

山西省中石炭世本溪早期(铁铝岩段) 岩相古地理与成矿规律之探讨

郭有录

(山西省地质科学研究所)

本溪早期地层(铁铝岩段)在山西省分布甚广,矿产资源丰富,不仅有铝土矿、粘土矿,而且还赋存有铁矿、黄铁矿等,是本省的重要含矿层位之一。

近年来,笔者参加了山西省石炭纪岩相古地理编图工作,对本溪早期岩相古地理特征及各类矿产成矿规律有些粗浅认识,借此与同行们共同探讨。

一、地层概况

本溪早期地层自下而上由铁质岩、铝质岩和泥质岩三种基本岩石类型所组成。由于受下伏碳酸盐岩古风化壳的制约,岩层厚度变化较大(图 1),基底地形低凹处厚度大,凸起处变薄以至尖灭,一般为 8.0—15.0m,最厚达 34.83m,总趋势是中北部及东部较厚,西南部较薄。

二、沉积相标志

铁铝岩段沉积相标志从岩石结构及沉积构造、生物组合特征及岩石地球化学特征三方面研究:

(一)岩石结构及沉积构造

1. 块状层理:肉眼观察不到内部构造的均匀沉积,常见于铁质岩、铝质岩层中。是平静水体中单一物质垂向加积或粗碎屑未经分选快速堆积的结果,发育于水动力条件较弱的泻湖主体中心相、边缘相以及沼泽相泥岩中。

2. 水平层理:层理厚度一般 0.2—1mm,呈直线形相互平行的层理,连续或断续状,常见于铝土页岩与软质粘土岩中。是在极微弱的水动力条件下,细碎屑物质缓慢垂向加积所形成。

3. 潮汐层理:为潮间环境所特有,按其形态的不同,进一步可分为脉状层理、透镜状层理和波状层理,它们是由于潮汐沙纹的移动与平潮期泥质质点的沉降所造成。

4. 层面构造:在铝土岩与铁铝岩接触面上常见到有冲刷现象,反应水动力条件较强,系潮渠冲蚀的产物。

5. 变形构造:重荷膜一般认为由于超负荷或差异负载作用使上覆的砂质沉积物陷到下伏的富水泥质沉积物内而成。在昔阳河东粗糙状铝土矿与铝土岩接触面上见到此种现象,为

泻湖潮下带泥坪产物。

铁铝岩段铝土矿中主要有以下四种结构：

1. 粗糙状结构：岩(矿)石实际上属于碎屑结构，矿石近于等粒状，细小柱状，一水硬铝石晶体聚集成团块，单晶一般 $1-5\mu\text{m}$ ，大者达 $10\mu\text{m}$ 左右。其矿物成分90%左右为一水硬铝石，少量高岭石。

2. 豆鲕状结构：位于矿层上部，连续性差，鲕粒往往和碎屑相间分布，单一的鲕状结构少见。鲕粒直径在 $0.3-1.0\text{mm}$ ，呈浑圆状或椭圆状，长轴微具定向排列。鲕粒结构较简单，鲕环1—5个，核心多为高岭石或铝土矿之内碎屑。

3. 碎屑状结构：碎屑形态大小不一，呈次滚圆状至次棱角状，少数呈棱角状或圆状，碎屑粒度一般 $1-3\text{mm}$ ，大者达 10mm 以上。

4. 致密状结构：镜下观察呈泥晶结构，隐晶胶状结构，少量呈晶粒或蠕虫状构造，显微隐晶结构。在水动力条件相对静止的环境中形成。

(二)生物组合特征

除局部为种属单调的动物化石外，是我国北方最早出现陆生植物化石的地层。这些植物化石分属于五纲，即石松纲、楔叶纲、真蕨纲、种子蕨纲和科达纲(表1)。

在铁铝岩段中，作为形成煤层物质基础的化石原地埋藏者有 *Stigmaria* sp.，这种植物的根系纵横交织在一起，呈团块状(根土岩)，为闭流沼泽所特有，它的存在指示其上煤层主要为原地沼泽沉积。

科达属是生长在海岸或咸水(正常海水)条件下的一种似红树样的植物。它们存在于铁

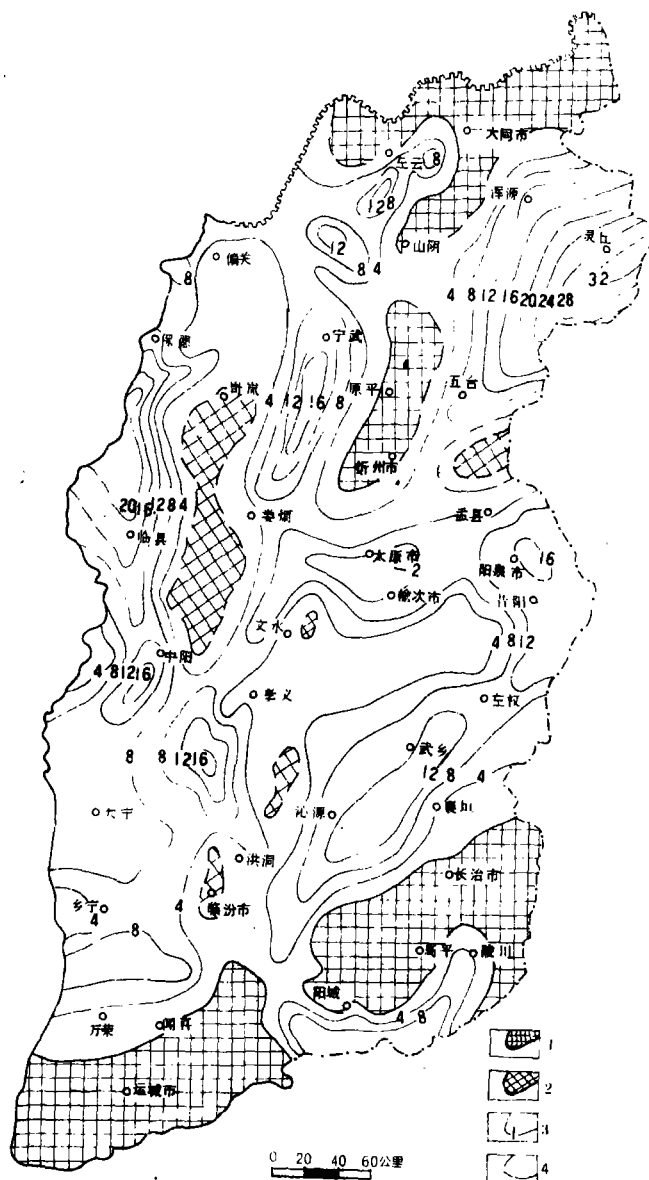


图1 山西省石炭系中统本溪组铁铝岩段等厚线图

1—古陆古岛；2—水下高地；3—地层等厚线；4—推测等厚线

Fig. 1 Isopachous map showing the strata of the Fe-Al-bearing rock members of the Middle Carboniferous Benxi Formation, Shanxi

1=oldland and islands; 2=submarine highland; 3=stratigraphic isopachous line; 4=inferred isopachous line

铝岩段中,说明该地层沉积时的介质为半咸水-淡水,气候温暖潮湿。

在太原西山钻孔的黄铁矿岩心中,经切片发现有波状叠层石和黑顶藻属化石,叠层石结构清楚,高为 0.25—1mm,直径 1—2.5mm,按其形态大小,推算当时西山地区海水深度 3—7m。黑顶藻为褐藻类,产于浅海中。

表 1 本溪组铁铝岩段植物化石一览表

Table 1 Plant remains from the Fe-Al-bearing rock members of the Benxi Formation

化 石 名 称	兴 县 静 乐 五 台 区	离 石 太 原 阳 泉 区	乡 宁 霍 县 左 权 区	运 城 晋 城 长 治 区
<i>Stigmaria ficoides</i>			+	
<i>Lepidodendron acutangulum</i>		+	+	
<i>L. szeianum</i>	+		+	
<i>Sphenophyllum verticillatum</i>		+	+	
<i>Sphenophyllum</i> sp.	+			
<i>Calamites</i> sp.	+			
<i>Lauopteris bronquartii</i>	+			+
<i>Pecopteris unila</i>			+	
<i>Neuropteris gigantea</i>	+		+	
<i>Neuropteris Otozamioxides</i>				+
<i>Lauopteris neuropteroides</i>				+
<i>Cordaites</i>		+		
<i>Cordaites Principalis Gein</i>		+		
<i>Cardiocarpus Cordai</i>		+		

铁铝岩段中动物化石非常稀少,仅在几个点上有所发现,且均产于铁铝岩段上部,在交口县贾家沟铁铝岩段上部煤层所夹碳酸盐结核层中,见到有孔虫、蠕(Ornaminella sp.)、单体珊瑚和牙形刺(Hideodella sp.)、腹足类以及双壳、腕足碎片。在中阳县铁铝岩顶部的页岩中,见到珊瑚幼体。在保德县腰庄铝土矿之上黑色泥岩中发现舌形贝化石。在太原西山煤田七里沟剖面浅灰色铝土岩之下的山西式铁矿层中,采到有孔虫。

腕足类主要生活在浅海和陆棚区,其中舌形贝所代表的无铰纲大都生活在潮汐带和水深小于 30m 的滨海区,特别是对含泥质较多的沉积物更为喜爱。以上情况表明,本溪早期地层动物化石比较单调,以植物化石为主,反映淡化泻湖与沼泽相特征。

(三)地球化学特征

1. 微量元素:在沉积作用过程中,存在着沉积物与介质之间的离子交换和对某些元素进行吸收等现象。这些作用除与元素本身的性质有关外,还受介质物理化学条件的影响,因此不同环境中,元素分散与聚集的规律也不相同。目前国内外一般利用泥质岩中某些微量元素含量及元素对比值作为判别沉积环境的标志。铁铝岩段岩层中微量元素光谱及化学分析结果见表 2、3、4。

(1) 硼(B):硼被认为是良好的指相元素,如美国宾夕法尼亚州西部石炭系爱勒亥尼群地层中沉积环境为淡水-半咸水-海水,其元素硼的含量分别为 44—92—115ppm。而在现代淡水湖底沉积物中,硼含量小于 45ppm,现代海底沉积物中硼含量一般大于 100ppm。铁铝岩段顶部灰黑色泥岩、致密块状铝土矿中硼含量一般小于 100ppm,属半咸水环境。由碎屑状铝土矿向下硼含量逐渐升高,普遍大于 100ppm,在铁铝岩之下的粘土岩中,硼含量高达 699.3 ppm,反映铁铝岩下部属正常海沉积,而靠近上部海水逐渐淡化,为半咸水沉积。在顶部地层中硼含量由北向南逐渐降低,反映北部地区古地形较低,常受海水的侵泛,而南部地区古地

形则相对较高,海水对其影响不及北部地区。

表2 山西省北部(38°20'—40°40')本溪组铁铝岩段岩矿石微量元素分析结果表

Table 2 Trace element analyses of the rocks and ores from the Fe-Al-bearing rock members of the Benxi Formation, northern Shanxi(38°20'—40°40')

层位	采样部位	样品数	含量 (ppm)				元素对比值		备注
			B	Ga	Sr	Ba	B/Ga	Sr/Ba	
C _{2b} ¹	泥质岩	黑色泥岩	1	140.0	48.0	350.0		2.92	据保德、地条系、 平朔5面采样。 统一地质所、 山西矿产中心 分析
	铝质岩	致密状铝土矿	2	140.0	43.0	110.5		3.26	
		碎屑状鲕状铝土岩及铝土矿	19	188.8	51.1	215.0	120.0	3.69	
		铝土矿夹层粘土岩	2	185.0	67.0	545.0		2.76	
		粗糙状铝土矿	3	345.3	105.3	513.3		3.28	
		铁质铝土岩	2	385.0	66.0	526.0		5.83	
	铁质岩	铁铝岩	4	518.0	37.0	579.0	139.0	14.00	
		铁矿	3	515.0	43.0	553.0	87.0	11.98	
		铁矿之下粘土岩	3	656.0	39.0	380.0	183.0	16.82	

表3 山西省中部(38°20'—38°20')本溪组铁铝岩段岩矿石微量元素分析结果表

Table 3 Trace element analyses of the rocks and ores from the Fe-Al-bearing rock members of the Benxi Formation, central Shanxi (38°20'—38°20')

层位	采样部位	样品数	含量 (ppm)				元素对比值		备注
			B	Ga	Sr	Ba	B/Ga	Sr/Ba	
C _{2b} ¹	泥质岩	灰黑色泥岩	4	52.3	25.1	80.0	377.3	2.08	据孟县、东文义沁条系、 太原、孝林、11面采样。 统一地质所、 山西矿产中心 分析。
	铝质岩	灰色粘土岩	6	74.8	44.3	103.2	135.0	1.69	
		致密状铝土矿	9	73.8	35.0	82.7	107.0	2.10	
		碎屑状鲕状铝土矿	16	162.6	68.5	453.9	368.6	2.37	
		铝土矿夹层粘土岩	5	110.1	34.4	115.8	124.7	3.20	
		粗糙状铝土矿	4	433.0	55.4	272.4	173.1	7.82	
		含铁质粘土岩	2	128.8	48.8	275.0	194.5	2.64	
	铁质岩	铁铝岩	3	223.7	48.4	638.0	464.5	4.62	
		铁铝岩之下粘土岩	4	699.3	35.3	426.1	255.9	19.81	
		铁矿层	6	238.2	23.3	172.6	325.5	10.22	

表4 山西省南部(34°20'—36°20')本溪组铁铝岩段岩矿石微量元素分析结果表

Table 4 Trace element analyses of the rocks and ores from the Fe-Al-bearing rock members of the Benxi Formation, southern Shanxi (34°20'—36°20')

层位	采样部位	样品数	含量 (ppm)				元素对比值		备注
			B	Ga	Sr	Ba	B/Ga	Sr/Ba	
C _{2b} ¹	泥质岩	黑色泥岩	1	83.2	53.7	0.0	251.0	1.54	据台头、陵川3面采样。 统一地质所、 山西矿产中心 分析
	铝质岩	致密状铝土矿	1	89.0	38.9	0.0	229.0	2.29	
		碎屑状鲕状铝土岩	2	301.0	54.1	126.5	291.0	5.56	
		铝土矿夹层粘土岩	1	347.0	69.2	95.5	282.0	5.01	
		含铁质铝土岩	1	200.0	32.4	229.0	251.0	6.17	
	铁质岩	铁铝岩	2	298.5	29.6	184.5	256.5	10.08	

(2) 镓(Ga): 古代海洋泥岩中镓含量为 25ppm, 陆相泥岩中镓含量为 16ppm, 铁铝岩段各层中镓含量普遍大于 25ppm, 反映海相特征。

(3) 锶(Sr): 海相泥岩中锶含量 7000—8000ppm, 陆相泥岩中锶含量 250—260ppm。铁铝岩段顶部地层中锶含量普遍小于 250ppm, 反映为陆相, 而在中下部地层中, 锶含量普遍在

250ppm 以上,反映由海相向陆相的过渡。

(4)元素对比值:

B/Ga:海相沉积物中 B/Ga 比值大于 4.5—5,而陆相沉积物 B/Ga 比值一般为 2—3,铁铝岩段顶部地层中 B/Ga 比值一般为 2—3,反映为陆相沉积物;而在下部地层中,B/Ga 比值一般在 3.28—7.82;在底部铁质岩中 B/Ga 比值普遍大于 4.5,为海相沉积物。

Sr/Ba:目前国内外资料一般认为 Sr/Ba 比值大于 1 属于海相沉积,小于 1 为陆相沉积。铁铝岩段顶部 Sr/Ba 比值普遍小于 1,为陆相沉积,中下部普遍大于 1,为海相沉积。在铁铝岩段中下部地层中,Sr/Ba 比值在全省由北向南有规律变化,在北部与中部地区,Sr/Ba 比值普遍大于 1,而在南部地区,Sr/Ba 比值普遍小于 1,反映北部地区受海水侵泛较南部强。

2. 稳定同位素:硫同位素的含量亦可作为古环境判别标志,黄铁矿硫同位素测定结果见表 5。

表 5 硫同位素分析结果表^①

Table 5 Analytical results of sulphur isotopes

编号	采 集 地 点	测试矿物	时 代 及 层 位	S^{32}/S^{34}	$\delta^{34}S\%$	$\delta^{34}S\%$ 平均值
1	孝义西河底 Zk1741	黄铁矿	本溪组铁铝岩段底部		+29.2	+33.10
2	孝义西河底 Zk603	黄铁矿	本溪组铁铝岩段底部	21.427	+37.00	
3	汾西县北沙堰矿坑	黄铁矿	本溪组铁铝岩段底部	21.754	+21.429	
4	交口县贾家沟矿坑	黄铁矿	本溪组铁铝岩段底部	21.711	+23.426	+22.862
5	交口县贾家沟矿坑	黄铁矿	本溪组铁铝岩段底部	21.705	+23.732	
6	太原西山铭矿 Zk667	黄铁矿	本溪组铁铝岩段黄铁矿层	21.85	+16.83	+16.83
7	平定谷头	黄铁矿	本溪组铁铝岩段黄铁矿层		+29.5	+25.476
8	阳泉渗水沟	黄铁矿	本溪组铁铝岩段黄铁矿层	21.661	+25.822	
9	阳泉甘河	黄铁矿	本溪组铁铝岩段黄铁矿层	21.843	+17.257	
10	阳泉山底	黄铁矿	本溪组铁铝岩段黄铁矿层	21.587	+29.326	

总的看来, S^{32}/S^{34} 比值均小于 22.18,与海水硫酸盐硫相近。 $\delta^{34}S$ 值随采样地点不同虽然有些变化,但变化范围主要在 16.83—21.5 之间,与海水硫同位素接近,是海相沉积的产物。

三、沉积相及古地理环境

本溪早期全省共可分为 12 大泻湖区与 5 大沼泽区(表 6,图 2)

表 6 山西省中石炭世本溪早期泻湖一览表

Table 6 Distribution of the lagoons in Shanxi during the early Benxian of Middle Carboniferous times

编号	名 称	形 态	展布方向	长(km)	宽(km)	泻湖相区分布
1	怀仁西部泻湖	椭圆形	近东西	28	20	湖滩相
2	河曲泻湖	椭圆形	北东东	20	10	中心相 湖滩相
3	保德泻湖	不规则椭圆形	近南北	60	7—30	边缘相 湖滩相
4	朔县-宁武泻湖	长条形	近南北	80	25—98	中心相 湖滩相
5	柳林泻湖	不规则椭圆形	近东西	60	35	边缘相 湖滩相
6	交城泻湖	不规则状		30—50	30—35	湖滩相

① 柴东浩、甄秉钱,1987,晋豫(西)晚石炭世本溪期铝土矿及其共生矿产的沉积分布规律。煤田地质与勘探,第 3 期。

(续表 6)

编号	名称	形态	展布方向	长(km)	宽(km)	泻湖相区分布
7	太原-阳泉泻湖	不规则状		45—120	20—105	中心相边缘相湖滩相
8	孝义西部泻湖	不规则长方形	近南北	80—105	55	中心相边缘相湖滩相
9	沁源泻湖	长条形	近南北	115	20—40	中心相边缘相湖滩相
10	襄垣泻湖	不规则椭圆形	北东向	125	30—50	中心相 湖滩相
11	乡宁泻湖	不规则长条形	北东向	62	15—25	边缘相 湖滩相
12	阳城-陵川泻湖	不规则长条形	近东西	90	20—50	边缘相 湖滩相

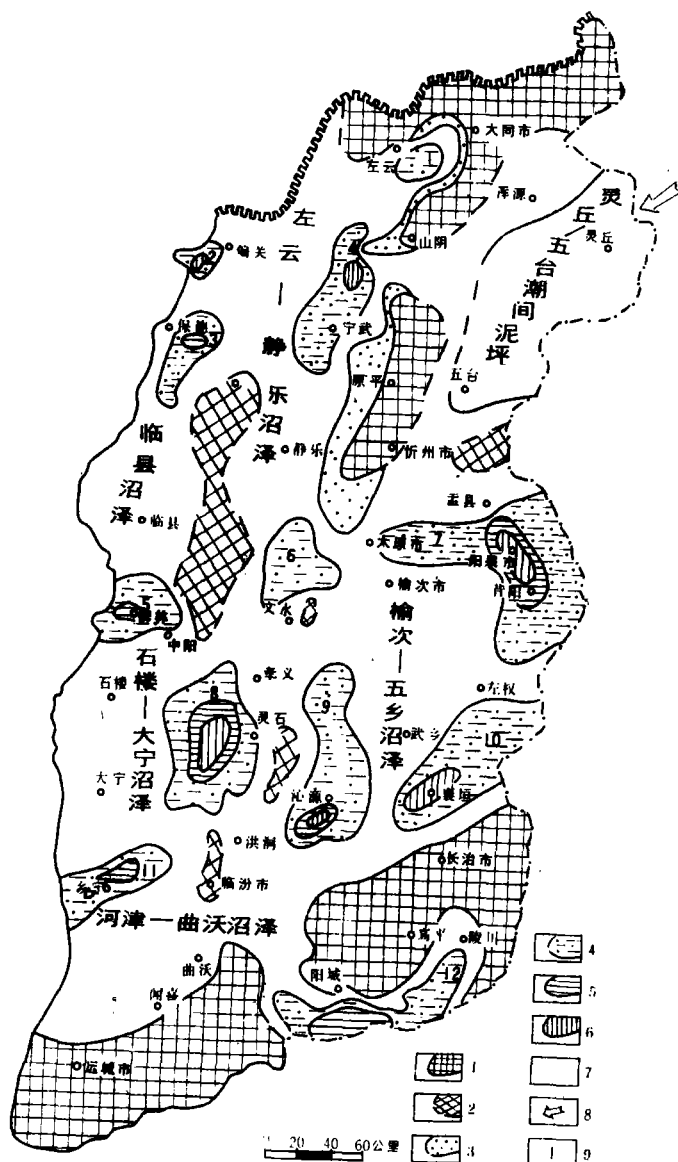


图 2 山西省中石炭世本溪早期岩相古地理图

1—古陆古岛; 2—水下高地;
3—冲积扇相; 4—淡化泻湖湖滩相; 5—淡化泻湖边缘相; 6—淡化泻湖中心相; 7—沼泽相;
8—海侵方向; 9—泻湖编号

Fig. 2 Sedimentary facies and palaeogeographic map of Shanxi during the early Benxian of Middle Carboniferous times

1 = oldland and islands; 2 = submarine highland; 3 = alluvial fan facies; 4 = desalted lagoon beach facies; 5 = desalted lagoon marginal facies; 6 = desalted lagoon central facies; 7 = swamp facies; 8 = transgression direction; 9 = lagoon number

铁铝岩段总体属于有障壁的潮坪泻湖体系,进一步可分出淡化泻湖相、沼泽相-泥炭沼泽相、靠近古陆古岛边缘地带出现冲积扇相。其中淡化泻湖相又可分为泻湖主体中心相区、泻湖主体边缘相区和泻湖滩相区。

(一) 泻湖主体中心相区

该相区在省内不甚发育,只有在较深或闭塞的泻湖中心区才会出现,主要分布于阳泉平定、交口双池、回龙一带,零星分布于朔县、柳林、沁源、襄垣、乡宁等地。在相当于铁矿层的层位上,沉积物主要为黄铁矿的泥质岩、铝质岩。黄铁矿呈星散状分布于泥质岩中,富集时聚集成团块状,矿物多为半自形,少数晶体完整,以立方体为主,兼有五角十二面体。根据区内所采黄铁矿硫同位素,认为其属海水硫酸盐,是在静水盆地中心或深水区,在封闭的条件下,硫酸盐和腐植酸在缺氧的环境中产生 H_2S ,造成酸性强还原条件,铁与硫结合的产物(见图 3)。

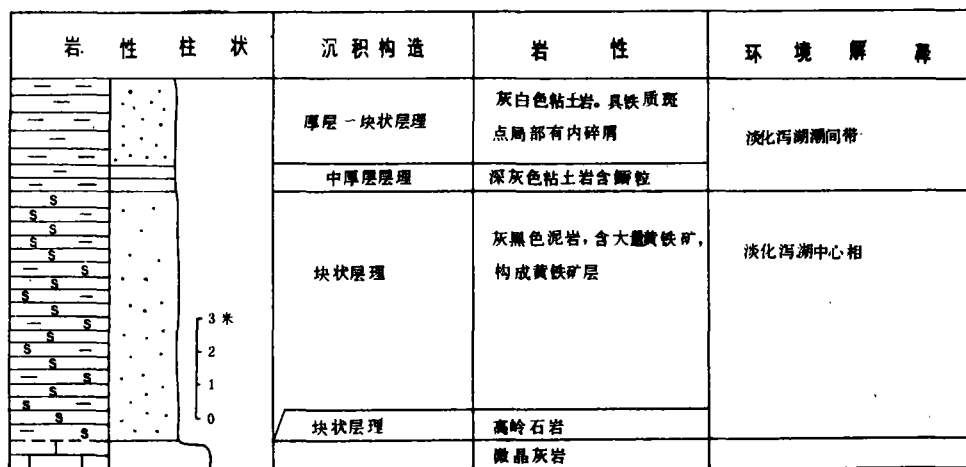


图 3 平定县谷头剖面石炭系中统本溪组铁铝岩段沉积构造及环境分析

Fig. 3 Sedimentary structures and their environmental interpretation for the Fe-Al-bearing rock members of the Middle Carboniferous Benxi Formation through the Gutou section, Pingding

(二) 泻湖主体边缘相区

较泻湖主体中心相区发育,主要分布于河曲、保德、朔县、宁武、阳泉、孝义西部、襄垣、阳城南部等地。在较深的泻湖中,分布于泻湖主体中心相周围,在较浅的泻湖中,单独出现,构成泻湖的核心。其岩性自奥陶系灰岩侵蚀面上依次为铁矿、铁铝岩、铁质粘土岩。多呈块状层理,局部为水平层理。是风化作用进行到最后阶段,聚集在风化壳中呈胶体状态或细碎屑物质的 Al、Si、Fe、Ti 等氧化物和氢氧化物。由于铁的溶解度小于铝, $Fe(OH)_3$ 易失电荷先沉淀,故在海水作用的早期偏酸性的环境中铁先于铝沉淀,形成铁矿(图 4)。

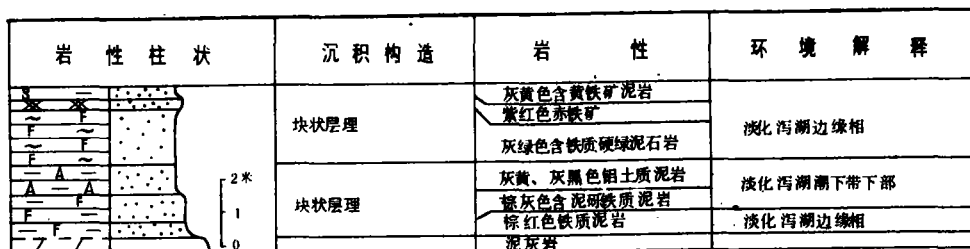


图 4 阳城石家庄剖面石炭系中统本溪组铁铝岩段沉积构造及环境分析

Fig. 4 Sedimentary structures and their environmental interpretation for the Fe-Al-bearing rock members of the Middle Carboniferous Benxi Formation through the Shijiazhuang section, Yangcheng

(三) 泻湖湖滩相区

可分为泻湖潮间带与潮下带两部分,岩性主要由粗糙状铝土矿、鲕状碎屑状铝土矿、铝土岩组成。普遍具鲕状、碎屑状结构,块状层理,局部可见透镜状层理。其中粗糙状铝土矿分布于潮下带下部,在电镜下可见到硬水铝石晶体棱角被磨蚀呈次圆状,说明铝土矿物质在沉积前经历过一定距离的搬运、水流分选和磨蚀。具鲕状、碎屑状结构的铝土矿、铝土岩形成于潮下带上部与潮间带。部分碎屑状铝土矿下部见冲刷面。湖滩相较边缘相分布更为广泛,由北向南各泻湖中均发育有湖滩相(图5)。

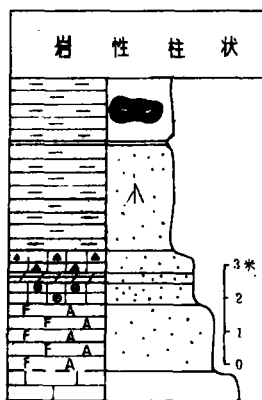
岩性柱状	沉积构造	岩性	环境解释
	透镜状层理	灰黑色泥岩	淡化泻湖潮间带
		煤	沼泽相
	块状层理 植物根、枯根茎化石	杂色泥岩	
	块状层理	灰白色碎屑状铝土矿	淡化泻湖湖滩相潮间带
	块状层理	半粗糙状铝土矿	淡化泻湖湖滩相潮下带
	块状层理	含铁质鲕状铝土矿	淡化泻湖湖滩相潮间带
	块状层理 透镜状层理	铁质铝土岩, 上部铝质含量高, 具鲕状结构	
		石灰岩	

图5 孟县东南关剖面石炭系中统本溪组铁铝岩段沉积构造及环境分析

Fig. 5 Sedimentary structures and their environmental interpretation for the Fe-Al-bearing rock members of the Middle Carboniferous Benxi Formation through the Dongnanguan section, Yuxian

(四) 沼泽—泥炭沼泽相

发育于铁铝岩段上部,分布范围很广,除当时的古岛、水下高地及泻湖外,几乎遍布全省。岩性组合为灰色泥岩、黑色泥岩、煤线、碳质页岩及菱铁矿结核层。有时相变为泥质粉砂岩、砂质泥岩组合。泥岩具水平层理,普遍含植物化石碎片,部分泥岩中含植物根茎化石。说明铁铝层沉积后,由淡化泻湖向沼泽演化,而沼泽水仍具半咸水特征。煤线厚度仅数厘米至数十厘米,且不稳定,表明以沼泽相为主,局部发育泥炭沼泽(图6)。

(五) 冲积扇相

该相区仅分布于大同古半岛南端与原平古岛西侧,岩性主要为砾岩、砂岩、粉砂岩,分布于奥陶系古侵蚀面上。

(六) 海侵方向

本溪期海侵以半沟段灰岩为标志,而铁铝岩段位于半沟段之下,根据现有资料,从铁铝岩段沉积旋回,岩石组合,古生物和微量元素特征分析,认为铁铝岩段形成的古地理环境与半沟段基本是一致的。根据半沟段灰岩层数与等厚图分析,其在东北部为五层灰岩,最大厚度达16m,由北向南西逐渐变薄,层数也相应减少,直至缺失,说明海水由灵丘东部侵入。而从铁铝岩段岩层等厚线图分析,在灵丘一带铁铝岩段岩层沉积较厚,岩相分析多属于潮间带,向南西逐渐变薄,岩相分析多属于沼泽相,故推测海水由北东侵入,逐渐向南西渗透,造成全区泻湖沼泽有规律的分布,其东北部以泻湖、潮间泥坪为主,而西南部则以沼泽相为主。特别是在西南乡宁北部地区,铁铝岩段顶部煤层较厚,最厚达0.9m,说明到此处铁铝岩段

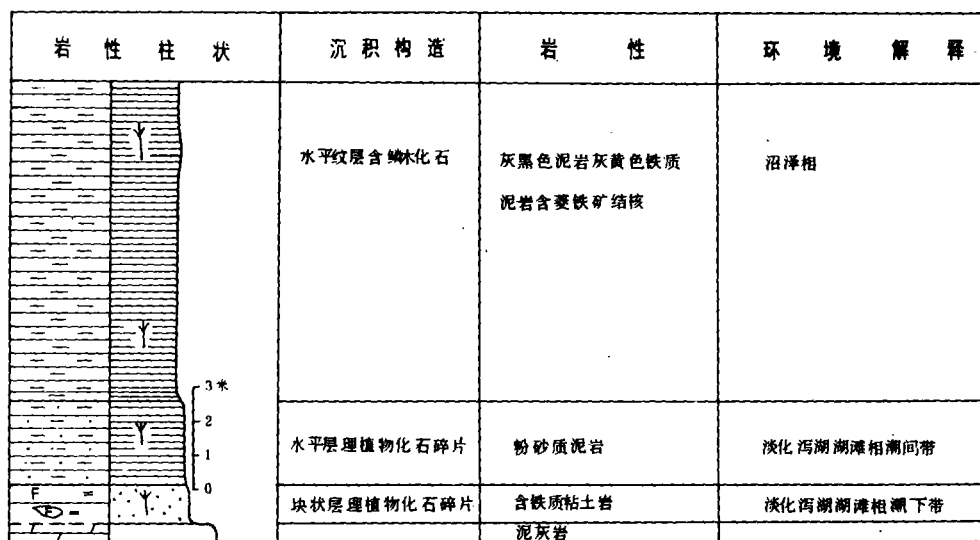


图6 宁武县余庄乡正沟剖面石炭系中统本溪组铁铝岩段沉积构造及环境分析

Fig. 6 Sedimentary structures and their environmental interpretation for the Fe-Al-bearing rock members of the Middle Carboniferous Benxi Formation through the Zhenggou section, Ningwu

已渐变为泥炭沼泽相。

四、沉积相与矿产的关系

根据古地理景观、岩石组合、古生物、微量元素、岩石结构及沉积构造等多种因素综合分析,认为铁铝岩段处于滨海平原环境,在大规模海侵前,曾受海泛影响,在海侵时,本区处于浅海环境,仅有古岛出露于海面,而在海退时,则形成了淡化泻湖与沼泽区,靠近剥蚀区,形成山前冲积扇。

泻湖主要分布于古岩溶凹地中,而黄铁矿、铁矿、铝土矿均产于泻湖中。黄铁矿形成于淡化泻湖主体中心相,是在水深相对较大或被隔绝闭塞的环境下形成。铁矿位于泻湖边缘相,它所处的环境已属于氧化环境;粗糙状铝土矿形成于泻湖潮下带下部,从电镜与X光衍射分析,其中一水铝石与高岭石晶体均有磨蚀现象,说明这些矿物曾受机械搬运;碎屑状、豆鲕状铝土矿产于泻湖湖滩相潮下带上部与潮间带;致密块状铝土矿属潮上带泥坪产物。铁铝岩段顶部常出现泥岩、煤线、碳质页岩,其中常夹有植物化石碎片与植物根茎化石,为沼泽相产物(图7)。

并不是所有的湖盆都具有富而大的铝土矿床,只有在沉积相发育完整的泻湖湖滩相中,才分布有大而富的铝土矿体。这是由于铝土质是以碎屑悬浮搬运为主,在深湖-湖心相的沉积环境,水盆地处于静水低能带,在酸性~还原的水介质中, Fe^{+3} 转变为 Fe^{+2} 形成黄铁矿,与此同时,微细的粘土质点呈悬浮体缓慢降落在深水湖心部位;相反较粗的质点,因机械沉积分异作用在浅水-湖滩地带便堆积下来。后经成岩作用,前者形成含黄铁矿粘土岩,后者即成为碎屑状、粗糙状铝土矿。如太原-阳泉,孝义西部等泻湖其不同的相带出现了不同的矿种。在仅有湖滩相分布的湖盆中,机械沉积分异作用很难进行的完整。如交城泻湖,铁铝岩段最

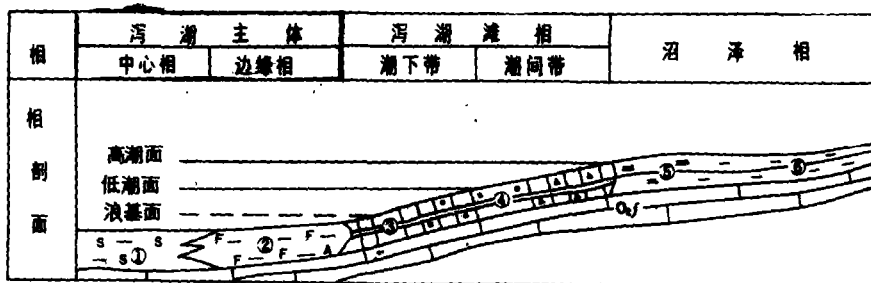


图7 石炭系中统本溪组铁铝岩段沉积相模式图

1—黄铁矿、含黄铁矿粘土岩；2—铁矿、铁铝岩；3—粗糙状铝土矿；4—碎屑状、豆鲕状铝土矿；5—致密块状铝土矿；6—灰黑色页岩、煤线

Fig. 7 A model for sedimentary facies in the Fe-Al-bearing rock members of the Middle Carboniferous Benxi Formation

①=pyrite and pyrite-bearing clayrocks; ②=iron ores and Fe-Al-bearing rocks; ③=rough bauxite ores; ④=clastic and oolitic bauxite ores; ⑤=compact massive bauxite ores; ⑥=dark grey shale and coal seams

厚达 14.99m, 平均厚 8.53m, 其中仅见个别铝土矿点, 而以铝土岩为主。根据太原西山黄铁矿层中所采叠层石推测, 当时水深仅 7m 左右。铝土质碎屑无法进行很好的机械沉积分异即沉淀, 故无法形成富而大的矿体, 而呈小而贫的矿体出现。

山西省中石炭世本溪早期总体为有障壁的潮坪泻湖体系, 是我省铝土矿、铁矿、黄铁矿主要成矿期之一。古泻湖区是寻找以上矿产的有利地区, 泻湖的不同相带对不同的矿产起着控制作用。

本文由山西省科研所常朝辉工程师审阅, 在此表示感谢。

参考文献

- [1] 刘宝珺, 1980, 沉积岩石学。地质出版社。
- [2] 刘宝珺、曾允孚, 1985, 岩相古地理基础和工作方法。地质出版社。
- [3] 煤炭部煤炭科学院地质勘探分院、山西省煤田地质勘探公司, 1987, 中国平朔矿区含煤地层沉积环境。陕西人民教育出版社。
- [4] 煤炭部煤炭科学院地质勘探分院、山西省煤田地质勘探公司, 1987, 太原西山含煤地层沉积环境。煤炭工业出版社。

A Preliminary Study of Sedimentary Facies, Palaeogeography and Mineralization Regularity in Shanxi during the Early Benxian (the Fe-Al-Bearing Rock Members) of Middle Carboniferous Times

Guo Youlu

(Shanxi Institute of Geological Sciences)

Abstract

This paper deals with sedimentary facies and palaeogeography in Shanxi during the early Benxian of Middle Carboniferous times in light of the criteria for recognition of sedimentary facies such as sedimentary structures, fossil assemblages, trace elements and isotopic data. During the period, oldland and islands were confined to the southern and northern ends of Shanxi, respectively, whereas the central part of it was generally occupied by the barriered tidal flat-lagoon system which may be divided into twelve lagoon districts and five swamp districts. The mineralization regularity has also been discussed in terms of sedimentary facies and palaeogeography. Bauxite, iron and pyrite deposits are all associated with ancient lagoons. Pyrite deposits tend to occur in the central facies of the lagoons, whereas iron deposits in the marginal facies. Bauxite deposits are dominantly related to the lagoon beach facies. For example, the rough bauxite ores often lie in the lower part of the subtidal zone; the clastic and oolitic bauxite ores in the upper part of the subtidal zone and intertidal zone, and the compact massive ores in the supratidal zone and swamp facies.

(上接 55 页)

[17] Pemberton, S. G. & Frey, R. W., 1984. Ichthyofauna of storm-influenced shallow marine sequence, Cardium Formation (Upper Cretaceous) at Seebe, Alberta, Can. S. Petrol. Geol., Memoir 9, p. 281-304

[18] Sepkoski, J. J. (Jr.), 1982. Pebble conglomerates, storm deposits and Cambrian bottom fauna in cyclic and event stratification, ed. by Einsele, G. & Seilacher, A., p. 371-382.

[19] Swift, D. J. P. & Nummedal, D., 1987. Hummocky cross-stratification, tropical hurricanes and intense winter storm, discussion, sedimentology, V. 34, p. 338-344.

[20] Tillman, R. W., 1986. Swaley cross-stratification and associated features, Upper Cretaceous western interior Seaway of United States. AAPG Bulletin, 70(5), p. 656.

[21] Wu, Xian-Tao, 1982. Storm-generated depositional types and associated trace fossils in Lower Carboniferous shallow marine carbonates of Three Cliffs Bay and Ogmore-by-sea, South Wales. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, V. 39, p. 187-202.

[22] 地矿部成都地质矿产研究所, 1985. 风暴流与风暴岩(专集), 国外沉积地质与矿产

[23] 余素玉等(译编), 1985. 风暴沉积(试用教材)