

沉积矿床成因亚类的划分及沉积菱铁矿的成因

邱柱国

(成都地质学院)

内容提要: 沉积矿床的形成过程,可明确地划分为同生作用、成岩作用与后生作用等三个矿化阶段。现在所见到的沉积矿床,主要是最后矿化阶段改造的结果。根据沉积矿床所经历矿化阶段的不同和表现强度的不同,作者将沉积矿床划分为四种成因亚类:(1)沉积同生矿床;(2)沉积成岩矿床;(3)沉积成岩-后生矿床;(4)沉积后生矿床。产于沉积岩和沉积矿床中的青灰色微细均粒菱铁矿系成岩作用形成;米黄色或淡黄色的粗至巨粒的成分较纯的菱铁矿系后生作用形成。它们都不是同生作用形成的。

主题词: 沉积矿床 形成过程 矿化阶段 成因亚类 菱铁矿

作者在沉积矿床的教学和对某些沉积矿床所进行的研究中,感到过去在沉积矿床的有关专著和教科书中,对沉积矿床形成的全过程,特别是成矿物质沉积于水底以后的漫长过程的研究,往往重视不足;对正常沉积铁矿床中的菱铁矿和磷绿泥石,往往被误认为系同生沉积作用形成,从而使作者觉得有必要谈谈自己对这些问题的一些初步看法,以促进这些问题的讨论和进一步研究。

以往,在沉积矿床的研究中,往往只注意沉积成矿物质的来源、搬运和同生沉积情况的讨论,对于成矿物质埋藏后,在成岩阶段和后生阶段的变化则研究较少。事实上,从时间上讲,同生作用阶段是较短暂的,而成岩作用阶段与后生作用阶段则是漫长的;从变化程度上讲,沉积矿床在成岩、后生阶段的变化是巨大的,现在所观察到的沉积矿床的现象大都是在成岩、后生阶段形成的,矿石的物质成分、组构、工艺性质,以及矿床的形状、产状都是成岩、后生作用的结果。同生作用阶段的水-沉积物界面是不容易出现稳定的物理化学平衡条件的,而稳定的物理化学平衡条件是形成矿物平衡组合所必须的。所以,研究沉积矿床,研究沉积矿床形成的全过程、形成条件和形成作用,都必须认真研究成岩作用和后生作用。

一、沉积矿床成因亚类的划分

根据沉积矿床的形成过程,矿物成分与矿物组合,矿物的化学成分,矿物的包体特征,矿石组构,矿体的形状、产状等各方面的特征,可明确地将沉积矿床的形成过程,划分为同生作用、成岩作用(相当于欧美一些学者的早期成岩作用)和后生作用(相当于欧美一些学者的晚期成岩作用)等三个矿化阶段。

按沉积矿床所经历的矿化阶段及其强度,作者将其划分为如下的成因亚类:

(一)沉积同生矿床

沉积物经机械沉积作用或蒸发沉积作用沉积下来,仅经历同生沉积作用阶段,沉积物尚未固结者属之。如自然金、金刚石、自然铂、锆石、独居石、锡石、钛铁矿、铌铁矿、钽铁矿、磁铁矿、水晶等未固结的冲积砂、砾矿床;现代泻湖和内陆盐湖沉积的、未固结的盐类(石盐、光卤石、白钠镁矾、天然碱、硼砂、芒硝、石膏等)矿床等均属沉积同生矿床。矿床仅系同生作用的产物。

(二)沉积成岩矿床

矿床经历同生作用阶段和成岩作用阶段,同生作用和成岩作用的特征显著,矿石均已固结。矿床不显或极少显后生作用的特征。如沉积铝土矿、沉积耐火粘土矿、红色隐晶质赤铁矿、青灰色隐晶至细晶的均粒菱铁矿与菱锰矿(矿层、透镜体和结核)、层状盐类矿床、石灰岩、沉积石英岩、砾岩金矿、褐煤、烟煤、油页岩等矿床均属之。矿床系由同生作用和成岩作用形成。

(三)沉积成岩-后生矿床

矿床的形成经历了同生作用、成岩作用和后生作用阶段；成岩作用与后生作用的特征同样显著。如四川綦江湖泊-沼泽相沉积铁矿床（除成岩作用形成大量红色隐晶质赤铁矿及青灰色微细均粒菱铁矿外，还由后生作用形成许多磁铁矿、磁赤铁矿、镜铁矿、粗巨粒米黄色菱铁矿、粗巨粒石英与水晶、粗巨粒方解石等后生矿物，网脉状、脉状、晶洞状、梳状、斑点状等后生构造发育）。某些发育后生锰矿物——褐锰矿与脉状硫锰矿的沉积锰矿床，某些发育后生脉体和盐底辟或盐丘构造的钾盐和膏盐矿床均属之。矿床系由同生作用、成岩作用和后生作用形成。

（四）沉积后生矿床

矿床基本由后生作用形成，后生水的作用明显，构造控制明显，矿石均由粗一巨粒的后生矿物组成，矿体沿构造断裂或层间剥离空间分布，常呈脉状、透镜状和囊状。如四川峨眉龙门铜-黄铁矿矿床（图1），贵州赫章菜园子菱铁矿矿床（图2），贵州水城、赫章、普安一带及湖南、江苏的由粗粒米黄色菱铁矿组成的菱铁矿矿层，滇中红层中浅色带的脉状、透镜状和不规则状的砂岩型铜矿床，四川峨眉大为阳新灰岩中的脉状、透镜状和囊状黄铁矿矿床，湘中红层中的铜-铀矿床，广西下甲碳酸盐岩中的脉状、囊状水晶矿床，云南兰坪金顶产于粘土岩、碎屑岩（红层）、碳酸盐岩石中的透镜状、脉状铅锌矿床，四川西昌黄水塘红层中的脉状黑色显晶质赤铁矿矿床等均属之。

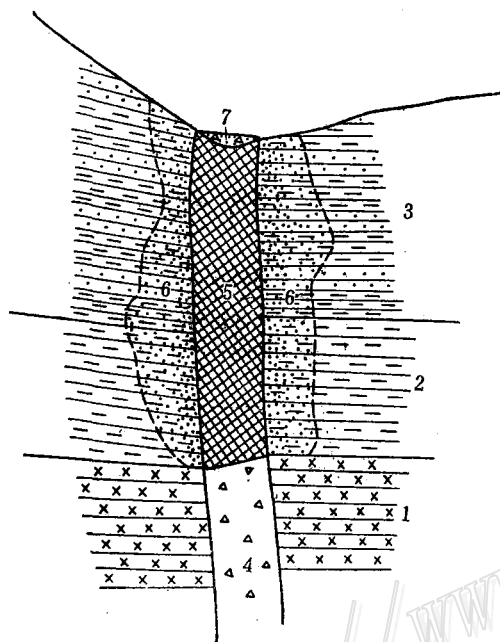


图1 四川峨眉龙门沉积后生铜-黄铁矿矿床示意剖面图

1—上二叠统峨眉山玄武岩；2—上二叠统含铜铝土岩；3—上二叠统含铜碳质页岩与砂岩；4—断层角砾岩；5—铜-黄铁矿矿体（由黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、黄铁矿组成，边缘为块状黄铁矿）；6—浸染状黄铁矿；7—第四系堆积

Fig. 1. Diagrammatic geological section of the Longmen sedimentary katadiagenetic copper-pyrite deposit in Emei County, Sichuan Province.

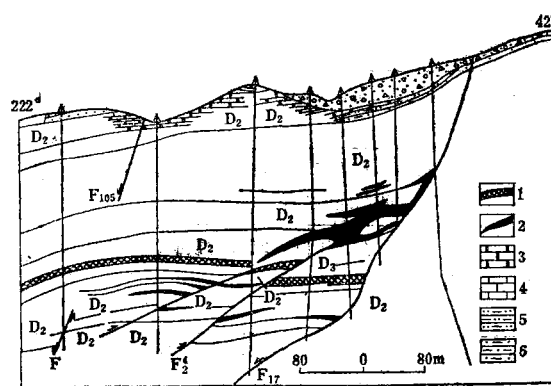
1—Upper Permian Emeishan basalt; 2—Upper Permian copper-bearing bauxite; 3—Upper Permian copper-bearing carbonaceous shale and sandstone; 4—Fault breccia; 5—Copper-pyrite orebody composed of chalcopyrite, bornite, chalcocite and pyrite, with massive pyrite on the margin; 6—Disseminated pyrite; 7—Quaternary accumulations.

图2 贵州赫章菜园子菱铁矿矿床 A₇₈ 勘探线剖面图（据贵州地质局113队资料简化）

1—沉积铁矿层；2—后生菱铁矿体；3—白云岩；4—灰岩；5—泥质粉砂岩；6—粘土岩

Fig. 2. Geological section along A₇₈ exploration line of the Caiyuanzi siderite deposit in Hezhang County, Guizhou Province.

1—Sedimentary iron ore bed; 2—Katadiagenetic siderite ore body; 3—Dolomite; 4—Limestone; 5—Argillaceous siltstone; 6—Clay rock.



二、沉积菱铁矿的特征与成因

(一) 沉积菱铁矿的特征

作者认为,在正常沉积矿床(不包括火山沉积矿床)中,沉积菱铁矿有两种成因:一种为成岩成因菱铁矿(照1、4—6);另一种为后生成因菱铁矿(照2)。两者的主要特征与区别如表1。成岩菱铁矿单矿物和矿石的杂质较后生菱铁矿为多(表2、表3)。

表1 成岩菱铁矿与后生菱铁矿的主要特征与区别

Table 1. Major characteristics of diagenetic and katagenetic siderite

类别 性质	成岩菱铁矿	后生菱铁矿
颜色	青灰色、灰色、黄灰色、深灰色	米黄色、淡黄色、米白色、浅褐色
透明度	差	高
粒度	主要呈隐晶、微粒、细粒,也有中粒,粒度均匀,一般0.0n—1mm	粗、巨粒,粒度变化大,一般2—60mm,菱面体解理发育,解理面常弯曲
矿石结构	重结晶现象显著,交代现象也显著,具半自形、他形成晶结构,碎屑、胶结结构,浸蚀残余结构	从后生水溶液中结晶,半自形、他形、自形,晶面结构与交代结构均发育
矿石构造	层状、层纹状、结核状、缝合线、透镜状、条带状、鲕状假像等构造	脉状、网脉状、斑点状、晶洞状、梳状、肾状等构造
与层理关系	沿层成层分布,或在层中成结核	与层理不整合,常切穿层理
包裹体	固态包裹体多,特别是碳质、泥质、硅质包裹体多,液态包裹体极少,在400—500倍显微镜下看不见,爆裂法测温一般无反应	固态包裹体很少,液态包裹体一般细小,爆裂法测温可形成完整的曲线
杂质	杂质多	杂质少
TFe	较低(赫章菜园子 33.83%)	较高(赫章菜园子 39.25%)
SiO ₂	较高(赫章菜园子 8.38%)	较低(赫章菜园子 0.74%)
Al ₂ O ₃	较高(赫章菜园子 2.21%)	较低(赫章菜园子 0.075%)
Ni, Co	较高(庞家堡 Ni 0.0364%, Co 0.0178%)	较低(黔江土台 Ni, Co均<0.001%)
S	较高(赫章菜园子 0.89%)	较低(赫章菜园子 0.047%)
酸不溶物	较高(赫章菜园子 11.79%)	较低(赫章菜园子 1.02%)
有机碳	较高(江油、彭县 1.04—0.19%),粒间常见炭(煤)质	较低(江油、彭县 <0.19%),粒间无炭(煤)质胶结
交代对象	赤(红)铁矿、方解石、鲕绿泥石、生物遗体、石英砂屑、硅质岩、围岩	均微细粒菱铁矿(成岩菱铁矿)、赤(红)铁矿等各种成岩矿物,围岩
共生矿物	磷绿泥石、玉髓、成岩黄铁矿、土状硅铁矿、水云母等	石英(水晶)、镜铁矿、磁铁矿、磁赤铁矿、后生黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、方解石、萤石等
矿体形状	平行地层,呈与地层整合的层状、似层状和透镜状	常呈与地层不整合的脉状、透镜状、囊状、串珠状、葫芦状

续表 1

类别 性质	成 岩 菱 铁 矿	后 生 菱 铁 矿
穆 斯 堡 尔 谱	$Q.S.$ (四级分裂) = 1.81 (蔡江土台, 见表4、图3)	$Q.S.$ (四级分裂) = 1.78, 并含有磁铁矿的谱图 (蔡江土台, 见表4、图3)
红 外 光 谱	吸收峰较宽, 半高宽较大, $V_3(\text{cm}^{-1})$ 稍小 (1420); 有石英的小吸收峰, 其频率为: 1165、1085、799、779、696、575、465 (cm^{-1}), 说明结晶程度相对较低, 杂质较多 (蔡江土台, 见图4)	吸收峰较尖锐, 半高宽较小, $V_3(\text{cm}^{-1})$ 稍大 (1425), 说明结晶程度较高, 成分较纯 (蔡江土台, 见图4)
比 磁 化 率	$61.36 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g}$ (蔡江土台)	$66.9 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g}$ (蔡江土台)
天然热发光	发光极弱, 只在270—350℃ 区间表现, $< 0.5 \times 10^{-10} \text{ lm}$ (蔡江土台, 见图5)	发光显著, 有三个发光峰: 主峰值温度为285℃, 峰值 $10 \times 10^{-10} \text{ lm}$; 其次为325℃, $5 \times 10^{-10} \text{ lm}$ 和170℃, $1 \times 10^{-10} \text{ lm}$ (蔡江土台, 见图5)
形成条件	强还原, 弱碱性—碱性	弱还原, 弱碱性—碱性

表 2 贵州赫章菜园子菱铁矿单矿物分析结果(%)

Table 2. Analyses of individual minerals of siderite from Caiyuanzi, Hezhang County, Guizhou Province (in percentage)

菱 铁 矿 类 型	TFe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn	S	TiO ₂
灰至深灰色菱铁矿	33.83	8.38	2.21	0.79	7.83	0.99	0.89	0.10
米黄色菱铁矿	39.25	0.74	0.075	0.36	7.89	1.14	0.047	0.009

(据贵州地质局113队)

注: 菜园子菱铁矿为菱铁矿, 镁含量高; 灰至深灰色菱铁矿作者认为系成岩菱铁矿, 米黄色菱铁矿作者认为系后生菱铁矿

表 3 贵州赫章铁矿山菱铁矿矿石的化学成分(%)

Table 3. Chemical composition of siderite ores from the Hezhang iron mine, Guizhou Province (in percentage)

矿石类型	TFe	FeO	MgO	CaO	S	MnO	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	有 机 碳
灰 矿	35.31	43.55	8.90	0.86	0.82~2.80	1.20	0.011	7.4	1.97	0.38
米 黄 矿	38.17~38.74	47.25	8.20	0.70	0.02~0.46	1.49	0.006	0.16~1.85	0.06~0.39	0.04~0.11

(据陈士杰、廖士范等)

注: 作者认为灰矿系成岩菱铁矿, 米黄矿系后生菱铁矿

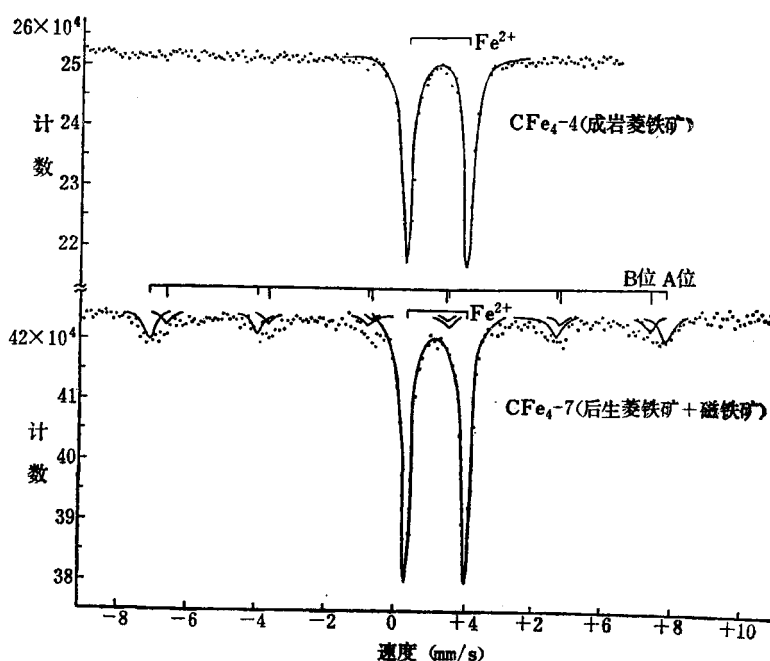


图3 四川綦江土台成岩菱铁矿与后生菱铁矿的穆斯堡尔谱曲线

Fig. 3. Mössbauer spectra of diagenetic and katadiagenetic siderite from Tutai, Qijiang County, Sichuan Province.

表4 菱铁矿(綦江土台)穆斯堡尔参数

Table 4. Mössbauer parameters of siderite from Tutai, Qijiang County

样 品	位 置 参 数	磁 铁 矿 ¹						Fe ³⁺ (菱铁矿)			面 积 比 (%)					χ ²
		A 位			B 位											
		I.S.	Q.S.	HE.	I.S.	Q.S.	HE.	I.S.	Q.S.	I'	A	B	A/B	Fe ²⁺	$\frac{Fe^{2+}}{A+B}$	
CF ₄ -4成岩菱铁矿								1.23	1.81	0.33						287
CF ₄ -7后生菱铁矿		0.36	0	484.5	0.38	0	451.3	1.23	1.78	0.33	21.59	15.17	1.42	63.24	1.72	330

注: I. S.—中心位移, 相对于 α -Fe(mm/s); Q. S.—四极分裂(mm/s); T—线宽(mm/s); H—内磁场(koe); 测温条件: 室温; 57Co (Pd) 测算人: 严仲良

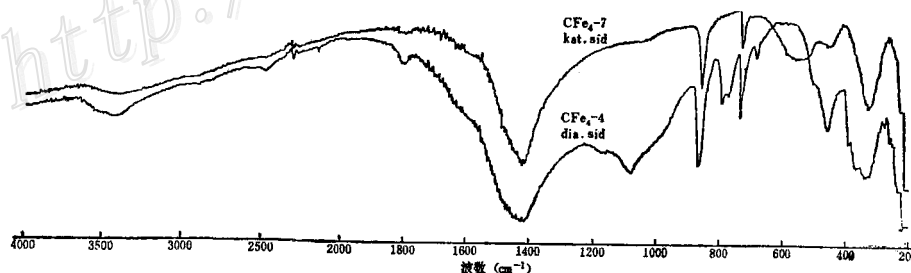


图4 四川綦江土台成岩菱铁矿(dia. sid., CF₄-4)与后生菱铁矿(kat. sid., CF₄-7)的红外光谱曲线

Fig. 4. Infrared spectra of diagenetic siderite (dia. sid., CF₄-4) and katagenetic siderite (kat. sid., CF₄-7) from Tutai, Qijiang County, Sichuan Province.

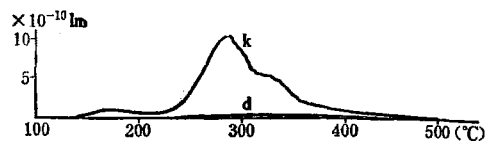


图5 四川綦江土台成岩菱铁矿(d)与后生菱铁矿(k)的天然热发光曲线

测试条件: 0.15—0.09mm; 5mg; 缓升温

Fig. 5. Natural thermal fluorescence curves of diagenetic siderite (d) and katagenetic siderite (k) from Tutai, Qijiang County, Sichuan Province.

从表2、3可见,灰色、青灰色、深灰色菱铁矿中 SiO_2 、 Al_2O_3 、S、有机碳、 TiO_2 等含量较高,TFe的含量较低,乃是由于其中泥质、砂质、硅质、有机质、黄铁矿等固态包体物质含量较多所致,是同生沉积物在固态条件下经成岩重结晶作用、交代作用形成的反映。米黄色菱铁矿中, SiO_2 、 Al_2O_3 、S、有机碳、 TiO_2 等含量较低,TFe含量较高,表明后生水溶解、搬运、沉淀出 FeCO_3 组分,使矿物成分净化变纯。

(二) 沉积菱铁矿的成因

正常沉积矿床中的菱铁矿,有人认为是同生作用阶段沉积形成的。事实上,菱铁矿是成岩作用和后生作用形成的。同生作用仅沉积三氧化二铁、氢氧化铁凝胶;成岩作用阶段,经有机质还原剂的作用,将 Fe^{3+} 还原成 Fe^{2+} ,并与有机质分解产生的 CO_2 化合,才形成青灰色(反映含有机质和其形成的强还原条件)均微细粒的成岩菱铁矿;后生作用阶段,地下水(后生水)溶解了成岩菱铁矿(FeCO_3),经很短距离的运移,再在断裂、缝隙、空洞中沉淀下来,形成米黄色、粗巨粒的后生菱铁矿。

1. 成岩作用形成菱铁矿的证据

(1) 成岩菱铁矿都与成岩作用阶段的还原剂——有机质(煤层、碳质页岩、黑色页岩、地沥青等)密切共生在一起。如产于上三叠世香溪群上煤系内陆湖泊-沼泽相的綦江铁矿床的菱铁矿与煤层直接接触(图6),而赤(红)铁矿矿体都远离煤层。四川彭县七间房中泥盆世海相菱铁矿层顶、底板的黑色页岩含有机碳0.62—0.75%(表5,标本系地表采集,已不同程度地遭受风化,故分析的有机碳数普遍偏低)。四川彭县小鱼洞棺木岩上二叠世龙潭煤系的黑色页岩中的结核状和薄层状菱铁矿本身便含有机碳1.04—0.78%(表5)。河北宣龙震旦纪海相沉积铁矿床主要有三层铁矿,为鲕状、肾状赤铁矿,上层铁矿厚约3m左右,上盘为厚约45m的黑色页岩,富含有机质还原剂,故使上层铁矿的上部变为厚约0.5—1m左右的假像鲕状菱铁矿。以上例证均说明成岩菱铁矿均与富含有机质还原剂的围岩紧密接触,与有机质有着极为密切的成因联系。而赤铁矿层都不直接与富含有机质的围岩接触,如四川江油马角坝何家湾中泥盆世海相沉

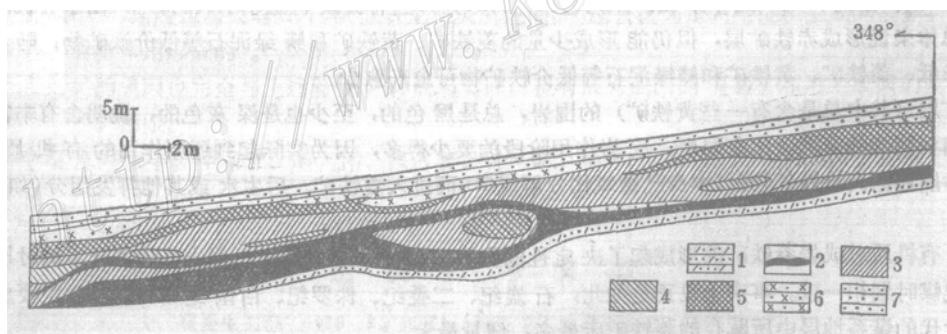


图6 四川綦江土台矿区平硐十四上山铁矿体与煤层关系素描图

1—含煤屑长石石英砂岩; 2—烟煤层; 3—菱铁矿; 4—燧石; 5—赤(红)铁矿; 6—铁质砂岩; 7—石英砂岩

Fig. 6. Sketch along 14th up tunnel of the gallery in Tutai ore district, showing close relationship between iron orebody and coal seam.

1—Feldspar-quartz sandstone containing coal detritus; 2—Bituminous coal seam; 3—Siderite; 4—Chert; 5—Hematite; 6—Ferriferous sandstone; 7—Quartz sandstone.

积赤铁矿层和近矿围岩(灰色页岩)的有机碳含量较低(0.07—0.18%),仅在镜下见其中含有少量菱铁矿、鲕绿泥石和黄铁矿。又如四川江油大炉山中泥盆世海相沉积赤铁矿层和近矿围岩的有机碳含量也较低(0.05—0.21%),镜下仅见少量菱铁矿等低价矿物。以上均说明有机碳与铁矿物相的密切关系。

表5 铁矿石及其围岩的有机碳含量

Table 5. Content of organic carbon in iron ores and their wall rocks

名 称	编 号	产 地	有机碳含量 (%)	名 称	编 号	产 地	有机碳含 量(%)
成 岩 菱 铁 矿	Xi-1	彭县小鱼洞	0.78	黑 色 页 岩	C ₂	彭县七间房	0.72
"	Xi-2	"	0.81	"	C ₄	"	0.62
"	Xi-3	"	1.04	"	C ₆	"	0.64
"	CFe ₄ -4	綦江土台	0.52	深灰色粉砂质页岩	G ₆	江油观雾山	0.42
"	C ₅	彭县七间房	0.55	灰 色 页 岩	H ₁	江油何家湾	0.11
风化成岩菱铁矿	C ₅	"	0.19	"	H ₃	"	0.14
鲕状成岩菱铁矿	G ₁	江油观雾山	0.28	"	H ₅	"	0.14
后生菱铁矿	CFe ₄ -7	綦江土台	0.19	"	H ₇	"	0.17
赤 铁 矿	H ₂	江油何家湾	0.07	"	H ₉	"	0.18
鲕 状 赤 铁 矿	H ₄	"	0.07	"	D ₂	江油大炉山	0.17
"	H ₆	"	0.07	"	D ₆	"	0.13
"	H ₈	"	0.11	泥 质 石 英 砂 岩	D ₁	"	0.21
"	D ₃	江油大炉山	0.10	"	G ₃	江油观雾山	0.24
"	D ₄	"	0.08	"	G ₅	"	0.28
"	D ₅	"	0.05	石 英 岩	G ₀	"	0.03
黑 色 页 岩	C ₁	彭县七间房	0.59				

分析单位:四川石油开发勘探研究院

H.M.斯特拉霍夫和И.И.罗姆认为,“沉积物中高铁和高铁(菱铁矿的铁)之间的关系直接取决于起还原作用并能把高铁转化为低铁的有机物质的数量”。H.M.斯特拉霍夫还具体指出,在成岩作用阶段,当有机碳含量低于0.3%时,形成红色相(赤铁矿相);高于0.3%时,就形成菱铁矿相(作者认为可形成菱铁矿-黄铁矿相);高于0.4%时,可形成黄铁矿相(作者认为可形成菱铁矿-黄铁矿相,两者是紧密共生的,而且一般总是菱铁矿的含量大于黄铁矿的含量)。这与作者所测的情况是一致的,即形成菱铁矿-黄铁矿相的有机碳含量均大于0.3%(彭县七间房、小鱼洞等菱铁矿床为0.55—1.04%);形成赤铁矿相的有机碳含量均小于0.3%(江油何家湾、大炉山等赤铁矿床为0.03—0.21%);当有机碳含量小于0.3%时,由于有机质还原剂不足,总体来说形成赤铁矿层,但仍能形成少量的菱铁矿、黄铁矿和鲕绿泥石等低价铁矿物;随着有机碳含量的降低,菱铁矿、黄铁矿和鲕绿泥石等低价铁矿物可愈来愈少。

菱铁矿层(其中总是含有一些黄铁矿)的围岩,总是黑色的,至少也是深灰色的,说明含有丰富的有机质。目前观测到的有机碳比之同生、成岩作用阶段的要少得多,因为实际起到还原作用的有机质已在成岩作用阶段还原高价铁矿物时,本身已被氧化分解成CO₂而进入菱铁矿、后生水或其他挥发组分(如CH₄)中。

显然,有机质对成岩菱铁矿的形成起了决定性的作用,因而,在理论上,形成菱铁矿最多的时期应与地史上的成煤时期相一致。事实上也正是如此,石炭纪、二叠纪、侏罗纪、白垩纪和第三纪等主要成煤时期及其他时代的煤系地层中所赋存的菱铁矿床最多,储量最大。

(2) 菱铁矿常交代鲕状赤铁矿和团块状赤铁矿成鲕状、团块状等的假像构造。镜下常见均微细粒菱铁矿不同程度地交代赤铁矿(照1),甚至全部交代形成由均细粒菱铁矿组成的鲕状假像构造(照6)及团块状假像构造。这充分说明均微细粒菱铁矿系在成岩作用阶段的还原条件下由交代赤铁矿而成。具鲕状构造的菱铁矿决不可能由Fe(HCO₃)₂在同生作用阶段沉淀形成,因为Fe(HCO₃)₂极易氧化、水解为Fe(OH)₃,而鲕状构造常具交错层理、冲刷构造、分选现象、粒序层理、鲕粒破碎、共生的贝壳破碎等特征,这些特征应

反映富氧动荡水环境,与 FeCO_3 的形成条件(应是还原条件形成)是矛盾的。说明具鲕状假像构造的菱铁矿是在成岩作用阶段通过交代鲕状赤铁矿的方式形成的。

(3) 在菱铁矿层中常见有红色赤铁矿的交代残余,说明同生沉积是三价铁凝胶,青灰色均微细粒的菱铁矿是成岩作用阶段交代赤铁矿形成的。

(4) 在红色赤铁矿矿石中,常见一些青灰色的均微细粒菱铁矿呈不规则脉体交代红色隐晶质赤铁矿或鲕状赤铁矿(四川彭县七间房、江油观雾山、大炉山等铁矿床中常见,如照1)。此现象亦可说明此种均微细粒菱铁矿系成岩作用形成,而不是同生作用形成的。

(5) 均微细粒菱铁矿经常与鲕绿泥石、细鳞绿泥石、莓状黄铁矿等成岩作用形成的矿物密切共生,从而说明均微细粒菱铁矿也是成岩作用形成的。

(6) 河水、海水、湖水中低铁的浓度很小,难于达到过饱和而在同生沉积作用阶段沉淀。

(7) 低铁(Fe^{2+})在河水的搬运过程中,极易氧化成高铁铁(Fe^{3+}),不可能在沉积盆地中于同生沉积作用阶段以低铁矿物(FeCO_3)形式沉淀。

(8) 河流搬运来的大量三价铁胶体,在海、湖盆地的浅水中迅速沉积,没有足够的时间进行还原,也没有还原条件和足够的还原剂来进行还原,使之成低铁碳酸盐沉淀。

(9) 同生沉积阶段的浅水中,达不到形成菱铁矿所需的 $f\text{CO}_2$ 。

(10) 现代湖盆沉积物的研究表明,菱铁矿均产于几米深以下的剖面中,以上没有,说明其形成于成岩作用阶段,而不是形成于同生作用阶段。

此外,还须指出,在成岩作用阶段,交代作用很发育,与后生作用阶段发育的交代作用同样重要(成岩赤铁矿交代石英砂屑,成岩菱铁矿交代成岩赤铁矿、成岩鲕绿泥石、成岩方解石、硅质岩、石英砂屑等)。

2. 后生作用形成菱铁矿的证据

许多米黄色、淡黄色、米白色的,粗巨粒结构的,呈脉状、晶洞状、斑点状构造的,成分比较纯净的,沿各种断裂、裂隙、空隙分布的,常切穿层理的菱铁矿,都是后生作用形成的。显然,这是后生水溶解成岩菱铁矿层或围岩中的分散成岩菱铁矿,再在裂隙中沉淀形成。这种后生菱铁矿,可形成零点几毫米到数十米的脉体(湖南道县后江桥的后生菱铁矿体厚度为59.77—1.42m)或透镜体(厚度变化一般较大),不显或仅显微弱的围岩蚀变。与后生菱铁矿共生的,常有后生成因的粗巨粒的黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、斑铜矿、石英、白云石、方解石和镜铁矿。后生菱铁矿形成的沉积后生矿床,在贵州、江苏、湖南等省有广泛的分布。

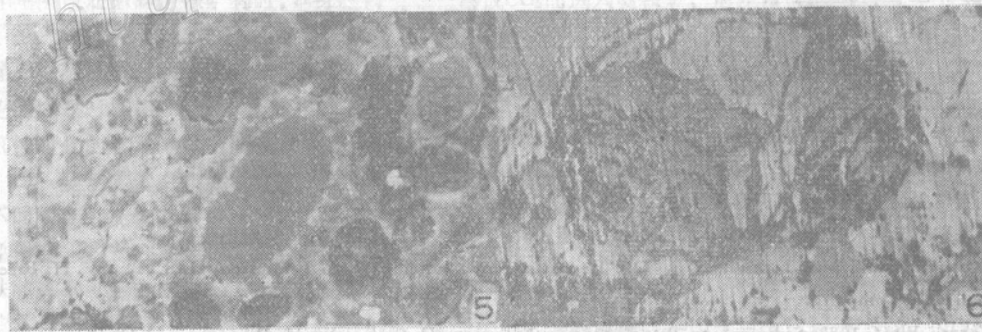
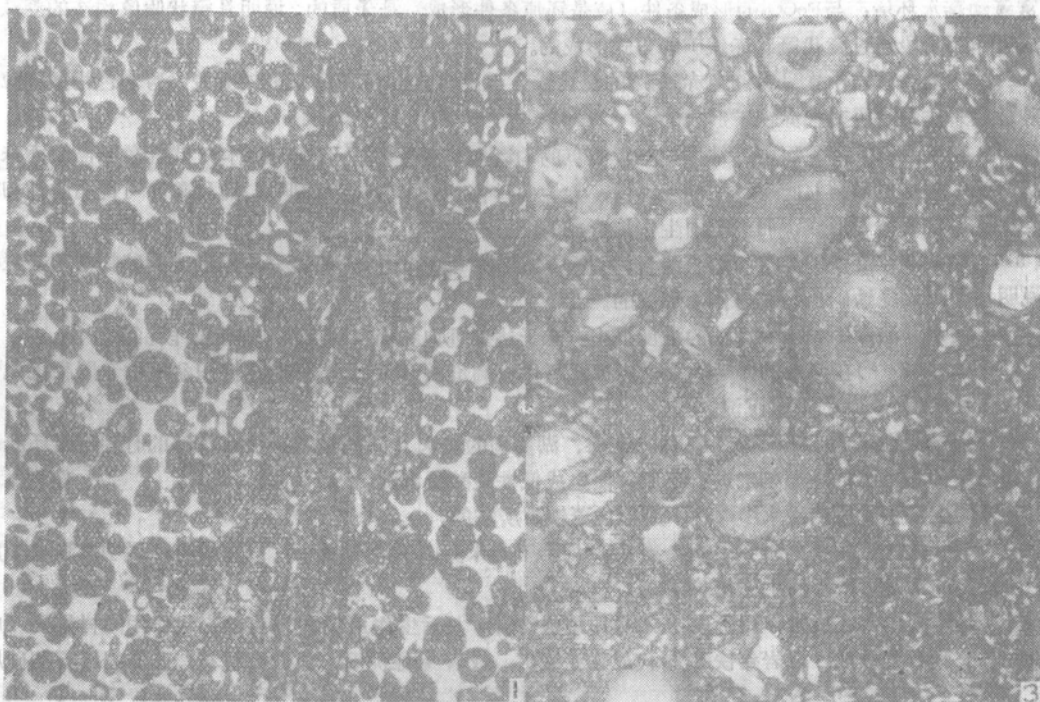
如上所述,青灰色均微细粒的菱铁矿是成岩作用形成的,米黄色粗巨粒的较纯净的菱铁矿是后生作用形成的。正如H.M.斯特拉霍夫与И.Г.萨波日尼科夫所述的:“过去认为是同生沉积生成的很多矿产,实际上都是成岩、后生作用形成的”。

沉积菱锰矿的成因也完全与上述菱铁矿的成因类同,也有成岩成因的菱锰矿和后生成因的菱锰矿,其基本特征与菱铁矿相似。

工作中得到刘永丰、邓启予、邵伟、张占鳌、钟渝、李才一、何亚伦等同志的帮助和支持,谨致衷心的感谢。

主要参考文献

- [1] 袁见齐 朱上庆 翟裕生主编 1979 《矿床学》(高等学校试用教材) 地质出版社
- [2] 成都地质学院编 1961 《矿床学简明教程》(高等学校教材试用本) 中国工业出版社
- [3] 刘宝珺主编 1980 《沉积岩石学》(高等学院试用教材) 地质出版社
- [4] 菱铁矿矿床学术会议论文集编辑组 1933 《菱铁矿矿床学术会议论文集》 科学出版社
- [5] Park, C. F. and Macdiarmid, 1975, Ore Deposits(Third Edition). San Francisco, U. S. A., W. H. Freeman and Company.
- [6] Harvey Blatt, 1982, Sedimentary Petrology. San Francisco, U. S. A., W. H. Freeman and Company.



照片说明

- 照片1 方解石(白)胶结的鲕状赤铁矿(黑)被细脉状均微粒菱铁矿(灰色)交代 透光 单偏光 长边5.68mm 四川彭县七间房Cm3
- 照片2 粗粒后生菱铁矿透光 单偏光 长边1.42mm 四川綦江土台 CFe₄-7
- 照片3 成岩菱铁矿(均微粒)与含石英砂屑(白)的鲕绿泥石(鲕状,灰色)密切共生 透光 单偏光 长边1.42mm 四川彭县七间房Cm1
- 照片4 均微粒成岩菱铁矿交代含石髓的鲕状赤铁矿(灰白)及方解石(深灰) 反光 单偏光 长边0.438mm 四川彭县七间房Cm29
- 照片5 均微粒成岩菱铁矿(灰白—灰)及黄铁矿(白)交代鲕绿泥石(鲕状,灰)、石英砂屑(深灰,高突起)及硅质岩(灰黑) 反光 单偏光 长边0.438mm 四川彭县七间房Cm4
- 照片6 成岩菱铁矿假鲕(系交代鲕状赤铁矿而成) 反光 单偏光 长边0.438mm 河北宣化庞家堡CFe₁-22

GENETIC SUBTYPE CLASSIFICATION OF SEDIMENTARY DEPOSITS AND GENESIS OF SEDIMENTARY SIDERITE

Qiu Zhuguo

(Chengdu College of Geology, Chengdu, Sichuan Province)

Abstract

The formation process of sedimentary deposits might be divided into three minerogenic stages, i. e., syngenetic sedimentation, diagenesis and anadiagenesis (katagenesis). The features of sedimentary ore deposits so far preserved must have been formed chiefly at the last minerogenic stage.

Based on formation process and intensity of various minerogenic stages, the author has divided the sedimentary deposits into four genetic subtypes:

1. Sedimentary syngenetic deposit;
2. Sedimentary diagenetic deposit;
3. Sedimentary diagenetic-anadiagenetic deposit;
4. Sedimentary anadiagenetic deposit.

The siderites present in normal sedimentary deposits and sedimentary rocks were formed either at diagenetic stage or at anadiagenetic stage, with the former called diagenetic siderite, and the latter anadiagenetic siderite. Their chief characteristics are given in Table 1.

The gray, even, impalpable and fine-grained siderites seem likely to be pro-

ducts of diagenesis, as evidenced by following facts:

(1) They are closely associated with such organic substances as coal seam, carbonaceous shale, black shale and asphaltite (Fig. 6, 7, Table 5). when the organic carbon content is higher than 0.3%, siderite + chamosite + pyrite facies will be formed (Figs. 6, 7); if it is less than 0.3%, hematite facies occurs (Figs. 8, 9, Table 5), containing a small amount of siderite.

(2) Hematite has been commonly replaced by siderite to form lots of replacement fabrics, especially pseudomorphic fabrics and replacement remnants (Fig. 10).

(3) Siderites are in close association with such diagenetic minerals as chamosite, thuringite, framboidal and pyrite.

The rice-yellow, coarse and large grained siderites are products of anadiagenesis, as can be substantiated by following evidence:

(1) They have coarse or large grains, abundant fluid inclusions, relatively pure composition and very weak alteration.

(2) Veined, drusy, comby structures and precipitation textures are frequently seen.

(3) The veined orebodies composed of siderites are seen to cut across strata or occur along the exfoliations of strata.

(4) Siderites are intimately related to anadiagenetic magnetite, specularite, maghemite, quartz and rock crystal, calcite, pyrite, galena and sphalerite.

The replacements, whether they occurred at diagenetic stage or at anadiagenetic stage, are very distinct and of great significance.