

海南島石碌富鐵礦含鐵 岩系沉積形成條件的初步分析*

梁百和 鄧鉄殷 吳華新 朱素琳

(地理學系 地質學專業)

石碌富鐵礦含鐵岩系主要是指與鐵礦有密切成因聯繫、同屬一沉積旋迴的岩層組合。它位於含礦地層——石碌群**上部。石碌群是一套厚度較大、組份簡單、原岩為具韻律結構的粉砂——泥質過渡類型岩石，間夾白雲岩和砂岩。其岩層組合、旋迴劃分及含鐵岩系在剖面中的位置見表 1。

我們認為，產於石碌群上部的富鐵礦床具有明顯的正常沉積成因特徵。本文試就其含鐵岩系的沉積形成條件作一初步分析。

一、含鐵岩系及其上覆地層的岩石組合特徵

1、含鐵岩系的岩石組合特徵

含鐵岩系主要岩石組合是赤鐵礦——泥岩——細碎屑岩(含鐵建造)，見於中部；次要岩石組合是白雲岩——含硅、泥質及粉砂條帶白雲岩——細碎屑岩，含銅、鉛礦床，見於下部；其上部為一套具有反韻律特徵的含碳酸鹽及鐵質泥岩——細碎屑岩。

①中部——含鐵建造的岩石組合特徵

a、含鐵建造的岩石共生關係：含鐵建造是直接與貧、富赤鐵礦密切共生的岩石組合，主要是一套鐵灰色、深灰色的含砂、泥質或少量硅質的貧鐵和富鐵礦石，並以含鐵千枚岩、含鐵細砂—粉砂岩為主要圍岩組成具韻律結構的沉積岩組合。其縱、橫方向各類型岩石(包括礦石)由於鐵質含量及碎屑粒級的变化而相互過渡。含鐵千枚岩原岩是含鐵泥岩，通常以薄層—微層狀組成赤鐵礦層的直接或間接頂

*曾經參加本研究工作的還有貴陽地球化學研究所楊秀珍，南京地質古生物研究所江納言、張俊明、鄭自雲、邱金玉等同志。

**關於石碌群的時代問題，目前尚有不同認識。根據現有古生物和同位素年齡資料，似應置於中、上寒武統較為合適。

表1 石碌群岩层组合及沉积相—旋迴划分简表

系	統	群	組	段	主要岩层组合	厚度(米)	沉积相	旋迴	备注	
石炭系	下統(?)		三棱山組		含炭质泥岩(未見顶部) 石英砂岩 砾岩、砂砾岩、粉砂质泥板岩	>64.38	海 湾	海 进 旋 迴	…間断	
				上段	重結晶白云岩中夾粉晶白云岩, 部分透閃石化	43.33				
			石灰頂組	中段	泥板岩、粉砂質泥板岩、含炭質泥板岩中夾粉晶白云岩	>185.9	濱 海 相	海 进 旋 迴		
				下段	石英砂岩 粉砂質泥岩、含鉄砂岩、貧赤鉄矿 含炭質泥岩或泥板岩中夾石英砂岩	>98.05				濱 海 相
寒武系(?)		石碌群	上亞群	上段	重結晶白云岩 含炭質白云岩夾含炭千枚岩 条帶狀透閃石化白云岩	>347.43	泻湖相	海退旋迴	…間断	主要含鉄岩系
				中段	细纹层狀泥岩、粉砂質泥岩(或千枚岩)石英砂岩或石英岩、 含鉄千枚岩、含鉄砂岩、赤鉄矿 透輝石透閃石岩、条帶狀透閃石化白云岩、石英砂岩	184.10	海湾—泻湖相	海退旋迴		
				下段	石英絹云母片岩、絹云母石英片岩 石英岩及石英片岩 白云母石英片岩	>471.84	淺海—海湾相	海进旋迴		
			中亞群	上段	石英片岩 絹云母石英片岩、二云母石英片岩 含綠泥石石英云母片岩	174.75	淺海—海湾相	海退旋迴		
				中段	蛇纹石化鎂橄欖石大理岩、透閃石岩、白云岩	>15.90				
				下段	絹云母石英片岩、片理化石英岩 含炭質紅柱石白云母石英片岩或石英絹云母片岩、 含紅柱石二云母石英片岩、电气石石英片岩(未見底)	>480.69	淺海相			

底板。主要矿物成分为绢云母，一般都含有数量不等、分选较好、形态不甚规则的石英粉砂和硅质团块（图版 I—1）。而铁质则呈星散分布质点、不规则团块和内碎屑（intraclastic）等结构（图版 I—2）。当铁质含量增加时，含铁千枚岩则向贫铁矿乃至富铁矿过渡。横向尖灭被富铁矿代替或呈透镜体被包于富铁矿中的现象屡见不鲜。成熟度高的含铁砂岩或铁质砂岩通常也是赤铁矿层的围岩或间接顶底板。其共生关系往往是含铁砂岩或铁质砂岩—含铁千枚岩—赤铁矿。少数情况下可组成赤铁矿的直接顶底板。当铁质含量增加时，过渡为贫铁矿。碎屑组分为简单，主要是石英，粒度0.1—0.2毫米左右，常含粉砂及中砂粒级，分选中等（图版 I—3）。较细粒级的碎屑石英以半园状为主，次为半稜角状。而较粗粒级的园度极好，常可见到多次次生加大的再生边及被铁质胶结物溶蚀成浑圆或极不规则形状（图版 I—4、图1）。其胶结物除铁质外，尚有泥、硅质成分，时有少量绿泥石及重晶石。

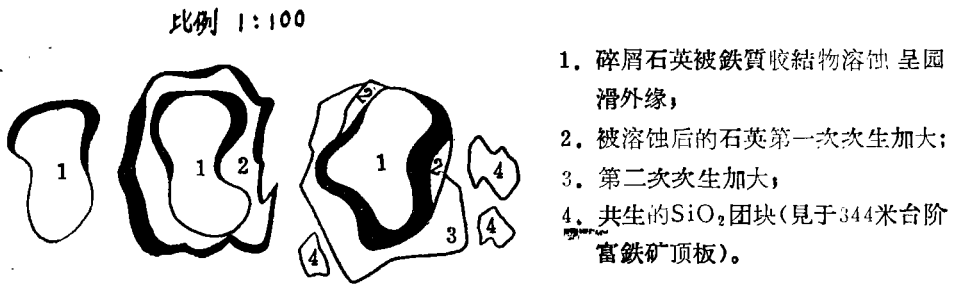


图 1 鉄質砂岩(貧鉄矿)中碎屑石英被鉄質溶蚀及多次次生加大

b. 矿石的组分与沉积结构：赤铁矿是石綠式富鉄矿床的主要矿石类型，它是含鉄岩系岩石组合中的重要组成，呈层状、似层状产出，厚数米至数十米。矿石化学成分和矿物成分简单（表 2）。就成因意义而言，矿石结构和组分（原生组分及混入组分）比之矿物成分、化学成分更为重要。赤铁矿的原生组分和沉积结构与灰岩的组分和结构类似。与灰岩一样，矿石的铁质组分可区分出直接从溶液或胶体溶液中沉淀的细粒软泥状沉积（基质）或沉积后在矿石（或岩石）空隙中结晶（胶结物）两类，统称正化物（orthochem）；另一种则是沉积前因机械作用搬运而来的含鉄颗粒集合体。这些含鉄颗粒集合体彼此以一定形态和内部结构相区别，称异化物（allochem）。直接从含鉄溶液或胶体溶液沉淀的铁质软泥状沉积物（基质）的原生结构镜下不易鑑别。重结晶和变质作用改变了铁质正化物的原始结构。现今看到的多是致密状鳞片变晶结构矿石，但仍可借助具有明显成因特征的泥质、硅质及石英粉砂等混入物组分和所保留的层状、条带状及水平—微斜层理构造说明其沉积成因（图版 I—5、6）。至于充填于陆源碎屑空隙中的鉄质胶结物无疑是正常沉积产物。镜下易于鑑别的是

表2 赤铁矿的主要氧化物及微量元素含量

样品号	地点 (台阶)	矿石 名称	主要氧化物含量 %										
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O
408	344	赤鉄	18.05	78.25	1.45	0.04	0.14	0.23	0.13	0.04	0.069	0.027	0.066
401	344	赤鉄	12.44	80.54	4.26	0.17	0.09	0.47	0.33	0.14	0.016	0.033	0.023
320	377	赤鉄	20.71	56.88	2.69	0.14	0.17	0.28	0.12	0.19	0.047	0.033	0.066
318	377	赤鉄	6.83	89.43	?	0.19	0.08	0.22	0.12	0.16	0.012	0.053	0.071

样品号	地点 (台阶)	矿石 名称	主要微量元素含量 ppm								
			Sr	Ba	Mn	Cu	Co	Ni	Zr	Ga	Zn
408	344	赤鉄	10	1000	≤1000	≥100	/	≤10	/	3	/
401	344	赤鉄	100	≥10000	≥1000	≥100	/	<10	/	≤3	/
320	377	赤鉄	30000	>30000	1000	10	/	痕	≤10	≤3	/
318	477	赤鉄	10	3000	≤1000	10	/	痕	痕	≤3	/

异化物。主要有铁质内碎屑、鲕粒和团块。其中铁质内碎屑是指在盆地内部由准同时破碎作用(Contemporaneous fragmentation)所形成的颗粒状沉积物,其外形不规则而分选较差。(图版 I-1)。铁质鲕粒是一种砂级具有同心状构造的颗粒,常与铁锰质鲕粒共生。核心成分比较多样,可有铁质内碎屑、铁质团块、硅质和泥质团块及陆源碎屑石英。鲕环由赤铁矿和泥质交互组成。多数铁质鲕粒为椭圆状的变形鲕(图版 I-2,3)。铁质团块是指由凝聚作用(aggregation)形成的园度高、成分纯的均匀铁质集合体,外形以长园、椭圆形居多,少数不规则。(图版 I-4),矿石品位较高。铁质内碎屑、鲕粒、团块密切共生,并混有数量较多、粒级较细的陆源碎屑石英及泥质物。这些异化物和陆源碎屑多在后生和变质作用过程中变形、改造和重结晶,并和正常碎屑岩的胶结结构一样,被铁质、泥质、时有少量硅质及重晶石等正化物所胶结。根据上述铁质组分特征和主要混入物组分可将石碌富铁矿床赤铁矿石的结构一成因分类归纳如表3。

除赤铁矿外,含铁建造中下部尚有少许原生磁铁矿及菱铁矿。

c、含铁建造的韵律:在主矿层上、下层位,一些薄层状赤铁矿与含铁泥岩、粉砂质泥岩、含铁砂岩薄层常组成韵律(图2)。部分粉砂岩及粉砂质泥岩含碳酸盐成分。一个基本韵律单元厚仅数厘米-数十厘米。韵律层内部,岩相变化很大。含铁粉砂质泥岩沿水平方向常可相变为赤铁矿。季节性的气候变化和水动力条件周

表 3 石碌富鉄矿床赤鉄矿石结构—成因分类简表

成因	类	鉄质組分	混入組分	結構构造	矿石名称举例	矿石质量
以化学和胶体化学作用成因为主	硅、泥质	緻密狀沉积	少量 硅 质	緻密块狀	层狀赤鉄矿	富矿为主
	赤鉄矿类 (正化物 >50%)	条帶狀、 层狀沉积	硅质条帶或硅质, 少量石英粉砂	条帶狀	条帶狀硅质赤鉄矿	"
		层狀沉积	泥质薄层和少量 石英粉砂	层狀、层理	层狀泥质赤鉄矿 层狀粉砂质赤鉄矿	富矿及 貧 矿
以机械作用成因为主	砂、泥质 赤鉄矿类 (異化物 >50%)	内碎屑	泥—硅质及石英粉砂	内碎屑結構	内碎屑赤鉄矿	貧矿为主
		鲕粒及与内 碎屑共生	石英粉砂及泥、硅质	鲕狀結構	鲕狀赤鉄矿	"
		团块及与内 碎屑共生	泥质为主, 少量石英粉砂	团块結構	团块狀赤鉄矿	富矿及 貧 矿
	有大量 陆源 碎屑 混入	基底式 胶結物	石英砂、粉砂 及少量泥质	碎屑結構	含鉄砂岩或鉄质 粉砂质千枚岩	貧矿

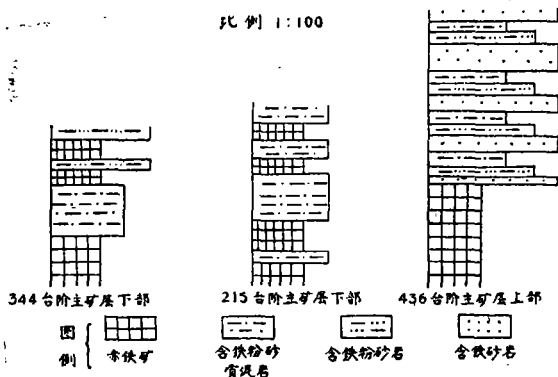


图 2 見于主矿层上、下的含鉄与不含鉄韻律

期性地改变有利于这种韻律的形成。

d、含鉄建造的其它岩石类型：在含鉄建造中，特别是，赤鉄矿的围岩尚有少数是含泥质、硅质（或粉砂质）条帶白云岩、硬石膏和鉄质硅质岩薄层。前者具条帶狀构造并多已透辉石透闪石化，在泥质条帶中尚可见到由鉄质微粒组成的微斜层理及微波狀层理（图版Ⅱ—5），硬石膏成分较纯，可作为矿层顶底板。鉄质硅质岩薄层野外通常被认作‘碧玉’。事实上，这种由硅质、鉄质组成的岩石除碧玉外尚可

见到由硅、铁质组成的髓粒及团块(图版Ⅱ—6), 还有的是铁、硅质脉体密集穿插, 其成因尚不清楚。

②下部及上部岩石组合概述:

a、含铁岩系下部岩石组合以岩相变化大, 受热、动力变质改造明显为特征。厚度变化可从0—数十米, 岩性变化可从白云岩、泥质粉砂质白云岩变为含碳酸盐石英砂岩、石英岩。热动力变质改造主要表现为岩石重结晶并发生透闪石、透辉石化及钾长石化, 原始组构多被破坏。

b、含铁岩系上部具有反韵律特征的含碳酸盐及铁质泥岩——细碎屑岩, 在岩石组分和结构上与中部含铁建造相似。所不同的是铁质含量锐减, 高价铁、锰矿物增加, 岩石粒度自下而上反韵律特征明显, 纹层构造极为发育(图版Ⅲ—1、2、3), 砂岩——粗粉砂岩结构成熟度更高, 相变明显。其中砂岩的碎屑组分除石英外尚有少量石英岩屑和铁质内碎屑。石英次生加大明显, 磨圆分选较好, 较粗粒级的圆度更好。粒度成分多以细砂—粉砂为主。中砂和粗砂一般不单独组成中粗粒砂岩, 而以5—10%左右混入细砂岩或粗粉砂岩中(图版Ⅲ—4), 与细砂—粉砂显然不是同一介质动力条件下搬运沉积产物, 而是在风暴或潮汐影响下将滨岸圆度好的中—粗粒石英砂带入细砂—粉砂沉积区。岩石胶结物多以铁、硅质等稳定成分为主, 次为泥质、绿泥石及方解石。以铁质为胶结物的石英砂岩中的碎屑石英亦多被溶蚀呈不规则的圆滑边缘及港湾状(图版Ⅲ—5)。受变质较强的砂粒常被拉长, 部分变为石英岩或石英片岩。

2、含铁岩系上覆地层的岩石组合

含铁岩系之上, 尚有一套与含铁岩系同属一沉积旋迴厚达300余米含炭质泥岩夹层的厚层白云岩。它是成铁盆地连续发展的产物。岩石组合自下而上为条带状透闪石化白云岩—含炭质白云岩中夹含炭质千枚岩—重结晶白云岩。这些碳酸盐岩化学成分简单, CaO 平均含量为30.95%、 MgO 为20.24%、 $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}}$ 值很低, 其原生矿物成分主要为白云石。中下部混有少量炭质、泥质、细粉砂或硅质, 并组成岩石条带或纹层构造, 继承了含铁岩系上部的某些特征, 两者呈渐变关系, 中部的含炭质白云岩及其所夹的炭质千枚岩(原岩为炭质泥岩)则具水平层理及反映活动水流特征的低角度交错层理(图版Ⅲ—6), 含炭质千枚岩尚含蠕虫痕迹化石, 上部重结晶白云岩含杂质极少, 不显层理, 原始成因标志镜下不易恢复。

二、含铁岩系沉积形成条件的分析

石碌富铁矿含铁岩系在下伏石碌群上亚群中段陆源粉砂岩、粉砂质泥岩的基础上发育, 后者在矿区内外分布广泛, 岩性岩相稳定, 为石碌群第二沉积旋迴的较大海

侵产物, 铁质呈分散质点或低价含铁矿物进入粉砂—泥质沉积物中。及至含铁岩系下部, 海退导致盆地内缩造成浅海—海湾环境。古海岸线变迁使海湾不同部位控制着碳酸盐和碎屑沉积的分异作用。含泥、硅质或粉砂质镁质碳酸盐沉积为主并与碎屑沉积相变是盐度较高海湾不同沉积部位的反映。海退型海湾不同部位控制沉积作用和沉积物性质的事实可以从近代沉积中找到例证。部分铁质在盆地内缩的较深水部位呈低价铁盐(黄铁矿)沉积。含铁岩系上部的岩相变化与下部相似。但岩石组合却以含碳酸盐及铁质的泥岩、粉砂岩和砂岩为主, 广泛发育的纹层构造和砂岩—粉砂岩中园度极好的碎屑石英以及含高价铁、锰矿物的出现明显区别于下部, 表明它已接近于浅水近滨沉积。被夹于上述两套岩石组合中间以赤铁矿、粉砂质泥岩、粉砂岩为主的岩石组合位于含铁岩系中部, 成铁海湾盆地处于相对稳定阶段。在以机械沉积作用为主的条件下, 海平面升降频繁、介质动力条件周期性地改变以及随之而来的大量陆源细碎屑物质呈悬浮状态带入盆地不利于厚层富铁矿的形成, 只能形成含有赤铁矿薄层的韵律层。这种韵律不是地壳振荡运动的物质记录, 而受季节性影响的可能性较大。陆源碎屑大量带入盆地反映成铁海湾盆地可能经历过暂短的淡化阶段。湿热气候有利于 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ 胶体(或机械悬浮物)及其它含铁络合物和陆源碎屑一起带入盆地。铁质海底火山来源论强调了铁质主要来自海底火山作用而排除陆源的可能性。我们认为, 海洋沉积物固然是铁质的一个重要来源。但是, 海洋沉积物是复杂的, ‘海底火山作用’并不能概括海洋铁质来源的全貌。问题还在于如此大量陆源物质带入盆地, 而铁质则完全来自相反方向则是令人难以理解的。我们同意铁质多来源的观点。但对来自海洋的证据研究得不够。铁质鲕粒、内碎屑、团块和含中粗砂的含铁砂岩、粉砂岩是在特定的浅水条件下形成的。铁质鲕粒在海水搅动条件下形成; 铁质内碎屑是层状铁质沉积物形成后在海水搅动或海流、波浪作用下破碎而成; 铁质团块则是在海水微弱动荡条件下由铁质胶体凝聚而成。而含中—粗砂的含铁细砂岩或含细—中砂的含铁粉砂岩中不同粒级的碎屑石英显然不是同一介质动力条件下的搬运产物。较细粒级代表在中等—较弱定向水流作用下经过较远距离搬运带进海湾的正常陆源碎屑, 机械分异作用使之达到良好的分选。分选较差园度很好的较粗粒级则是再搬运再沉积产物。上述组分被铁质、泥质胶结则可形成以机械作用成因为主的贫矿或部分富矿, 具浅水近岸特征, 并与以化学或胶体化学成因为主的富矿密切共生。从能量观点分析, 韵律层、铁质鲕粒、内碎屑、团块和石英砂—粉砂等组分, 不管其前期形成历史如何, 沉积时均受制于机械作用定律。这里缺乏较粗粒级的陆源碎屑和反映活动水流特征的各种层理, 铁质鲕粒鲕环数目较少、部分鲕环并未全部包裹核心表明其搬运和搅动能量条件处于中低能区。海湾盆地的物理化学条件相对稳定、机械沉积作用减弱和陆源碎屑供应贫乏的低能条件有利于富铁矿的持续形成。海平面的缓慢上升不断与铁质沉积物取得平衡, 使之形成厚度巨大的富铁矿层。在这一条件下, 赤铁矿的混入组分主要是少量硅、泥质和少量石英细粉砂, 而缺乏较粗粒级的碎屑石英和铁质异化物, 这反映了机械沉

积与化学、胶体化学沉积的消长关系。含铁岩系普遍含有镁质碳酸盐和少量沉积重晶石作为细碎屑岩和不纯泥岩的杂质组分表明，即使在以赤铁矿、细碎屑岩为主的成铁阶段，海湾保持了较高的含盐度。少数情况下作为近上部赤铁矿层顶底板的硬石膏，指示盆地不断封闭进入海湾—泻湖阶段，古气候亦从湿热向干热转化。含铁岩系中下部黄铁矿、磁铁矿或菱铁矿的平面分布和相互关系虽还研究得不够，但也反映由老到新黄铁矿—磁铁矿或菱铁矿—赤铁矿的矿物相递变；即从还原环境向氧化环境过渡。含铁岩系上部及上覆白云岩下部岩石组分和构造特征具有某些相似性，一些粒级较粗圆度较好的砂岩可能属潮坪砂坝沉积。盆地进入蒸发泻湖阶段结束了铁质沉积物的形成作用。含铁岩系与上覆蒸发型白云岩的沉积发育过程如图3。厚层质纯白云岩的成因标志因受重结晶改造尚不清楚，但从其共生的炭质白云岩和炭质泥岩夹层分析，前者具水平层理及低角度交错层理后者含蠕虫痕迹化石的事实看，它们仍是较浅水产物。

应该指出，不少人认为从石碌群上亚群中段的细碎屑岩——含铁岩系下部相变较大的不纯碳酸盐岩——含铁岩系之上的厚层质纯白云岩的交替，即从碎屑岩——碳酸盐岩的交替是由粗→细海水加深的海侵层序。这种把碳酸盐岩看作较深水沉积和海侵产物的认识是对沉积分异作用的一种误解。事实上，无论根据近代沉积还是古代岩石组构特征，碳酸盐岩多数是一种浅水或极浅水产物。由于错误地把碳酸盐

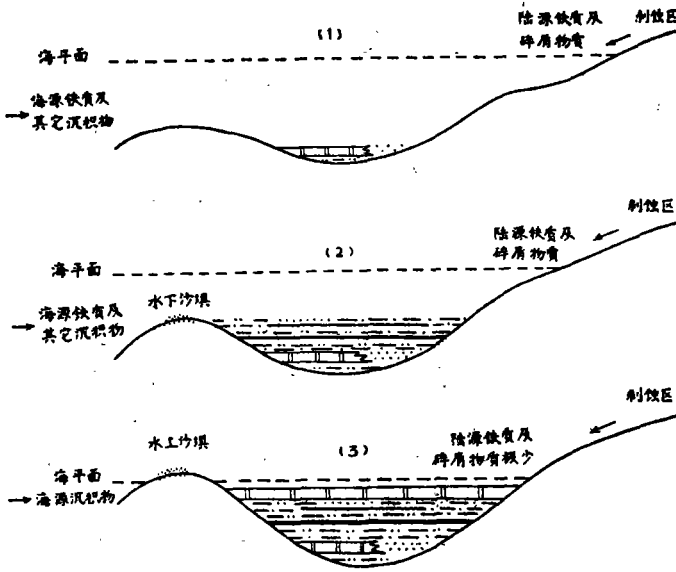


图3 含铁岩系及上覆蒸发岩的沉积形成过程

1. 浅海—海湾环境下沉积含铁岩系下部相变较大的地层。
2. 海湾及海湾—泻湖环境下沉积含铁岩系中上部地层。
3. 封闭—半封闭泻湖环境沉积含铁岩系上覆的蒸发岩。

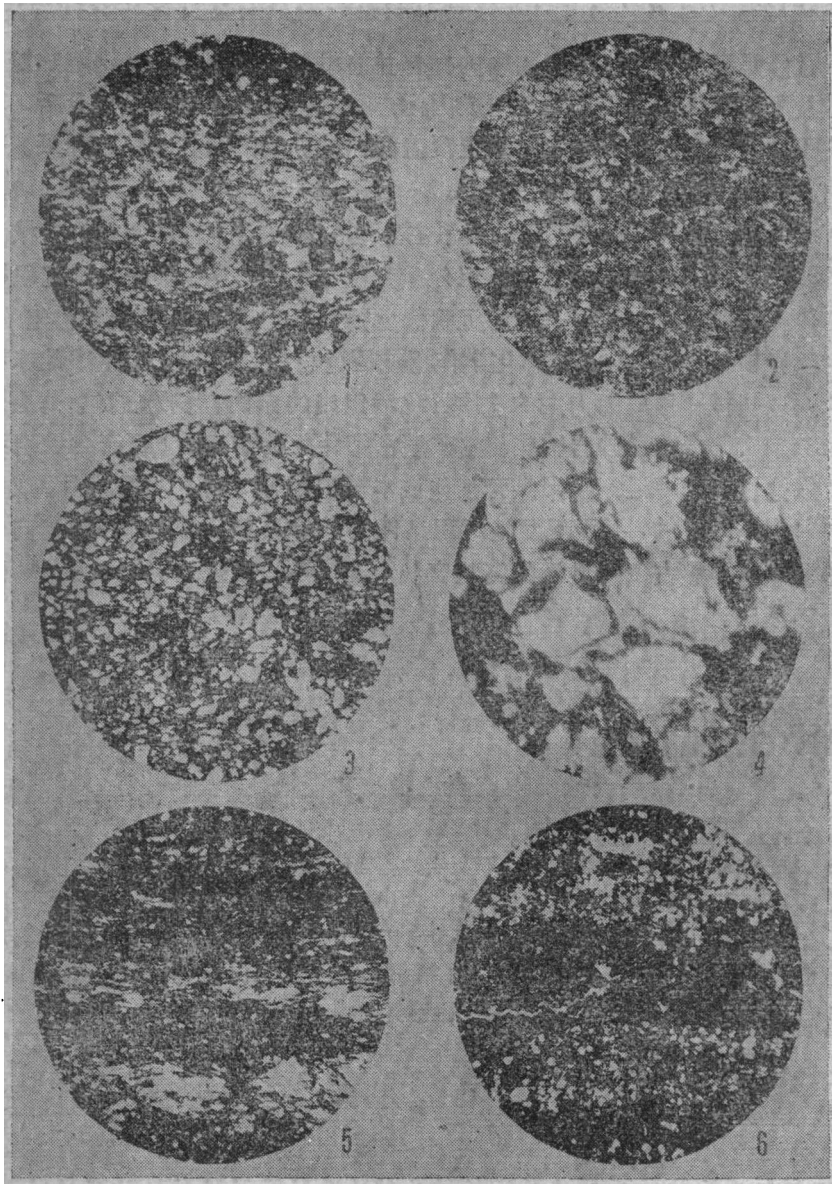
沉积看作是海水加深、沉降加剧的标志并简单地认为海侵就是海水加深,因而推论碳酸盐沉积是海侵沉积而缺乏对成因标志和共生岩石组合的具体分析。实际上,海侵的正确含义应当是海水在平面上覆盖面积的扩大,而并非海水加深。这种海水覆盖面积的扩大往往与大陆夷平有关。

综合上述,石碌富铁矿产物是一套以细碎屑岩为主的机械沉积产物并不纯镁质碳酸盐岩共生。岩石组分多为稳定成分,具有某些浅水沉积标志,属海退型浅海—海湾——海湾—泻湖沉积。主要矿石矿物赤铁矿的原生组分和沉积结构与灰岩相似。以化学、胶体化学作用成因为主的铁质正氧化物组成的赤铁矿多为富矿,而以机械作用成因为主的铁质异氧化物组成的赤铁矿多为贫矿。薄层赤铁矿常与含铁粉砂质泥岩或粉砂岩构成与主矿层密切伴生的韵律。上覆于含铁岩系之上的镁质碳酸盐岩亦为海退产物,具有某些浅水沉积标志,属蒸发泻湖相。成铁盆地的扩张和内缩是频繁的,并引起盆地沉积条件的不断改变。由浅海—海湾向海湾—泻湖及由湿热向干热古气候过渡的高盐度浅水海湾—泻湖盆地有利于赤铁矿及其共生岩石的形成。

参 考 文 献

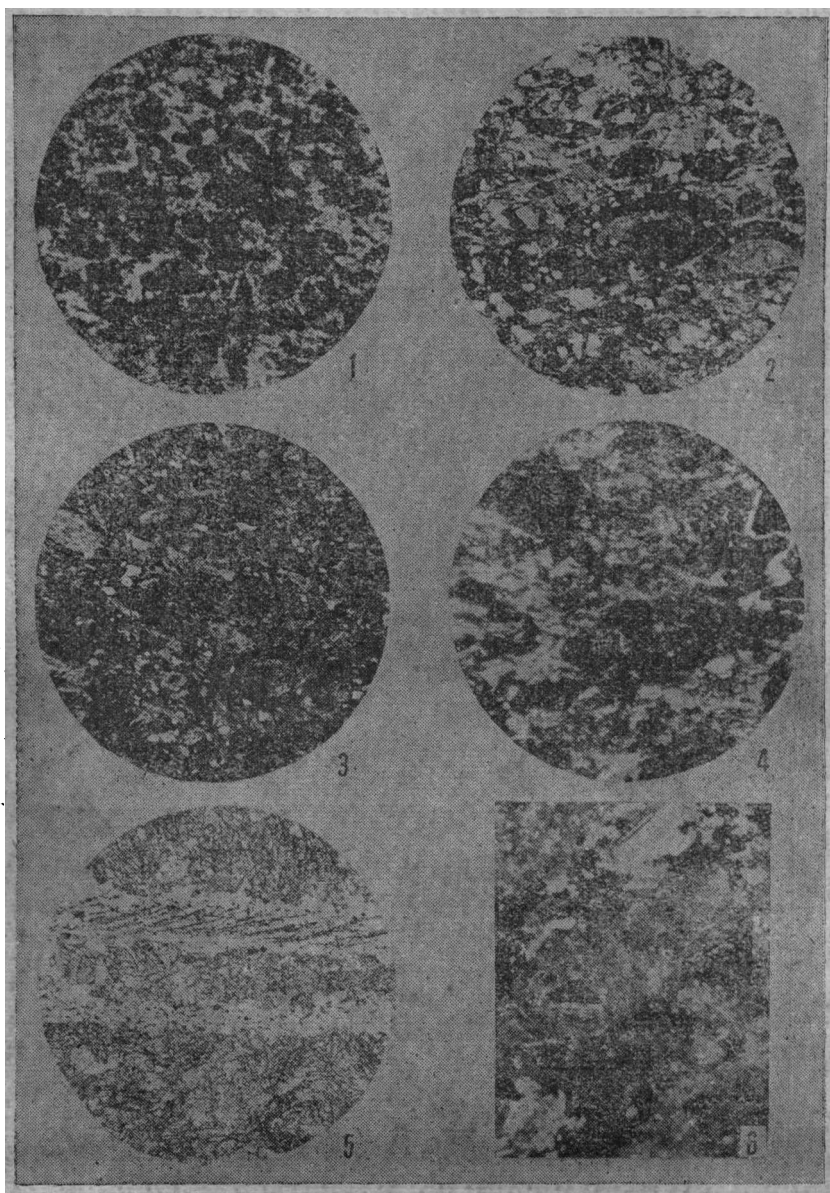
- [1] 叶洽箴、孟祥化、何起祥,石灰岩的结构成因分类,地质论评,22(1964),5.
- [2] 中国科学院地质研究所碳酸盐组、四川石油局地质综合研究大队岩矿组,四川南部三迭系嘉陵江组碳酸盐岩孔隙类型及其成因的初步研究,地质科学,1974,4.
- [3] Folk, R. L., Spectral Subdivision of Limestone Types, *Classification of Carbonate Rocks*, Am. Assoc. petrol. Geologists, Tulsa, Okla., 1962, 62-84.

图版 I



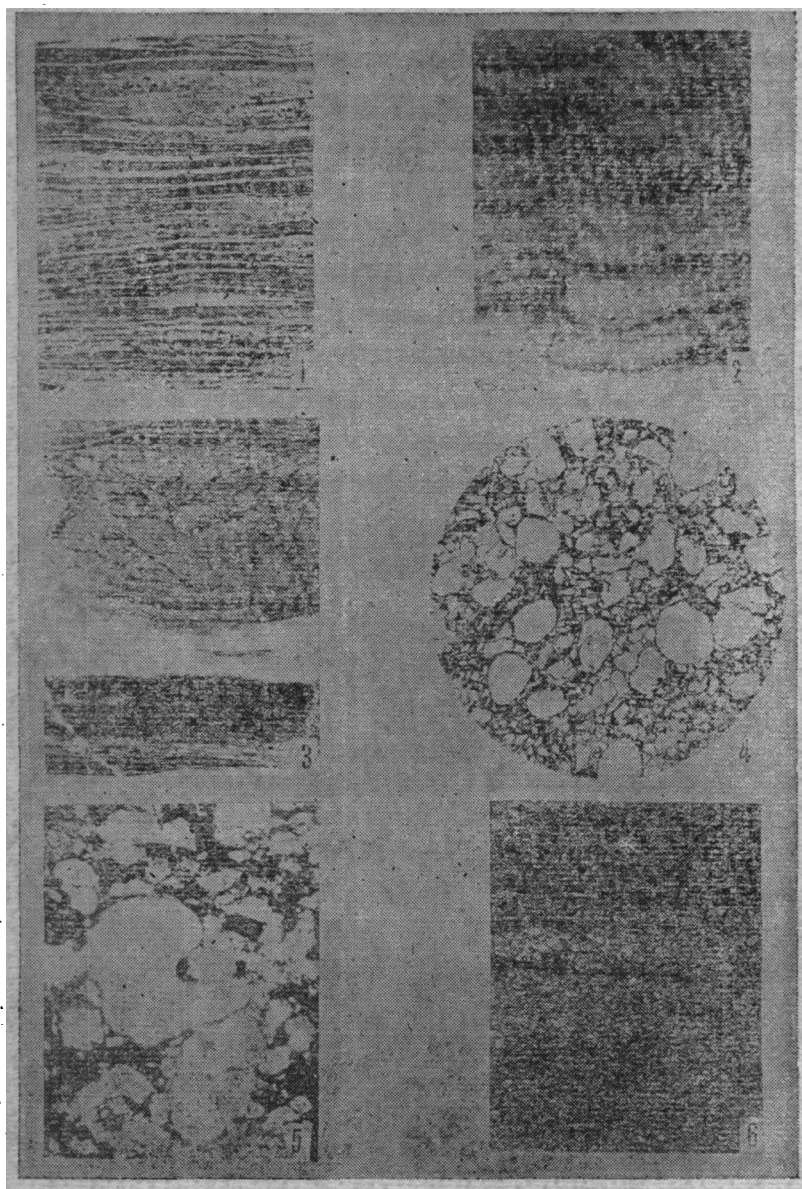
- 1、含粉砂鉄质千枚岩， 10×5.6 單偏光，見于377米台阶含鉄岩系中部富赤鉄矿間接頂板；
- 2、含粉砂鉄质千枚岩，鉄质具內碎屑結構， 10×5.6 正交偏光，見于南412米—436米台阶含鉄岩系中部富鉄矿頂板。
- 3、鉄质細粒石英砂岩(貧鉄矿)，鉄质呈基底型胶結物， 10×5.6 單偏光，見于377米台阶含鉄岩系中部富鉄矿頂板；
- 4、鉄质砂岩(貧鉄矿)，碎屑石英被鉄质胶結物溶蚀并有次生加大， 10×10 正交偏光，見于344米台阶含鉄岩系中部富鉄矿頂板；
- 5、条带状硅质赤鉄矿，由硅质及石英粉砂构成断續水平层理， 10×3.2 單偏光，見于215米台阶主矿层下部；
- 6、砂、泥质赤鉄矿，由石英粉砂构成水平层理， 10×3.2 單偏光，見于377米台阶含鉄岩系中部。

图版 I



- 1、内碎屑赤铁矿，铁质内碎屑具不规则外形； 10×4 单偏光，见于344米台阶含铁岩系中部；
- 2、团块状赤铁矿，铁质鲕粒多为变形鲕，鲕核成分复杂， 10×5.6 单偏光，见于枫树下采场含铁岩系中部；
- 3、团块状赤铁矿， 10×5.6 正交偏光，地点同2；
- 4、团块状赤铁矿，铁质团块多已变形呈极不规则形状，孔隙型泥质胶结， 10×10 单偏光，见于344米台阶含铁岩系中部；
- 5、含透闪石透辉石岩，原岩为含泥、硅质条带由云岩，絹云母条带由铁质微粒组成微斜层理， 10×5.6 单偏光，见于377米台阶含铁岩系中部贫铁矿底板；
- 6、含鲕粒铁质硅质岩， 10×3 单偏光，见于388米台阶含铁岩系中部。

圖版Ⅱ



1. 含碳酸鹽細紋層狀泥岩， $\times 2$ 光面，見于石灰頂344米台阶含鐵岩系上部；
2. 含碳酸鹽細紋層狀泥岩， $\times 2$ 光面，見于412米台阶含鐵岩系上部；
3. 含碳酸鹽細紋層狀泥岩， $\times 2$ 光面，見于412米台阶含鐵岩系上部；
4. 不等粒石英砂岩，大顆粒為渾圓狀粗砂級碎屑石英， 10×3.2 單偏光，見于377米台阶含鐵岩系上部；
5. 含鐵砂岩，碎屑石英被鐵質膠結物溶蝕呈港湾狀， 10×6 單偏光，見于Zk—6占孔含鐵岩系上部；
6. 含炭質白云岩，由炭質及炭泥質組成低角度交錯層理， $\times 20$ 單偏光，見于鷄心坳石碌群上亞群上段上部。