formation of all the structures in Diwa (geodepression).

The siliceous coal ball is a fine symbol of the coal seam correlation and an important basis for discussing the environment of the incoation. It assumes both practical and theoretical significance in the geological exploration of coal field and the development of coal mine.



1. 蕨类植物根的横切面, 可见中间的木质部和周围的皮层  $\times 32$  2. 蕨类植物根的横切面, 可见木质部和周围的皮层  $\times 80$  3. 蕨类植物根的横切面 I, 2 箭头所示部分的放大, 可见原生木质部管胞 (箭头所示)  $\times 320$  4. 蕨类植物的纵切面, 可见大量很长的管胞  $\times 80$  5. 蕨类植物根的纵切面, 可见管胞上的梯纹加厚 (箭头所指)  $\times 320$  6. 柱状石英垂直层理方向平行密集排列成透镜状, 其内组成梳状构造 (中间黑色者为炭屑)。正交偏光  $\times 80$