

# 中国泥盆纪鲕铁石沉积环境、成因<sup>1 2</sup>

廖士范

(贵州省地矿局)

魏梁鸿

(湖南省地矿局)

刘成德

(湖北省地矿局)

张学寿

(广西地矿局)

冉崇英

(昆明工学院地质系)

史清琴

(云南省地矿局)

**提要** 中国泥盆纪鲕铁石分布在华南的云南、四川、贵州、广西、湖南、江西、湖北等7个省(区)。鲕铁石结构有鲕粒、假鲕粒、凝胶团粒。鲕粒一般有环带、有核心,也有仅有环带、无核心的。鲕环2—3层,少数数十层。鲕粒环带、团粒一般为自形晶微粒赤铁矿、绿泥石、菱铁矿,含少量粘土矿物及其他自形晶矿物。核心为石英碎屑,或铁矿物碎屑。鲕粒间基质自形晶矿物、粘土矿物及其碎屑矿物。以接近封闭的浅水泻湖环境沉积最好(占鲕铁石总储量60%),以河口三角洲砂坝沉积最差(占4.2%)。鲕铁石是海水中胶体沉积的,当海水有一定能量时,铁质围绕碎屑物或铁矿物碎屑转动沉积鲕粒环带,铁质也可围绕先凝聚的铁矿物转动沉积无核心的环带。当海水能量低时形成凝胶团粒。

**关键词** 鲕铁石 鲕粒环带 鲕粒核心

**第一作者简介** 廖士范 男 72岁 高级工程师 沉积矿床、层控矿床、沉积学、地层学、古冰川学

## 导 言

### 1 研究中国泥盆纪鲕铁石意义, 研究史

中国鲕石以鲕铁石较为重要, 主要层位有前寒武系宣龙式铁矿的鲕铁石, 它分布在华北地区的河北宣化地区; 奥陶纪鲕铁石, 分布在四川西南的宁南; 泥盆纪鲕铁石, 它分布在华南的云南、四川、贵州、广西、湖北、湖南、江西等七个省(区); 侏罗纪鲕铁石, 分布在四川东南的綦江、巴东、涪陵、南川、万源、长寿以及黔北几个县境内。宣龙式鲕铁石许多人认为是藻核形石, 与泥盆纪鲕铁石的成因不完全相同, 储量规模也远不如泥盆纪鲕铁石, 其余奥陶纪、侏罗纪鲕铁石储量, 鲕粒发育程度都远不如泥盆纪鲕铁石。作者粗略统计, 前

<sup>1</sup> 本文是 IGCP277 POI (显生宙鲕铁石) 研究项目;

<sup>2</sup> 本文由廖士范执笔撰写。

寒武纪宣龙式铁矿，奥陶纪及侏罗纪鲕铁石储量各约占我国鲕铁石总储量2%。有的时代不及2%，有的时代略多一些，共占6%，而泥盆纪鲕铁石约占总储量的94%。而且分布面积宽，鲕粒发育齐全。所以研究我国泥盆纪鲕铁石沉积环境、成因对解决其他鲕石沉积环境、成因有着极为重要的意义。

鲕石是 Kalkowsky E. 在 1908 年提出来的，详细描述的是 Teichert C. (1970)。当前国际上对鲕铁石的研究极为重视，专文讨论的不少，其中以 Van Houten (1990) 的文章最多。中国泥盆纪鲕铁石首先是王日伦，程裕淇在 1933 年提出来的，即我国习称的“宁乡式”铁矿。自后 1940 年张兆瑾，1953 年及 1959 年程裕淇、廖士范 (1958a, b, 1964) 都有专文报道或讨论。有的还讨论了中国泥盆纪鲕铁石的沉积环境、成因。在 50—60 年代有关地质部门对泥盆纪鲕铁石做了大量的地质普查、勘探工作，积累了大量的地质资料，对鲕铁石的沉积环境、成因有不少新进展、新认识，值得总结、报道。

## 2 中国中泥盆世鲕铁石的分布

广泛分布于云南、贵州、广西等四个省（区），根据古地理条件和沉积环境，可以划分为 7 个成矿区，即滇中成矿区（I 成矿区）、滇黔成矿区（II 成矿区）、黔南成矿区（III 成矿区）及桂东北成矿区（IV 成矿区）（图 1）。另外有川西北、川西几个成矿区。晚泥盆世鲕铁石分布于湖南、湖北、江西等三个省，有三个成矿区，即湘南成矿区（V 成矿区），湘赣成矿区（VI 成矿区）及湘鄂成矿区（VII 成矿区）（图 2）。各成矿区的鲕铁石情况、成因大同小异，有许多甚至完全相同。中泥盆世鲕铁石分布靠西，晚泥盆世鲕铁石分布靠东（图 1、图 2）。

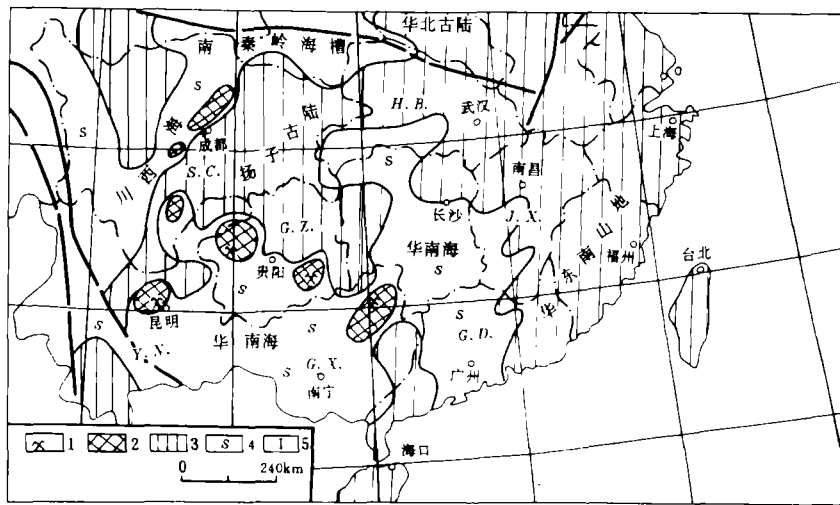


图 1 中国中泥盆世鲕铁石分布古地理图

Fig.1 Distribution and palaeogeographic map of middle Devonian oolitic ironstones in China

1—典型鲕铁石矿床位置及编号；2—鲕铁石成矿区；3—占陆；4—海域；5—成矿区编号。I 滇中成矿区；II 滇黔成矿区；III 黔南成矿区；IV 广西成矿区；Y.N. 云南；S.C. 四川；G.Z. 贵州；G.X. 广西自治区；G.D. 广东；H.N. 湖南；H.B. 湖北；J.X. 江西；X1. 云南鱼子甸；X2. 贵州小河边；X3. 贵州平黄山；X4. 广西海洋。（古地理根据王鸿祯等 1985，修改）

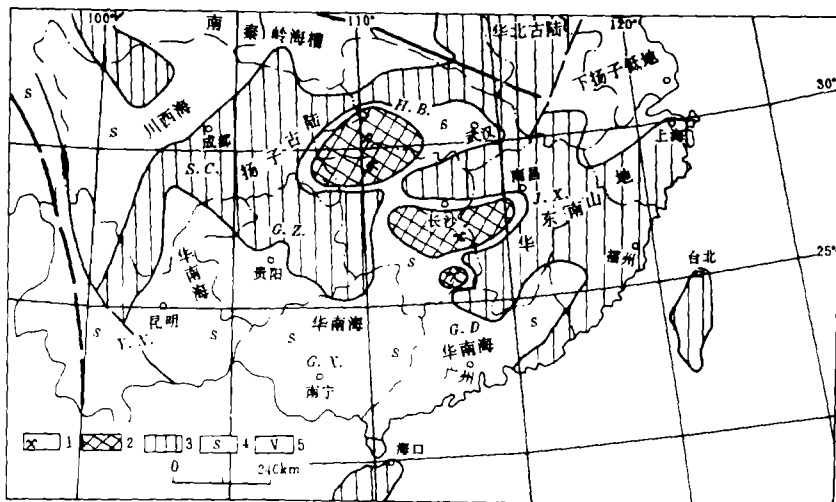


图 2 中国晚泥盆世鲕铁石分布及古地理图

Fig.2 Distribution and palaeogeographic map of late Devonian oolitic ironstone in China

1-典型鲕铁石矿床位置及编号；2-鲕铁石成矿区；3-古陆；4-海域；5-成矿区编号。V.湘南成矿区；VI.湘赣成矿区；VII.湘鄂成矿区。Y.N.云南；S.C.四川；G.Z.贵州；G.X.广西自治区；G.D.广东；H.N.湖南；H.B.湖北；J.X.江西。X5.湖南太坪；X6.湖南清水；X7.湖南杨家坊；X8.湖北官店。（古地理根据王鸿祯等，1985 修改）

### 1 中国泥盆纪各成矿区典型鲕铁石简况

为了说明中国泥盆纪各成矿区鲕铁石情况，现选择各成矿区较有代表意义的典型鲕铁石情况论述如下：

(1) 云南鱼子甸鲕铁石<sup>1</sup>，产于武定县滇中成矿区（I 成矿区，图 1），有鲕铁石三层，自下而上为 II<sub>a</sub>、II<sub>b</sub> 层，间距 1—2m，其间为砂质页岩。II<sub>a</sub> 之下为石英砂岩（D<sub>1</sub>），II<sub>b</sub> 上覆为粘土页岩。II<sub>a</sub> 鲕铁石层长 10 余公里，宽 0.5—1.5km，厚 1.2—1.8m。变厚处以鲕状铁矿为主，其余多为菱铁质鲕绿泥石，或鲕绿泥石赤铁矿，鲕铁石向西变厚，向东变薄，尖灭时为菱铁质砂岩代替。II<sub>b</sub> 鲕铁石层比 II<sub>a</sub> 稍长，厚 0.5—8.16m，一般 2m。向东变厚，向西变薄，以鲕状赤铁矿为主。向西变薄时由赤铁矿变为鲕绿泥石菱铁矿—菱铁质粉砂岩。鲕铁石层的中部以鲕状赤铁矿为主。上部、下部则由鲕绿泥石菱铁矿组成，形成厚 0.2—0.5m 的绿色“外壳”。主要为有环带的鲕状结构或无环带的团粒结构组成。鲕粒环带 2—4 层，厚 0.05—0.4mm，窄时 0.01—0.05mm。鲕状赤铁矿环带由自形晶赤铁矿组成，鲕状绿泥石、菱铁矿的环带由自形晶的绿泥石、菱铁矿组成。鲕粒呈圆形，椭圆形，扁平形，局部弯月形，长条形。含铁富时以园形为主，鲕状赤铁矿粒长轴 0.65—0.85mm，少数 0.9—

<sup>1</sup> 参考云南省地矿局第 4 地质队 1977 年资料及冉崇英 1988 年资料。

1mm, 短轴 0.55—0.85mm。鲕状绿泥石稍小, 长轴 0.55—0.65mm, 短轴 0.45—0.65mm, 无环带的团粒与鲕粒大小相同。鲕核为赤铁矿、绿泥石碎屑, 也有菱铁矿、石英或胶岭矿碎屑。微粒菱铁矿、黄铁矿, 一般 0.02—0.06mm, 沿鲕状赤铁矿或鲕状绿泥石的鲕粒边缘至中心渐次溶蚀交代, 使其呈锯齿状。有时胶磷矿充填交代生物细胞而成大块体, 有时菱铁矿、胶岭矿互相胶结成凝块, 形成小团粒, 多见于鲕状绿泥石菱铁矿的鲕粒之间基质之中, 鲕状赤铁矿之鲕粒间基质中少见。鲕粒其他基质中多为自形晶菱铁矿。局部地区受辉绿岩侵入, 环带及基质中铁矿物变质为磁铁矿。鲕状赤铁矿石一般含 TFe45%, 鲕状绿泥石 TFe25—37%, 鲕状菱铁矿 TFe—35%。其他化学组份, 一般是  $\text{SiO}_2$  11—18%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5—10%, S0.60%, P0.45%。

(2) 贵州小河边鲕铁石, 产于赫章县中泥盆世滇黔成矿区 (II 成矿区, 图 1), 有鲕铁石层 1—2 层, 夹于石英砂岩、泥质砂岩、砂质页岩之中, 主要为上部的 B 矿层。为隐伏的鲕铁石层, 长已知至少 3—4km, 宽至少 2—3km, 厚 0.96—9.13m, 一般 2—8m, 全为鲕铁石组成。矿区西北部 (小河边) 及北部 (云南才田) 均靠近古陆为鲕状赤铁矿, 东南部 (菜园子、莽洞远离海岩) 为鲕绿泥石菱铁矿。西北部鲕状赤铁矿的鲕粒多为圆形, 直径 0.3—0.8mm, 一般 0.61mm。环带主要为胶体级微细颗粒自形晶赤铁矿, 其次为微细粒自形晶鲕绿泥石、菱铁矿、粘土质 (多为伊利石), 微量微细粒自形晶胶岭矿, 互相混杂。鲕核多数为石英碎屑, 少数为赤铁矿碎屑及铁绿泥石凝胶团粒组成, 也有鲕状赤铁矿碎块为核心, 也有无鲕核的, 这时其环带由鲕粒中心向外呈“卷尺状”。鲕粒间基质主要为石英粉砂 (石英碎屑) 及微粒自形晶菱铁矿、绿泥石、粘土矿物 (伊利石), 次为自形晶菱铁矿、胶岭矿。东南部的鲕状绿泥石、菱铁矿, 鲕粒直径稍小, 0.4—0.7mm, 圆形、椭圆形及长条形。具细而密的环带, 比西北部鲕粒的环带数多, 达 10—20 层, 有时达 40 层, 以无鲕核似“卷尺状”为特征。少数鲕粒有自形晶鲕绿泥石凝胶团为核心。环带主要由自形晶鲕绿泥石及铁质氧化物组成。鲕粒间基质为微粒自形晶菱铁矿, 混杂自形晶绿泥石, 铁质氧化物及少量石英细碎屑以及极微量电氧石、锆石、岭矿物等陆源碎屑重矿物组成。西北部的鲕状赤铁矿石一般 TFe37—38%,  $\text{SiO}_2$  14.26%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7.44%, S0.50%, P0.47%, CaO3.02%, 东南部的鲕状绿泥石、菱铁矿石 TFe30.00%,  $\text{SiO}_2$  18.94%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8.63%, S0.8%, P0.45%, CaO2.59%。

(3) 贵州平黄山鲕铁石, 产于独山县中泥盆世黔南成矿区 (III 成矿区, 图 1), 鲕铁石层夹于石英砂岩、砾岩、石灰岩之中, 石灰岩为鲕铁石层底板, 石灰岩向北东方向尖灭, 向南西方向加厚。有鲕铁石层 10 余层, 多为长数十至数百米, 宽数十至 100—200m 的扁豆体。较有规模的鲕铁石二层, 居下部, 中夹砂质页岩 0—3m, 各长数百米至 3km, 宽数百米至 1km, 各厚 2m 左右。下层鲕铁石的底板为石灰岩, 厚 10—20m。上层鲕铁石的顶板为石英砂岩。鲕铁石中有的为有环带的鲕粒, 有的为有核心无环带的假鲕粒, 也有为无核心、无鲕环的自形晶赤铁矿凝胶团粒。它们均呈圆形、椭圆形, 直径一般均 0.4—0.8mm。鲕粒环带 2—3 层, 假鲕粒是自形晶赤铁矿包围一颗直径 0.5—0.66mm 的石英碎屑为核心。鲕环均由微细粒自形晶赤铁矿组成。鲕粒核心为石英碎屑, 多数情况下为一颗石英碎屑。鲕粒间基质中多为石英碎屑, 及自形晶赤铁矿, 远离海岩处基质中方解石逐渐增加有少量白云石自形晶体。所有鲕粒、假鲕粒, 及鲕间基质中石英碎屑, 愈近海岸其直径愈粗, 量愈多, 并逐渐为铁质砂岩、铁质砾岩所代替, 愈远离海岸石英颗粒直径愈小, 数量愈少, 方解石、

白云石(少量)组成的层逐渐加多,逐渐为铁质石灰岩所代替。机械碎屑分异及化学分异现象都很明显。据廖士范(1958a)研究,有环带的鲕粒是在海水波动时形成的,是赤铁矿围绕滚动的石英碎屑胶体凝聚沉淀形成环带的。无鲕核、无环带的团粒是海水能量极小不足以使石英滚动,赤铁矿胶体凝聚,因表面张力而形成圆形、椭圆形凝胶团粒的。假鲕粒是海水能量处于上述两者之间时形成。鲕铁石 TFe27—28%, SiO<sub>2</sub>20—45%, 由北东方向(近岸方向)的45%,向南西方向逐渐减少至20%,此时 CaO 则增至12—15%。

(4) 广西海洋鲕铁石<sup>1</sup>,产于灵川县中泥盆世的桂东北成矿区(IV成矿区),有鲕铁石6层夹于含铁白云岩,及鲕绿泥石、绢云母页岩、含泥硅质岩之中。主要为I号鲕铁石层,长7.2km,其中2.4km含铁较富,宽0.3—2.5km,厚1.4—1.5m。其它鲕铁石层均小。鲕铁石层的顶、底均为白云岩,少数底板为页岩。全部为鲕状结构。鲕粒环带1—3层,主要为鲕绿泥石、赤铁矿,部分地区为菱铁矿、白云岩组成,均属微细粒自形晶。鲕粒核心为石英碎屑,少数为菱铁矿和叶片状、鲕绿泥石碎屑集合体。如环带为一层时,环带多为铁白云石、菱铁矿组成,前者在内,后者在外,属微粒自形晶。鲕粒圆形、椭圆形,直径0.15—0.50mm。鲕粒边缘多为微粒状自形晶菱铁矿。鲕粒间基质主要为自形晶微粒铁白云石、菱铁矿和石英碎屑,以及少量自形晶微粒胶岭矿组成。部分地区基质中有叶片状绿泥石集合体及浸染状黄铁矿。胶岭矿有时呈生物碎屑或小块状。另有黄铜矿、钛铁矿、绢云母、锆石、碳质等微粒碎屑散布于鲕石的鲕环、基质或核心中。鲕铁石 TFe30—35%, SiO<sub>2</sub>21.07%, SO<sub>4</sub>0.45%, P0.532%。

(5) 湖南太坪鲕铁石<sup>2</sup>,产于汝城县晚泥盆世湘南成矿区(V成矿区)之中。(图2)。鲕铁石3—5层夹于砂岩、页岩及薄层石灰岩之中,主要鲕铁石一层,局部为3—5层。主要鲕铁石长3—17km,宽数公里至10余公里,厚1.85—9.4m。矿区东部及南部鲕铁石受花岗岩侵入多变质为长柱状磁铁矿,西部及北部仍为鲕赤铁矿石,向北变薄,并逐渐为含铁绿泥石取代。东部、南部受花岗岩侵入变质为磁铁矿,呈柱状,自形晶或半自形晶,八面体,粒度0.05mm。局部磁铁矿保留鲕粒结构外形,包有鳞片状赤铁矿残余晶体。西部、北部鲕状赤铁矿的鲕粒环带为自形晶微粒鳞片状赤铁矿,夹杂自形晶微粒绿泥石、泥质(伊利石)。鲕粒核心为石英碎屑或绿泥石碎屑集合体。鲕粒多呈椭圆形,大小为0.4—0.2mm。磁赤铁矿亦鲕状结构,或长柱状结构,其中有鳞片状赤铁矿。褐铁矿土状结构,个别呈葡萄状、钟乳状,为次生氧化结构。鲕粒间基质中有石英碎屑,细粒方解石。鲕铁石地表较潜水面以下富,化学成分如下表(表1):

从表1可知地表的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 较富地下较贫, SiO<sub>2</sub>、CaO、MgO、S 地表低,地下高,这是地表水或地下水淋失的结果。

(6) 湖南清水鲕铁石<sup>3</sup>,产于茶陵县晚泥盆世湘赣成矿区(VI成矿区)之中,(图2)。鲕铁石层顶板为钙质页岩夹灰岩,底板为绿泥石粉砂岩,鲕铁石与它为渐变过渡关系。主要有鲕铁石一层,少数地区2—3层。主要鲕铁石层长2—4km,宽1—2km,厚1.2—1.8m。向东变薄为绿泥石岩代替。主要为鲕状结构,鲕环2—3层,个别达10层,由自形微粒赤铁

1 参考广西地质局第1地质队1976年资料。

2 参考湖南冶金地勘公司206队1961年资料。

3 参考湖南冶金地勘公司214队1975年资料。

矿与磷绿泥石相间组成。基质为叶片状铁绿泥石及自形晶微粒白云石、铁白云石、方解石以及石英碎屑。微粒自形晶菱铁矿在环带、基质中都有。鲕粒核心多为石英碎屑。矿区东部受花岗岩侵入，鲕粒中铁矿物变质后成自形、半自形晶粒状磁铁矿，粒度0.08—0.12mm。自形、半自形晶黄铁矿分布于基质中，或交代鲕环中绿泥石。鲕环及鲕核中尚有磁铁矿、胶岭矿。鲕铁石化学成分如下表（表2）：

表1 湖南太平鲕铁石化学成分（%）表

Table 1 The chemical composition of oolitic ironstones Taipin Hunan

成分区段	东区	西塘—李屋	鲁塘	冷脚排	竹村	说明
TFe	46.035	40.59	40.60		42.856	分子为地表化学成分， 分母为地下化学成分。 (下同)
	33.71	32.99		31.38		
SiO <sub>2</sub>	16.929	11.634	16.69		18.875	
	18.110	19.270		24.63		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.458	8.797	12.10		8.177	
	6.408	6.337		7.128	6.499	
CaO	0.069	0.411	0.451		0.698	
	7.360	9.405		9.00	7.655	
MgO	1.597	0.555	0.564		0.683	
	1.50	2.250		1.267	2.068	
S	0.085	0.0538	0.0548		0.443	
	0.351	0.718		0.505	0.429	

表2 湖南清水鲕铁石化学成分（%）表

Table 2 The chemical composition of oolitic ironstones Ching s. Hunan

化学成分含量	TFe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	P	灼减	自溶性
最低	20.00	5.18	3.09				0.15	4.71	当地侵蚀基面（170米）以上为酸性矿石，以下为自溶性或碱性矿石。
最高	57.97	17.40	10.20	13.70	4.50	8.22	1.03	23.20	
平均	39.89	11.67	5.97	6.17	1.66	0.237	0.538	12.37	

(7) 湖南杨家坊鲕铁石<sup>1</sup>，产于石门县晚泥盆世湘鄂成矿区（Ⅶ成矿区）（图2）。有鲕铁石多层，主要是下层矿，长3—5km，宽1—2km，厚1.76m。各鲕铁石层之间为粘土页岩。尖灭后为含铁石英岩。全为鲕状结构，局部含石英碎屑太多，呈砂状或砾状结构。鲕粒多无核心，少数核心为石英碎屑、或隐晶质石英或玉髓。鲕粒环带为赤铁矿、部分鲕环为硅质。鲕粒外壳常为褐铁矿包裹。鲕粒直径0.09—2mm，以0.3—0.6mm最多。鲕粒互相紧密接触。鲕间基质为石英碎屑，粒径0.08—0.64mm。呈次园形或滚园状。鲕粒间基质中尚有自形晶赤铁矿，微量粘土矿物（伊利石）、绿泥石。鲕铁石中含赤铁矿75—99%。一般含

<sup>1</sup> 参考湖南省地矿局403队1965年资料。

90%，含少量石英碎屑（1—25%），一般 10%，远离海岸石英碎屑含量减少、粒径也减小。含微量自形晶胶岭矿 0—22%，一般 < 1%，鲕铁石化学成份：TFe 25—53%，一般 38.96%，SiO<sub>2</sub> 31.84%，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9.64%，CaO 4.24%，MgO 1.97%，S<sub>0.02</sub>—0.267%，平均 0.096%，P<sub>0.443</sub>—1.398%，一般 0.87%。

(8) 湖北官店鲕铁石<sup>1</sup>，产于建始县晚泥盆世湘鄂成矿区（VII成矿区，图 2）。有鲕铁石 3 层，夹于砂页岩中，分布在不同的地段，其中下层鲕铁石是次要矿层，仅在黑石板有分布，底板为石英砂岩，顶板为页岩。鲕铁石与底板石英砂岩为渐变过渡关系。厚 0.8—1.2m。全为鲕粒，环带多层，主要为赤铁矿，也有赤铁矿与绿泥石共同组成环带。绿泥石有向赤铁矿转化的现象。赤铁矿占 80—90%。次要铁矿物为鲕绿泥石。鲕粒间基质中胶结物为自形晶绿泥石，10—20%，也有石英碎屑及胶状自形晶石英。鲕核多为滚园状石英碎屑。鲕核、环带中也有少量碳酸盐矿物、粘土矿物。鲕核中还有电气石、锆石英等碎屑。鲕铁石一般 TFe 40—46%。中层矿是本区主要鲕铁石层，夹于砂页岩及灰岩中，主要分布于凉水井—大庄及黑石板矿区，为鲕状赤铁矿，长 12.2km，宽小于 10km。夹石 0—5 层，各厚 0.3—0.5m。鲕铁石层底板为页岩及石英砂岩，顶板为页岩与泥灰岩。顶、底围岩愈近鲕铁石含铁愈高。含铁富的地区，其与顶板围岩接触处凹凸不平。主要为鲕状赤铁矿，次为无鲕核的凝胶状赤铁矿团粒，砾状赤铁矿。鲕状赤铁矿可以递变为团粒赤铁矿，有时还可递变为赤铁质砂岩，有些地区递变为鲕状绿泥石、菱铁矿，此时鲕铁石层减薄。鲕粒直径 0.1—1mm。环带主要为微粒自形晶赤铁矿，有些地区环带中还杂有自形晶鳞绿泥石、蛋白石、玉髓，少量黄铁矿。鲕粒核心多为石英碎屑，其次为蛋白石、白云石、菱铁矿、绿泥石、玉髓及电气石等碎屑。鲕粒间基质中有自形晶赤铁矿、菱铁矿、鲕绿泥石、方解石、粘土矿物及胶岭矿碎屑，以及白云母、电气石、黑云母、锆石等碎屑。鲕铁石化学成分：富鲕铁石 TFe 49.28%，CaO 5.22%，MgO 1.09%，SiO<sub>2</sub> 9.98%，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6.34%，P<sub>0.99</sub>%，S<sub>0.026</sub>%。贫鲕铁石，TFe 38.45%，CaO 8.81%，MgO 1.67%，SiO<sub>2</sub> 14.90%，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7.16%，P<sub>0.83</sub>%，S<sub>0.025</sub>%。

上层鲕铁石仅分布于黑石板地区，向西至珠耳河尖灭，为鲕绿泥石。底板为泥质灰岩、或页岩，顶板为页岩，与鲕绿泥石层渐变接触关系。鲕绿泥石层一般厚 5—6m，与页岩互层产出，夹页岩 3—9 层，夹层各厚 0.2—1.2m，一般 0.4—0.5m。某些地段变成鲕状赤铁矿石。主要为鲕状结构。鲕粒直径 0.1—1.5mm。环带主要为自形晶微粒绿泥石、赤铁矿及菱铁矿，少量黄铁矿，褐铁矿。鲕核为石英碎屑，石髓和绿泥石，粘土矿物等碎屑。鲕粒间基质有菱铁矿、绿泥石、赤铁矿、粘土矿物，部分为自形晶，有的为碎屑。鲕铁石化学成分：TFe 14.82%—46.28%。

(9) 根据以上各成矿区典型鲕铁石情况，概括起来是：鲕铁石主要产于中泥盆世及晚泥盆世，有鲕铁石 2—3 层，最多的 10 余层（贵州平黄山），此时长度、宽度都不大，一般几百米，最长的 1—2km，最宽 1 公里多。鲕铁石层一般长数公里，最长的达 20km 以上（云南鱼子甸、湖北官店），宽数公里至 10 余公里（云南鱼子甸、湖北官店），每层厚 1.5—2m。全部为鲕铁石、团粒组成，直径 0.2—0.8mm，个别达 1.5mm，园形、椭圆形，呈园形时一般直径 0.5—0.8mm，也有长条形。环带 3—4 层，或 1—2 层，也有数十层（贵州小河

<sup>1</sup> 参考湖北冶金地勘公司 604 队 1959 年资料。

边), 或无核心, 无环带, 此时则已成为凝胶团粒 (如贵州平黄山、湖北官店、湖南杨家坊等)。如只有 1 层环带围绕 (包围) 一颗石英碎屑 (贵州平黄山) 时, 则为假鲕粒 (假鲕状), 其直径都差不多, 都在 0.2—0.8mm。环带主要为自形晶微粒 (胶体粒径) 赤铁矿、绿泥石、菱铁矿或三者共同组成, 常混有自形晶微粒 (胶体粒径) 粘土矿物 (多为伊利石)。鲕粒核心多数情况下为石英碎屑。鲕粒间基质为自形晶含铁矿物、粘土矿物、石髓, 少数情况下为其碎屑物, 及石英碎屑。如鲕铁石层为花岗岩或辉绿岩侵入时, 铁矿物变质为磁铁矿。

## 2 中国泥盆纪鲕铁石沉积环境、成因

(1) 鲕铁石成矿区分布 中国泥盆纪鲕铁石成矿区有 7 个, 其中分布在四川境内的有 3 个, 分别沉积在川西海及华南海的滨浅—海中 (图 1), 因矿区规模小, 情况与其它成矿区的鲕铁石情况相同, 本文未多加讨论。其余 4 个成矿区及其沉积环境是, 滇中成矿区及滇黔成矿区鲕铁石均沉积在华南海的海湾滨海地区 (图 1); 黔南成矿区沉积在华南海的河流入海的出口处三角洲砂坝中 (图 1); 桂东北成矿区沉积在华南海的滨岸潮坪地区 (图 1)。晚泥盆世有 3 个成矿区, 其中湘南成矿区及湘赣成矿区鲕铁石沉积于华南海的半封闭浅水泻湖中 (图 2), 湘鄂成矿区鲕铁石沉积于华南海接近封闭的浅水泻湖中 (图 2)。以晚泥盆世鲕铁石沉积较好, 占中国泥盆纪鲕铁石总储量的 80%, 都是在半封闭或接近封闭的湘湖中沉积的。其中尤以接近封闭环境 (湘鄂成矿区) 为最好, 占中国泥盆纪鲕铁石总储量的 60%, 含铁也富, TFe 一般大于 40%, 推测可能是泻湖四周大陆风化而来的铁质来源广泛、丰富; 泻湖封闭, 随各种不同渠道进入泻湖的铁质不易散失, 容易聚集 (图 2)。以河流入海的出口处的三角洲砂坝鲕铁石沉积环境最差, 可能该处开阔, 铁质不易聚集; 铁质沉积速度快与石英碎屑伴随一并沉积, 因而鲕铁石中含石英碎屑太多, 含铁贫, TFe 27—28%, 远景储量也较小。

(2) 鲕铁石成因 ① 中国泥盆纪鲕铁石中碎屑 (鲕核或基质中) 在水体中沉积时的机械碎屑分异现象明显。各成矿区的典型鲕铁石, 特别是含碎屑粗且多的成矿区的典型鲕铁石, 例如黔南成矿区的贵州平黄山, 机械碎屑分异现象更为明显。都是距海岸愈近碎屑颗粒愈多、愈粗; 距海岩愈远的碎屑颗粒愈少、粒径愈小。无疑中国泥盆纪鲕铁石是水体中沉积的。

② 中国泥盆纪鲕铁石中与胶体或化学作用成因有关的含铁矿物、其它矿物 (包括鲕环、基质中矿物) 在水体中的化学分异现象也极明显。距海岸近、水浅的地区三价铁矿物多, 距海岸远、水深的地区二价铁矿物 (例如菱铁矿、绿泥石) 多, 此时碳酸盐类矿物 (例如方解石、少量白云石) 多。无疑鲕粒成因也与水体中沉积作用有关。

③ 中国泥盆纪鲕铁石是水体中有一定能量时, 即海水波动时胶体沉积的 (廖士范, 1958a)。所有鲕粒环带都由自形晶微粒 (粒径  $1\mu$  的胶体级颗粒) 铁矿物或其它矿物 (如硫酸盐矿物、硫化铁矿物) 组成, 证明鲕铁石是水体中胶体沉积的。为什么鲕铁石不是化学沉积的呢? 众所周知, 不论是大陆上地表径流中的铁质, 还是浅海中铁质, 都不可能形成离子状态 (一般是指三价铁离子), 因为如果形成三价铁离子, 其 PH 值必需在 2 以下 (Henny lepp, 1975), 为此不可能形成铁的真溶液迁移。这样也就不可能形成铁的化学沉积, 只能



形成胶体沉积。

④ 鲕铁石的鲕环是海水有一定能量时, 即海水波动时, 铁质围绕石英碎屑或铁矿物碎屑转动时胶体沉积的。只要海水有一定能量, 没有“核心”时也可形成有环带的鲕粒(贵州小河边、湖南杨家坊、湖北官店)。这是在适宜的酸碱度环境, 铁质先凝聚成小颗粒, 由于海水波动, 铁质小颗粒旋转, 外围铁质便逐渐围绕这小颗粒胶体凝聚的铁质形成环带。海水能量很小时, 铁质也可逐渐凝聚, 形成无核心、无环带的团粒。由于表面张力, 形成与鲕粒相似的园形、椭圆形。上述鲕粒、团粒或假鲕粒, 大小相同, 均在直径 0.2—0.8mm 左右。这是海水浮力的作用, 直径超过一定限度时浮力无法承受, 遂下沉至水界面以下的泥砂片或先已下沉的鲕粒中。

⑤ 过去许多人认为鲕状的成因是正负电荷相吸的原理形成的, 认为鲕核是带负电荷的非金属碎屑, 环带是带正电荷的金属物质, 在海水有一定能量时, 正负电荷相吸, 铁质便围绕非金属碎屑旋转胶体沉淀鲕环的。中国泥盆纪鲕铁石的成因并非如此, 有的核心与环带都同是金属矿物, 都带正电荷, 特别是有许多鲕根本就无鲕核, 仍有许多层环带(贵州小河边、湖南杨家坊、湖北官店)。所以用正负电荷理论不一定能解释中国泥盆纪鲕铁石鲕粒的成因。

收稿日期: 1991 年 3 月 16 日

### 参 考 文 献

- (1) 廖士范, 1958a, 贵州都匀铁矿地质特征, 地质学报, 38卷, 4期, 462—474页
- (2) 廖士范, 1958b, 赣湘边境的宁乡式铁矿概况, 地质论评, 18卷, 6期, 424—427页。
- (3) 廖士范, 1964, 中国宁乡式铁矿岩相古地理条件及成矿规律的探讨, 地质学报, 44卷, 1期, 56—80页。
- (4) Lepp H., 1975, Geochemistry of iron, P.143, Fig 68, Halsted press A division of John Wiley and Sons, Inc.
- (5) Teichert C., 1970, oolite, oolith, ooid: Disoussion, A. A. P. G., No.54, p.1748—1749
- (6) Van Houten F. B., 1990, Palaeozoic oolitic ironstones on the north American Craton, —paleo 3, Vol.80.

## Sedimentary Environments and Origin of the Devonian Oolitic Ironstones in China

Liao Shifan

(Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources)

Wei Lianghong Liu Chengde Ran Chongying  
Shi Qingqin Zhang Xueshou

### Abstract

There are 7 minerogenetic districts of middle Devonian, the important ones are the I, II, III and IV.

and of late Devonian, V, VI, and VII. Generally, there are 2-3 girdles in one oolite, but sometimes the number can be as large as 20 and as small as one, the latter may be called the pseudoolites. Sometimes an oolite is a gel cumularspherulite without girdles and without nucleus and sometimes there are many girdles in oolites but without nucleus.

Composition of the girdles of oolites and gel cumularspherulites are automorphic crystals of micrograined hematite, chlorites, siderites or the mixture of the three minerals with some clay minerals (mainly is illite), minute collphane. The nuclei are made of quartz debris in general. The matrix between oolites are made of automorphic crystal micrograined ferruginous minerals, clay minerals, minute collphane or their clastes and quartz clastes. Oolites, pseudoolites, cumularspherulites are round, ellipsoidal in shape, 0.2-0.8mm in diameter, and all of them are in the same size. The content of oolitic ironstone TFe is 30-40% generally with the range of 27-28% to 40-46%. In China, the best sedimentary environment of Devonian oolitic ironstone is the region nearby the closed shallow water lagoon, where reserved 60% of total Devonian oolitic ironstone, the worst is the river mouth delta sand shoal, in which the ore reserve is small (only 4.2%) and ore is poor (TFe 27-28). The precursor of the oolites girdles is colloid deposits in sea water, under the condition of high energy water, the ferruginous materials around the debris or the former colloid segregation of micrograined authigenous ferro-minerals will rotate and deposit and form the girdles of ironstone oolites. Under this condition there are nuclei girdles in ironstone oolites, but some oolites without nuclei only with girdles. When the sea water only with a lower energy, the gel cumularspherulite without nucleus and without girdles may be deposited.