

贵州震旦纪锰矿沉积相 特征及其成因探讨

刘巽锋 胡肇荣 曾励训 郑光夏 汪成元

(贵州省地质局地质科学研究所, 贵阳)

贵州震旦纪沉积碳酸锰矿床呈似层状或透镜状, 产于下震旦统南沱冰碛砾岩以下的黑色炭质粘土岩和粉砂质粘土岩岩性段之底部, 层位稳定, 分布广泛, 具有一定的远景意义。对此类矿床的特点及成因, 虽有文讨论过, 但对其成矿期沉积相的系统研究尚未见有详细报导。笔者就震旦纪锰矿科研工作中所积累的一些实际资料, 对沉积相特征和矿床成因作一分析和讨论。

一、含锰层位及岩性特征

贵州震旦纪地层的系统研究工作始于1958年以后, 主要由贵州省区调队进行详细的分层和对比。早期的文献将下震旦统称为南沱组, 并进一步划分为三个岩性段。以后将这三个岩性段分别命名为南沱冰碛砾岩、莲沱(或富禄)组、长安组。贵州103地质队1965年以后在黔东北地区的锰矿普查勘探实践中, 又将第二段(莲沱组)上部的黑色炭质粘土岩段提出了单独建组的意见, 并命名为“大塘坡组”。以后, 又有许多文献引用过这一地层单位名称(刘鸿允、1980), 但对其确切层位和区域对比未进行详细的讨论。1975年四川省地质局107队在相当于该“大塘坡组”的底部, 最早认定了有冰碛砾岩的存在(未单独建组), 称为“小冰层”。笔者在开展震旦纪锰矿沉积相研究工作中, 通过对贵州东部36条地层和岩相剖面的实测, 认为“大塘坡组”及其底部的冰碛砾岩有广泛分布, 层位稳定, 界线清楚, 且与四川、湖南、广西、湖北等地都可对比。在地史上它们又代表了两个特定的、并与莲沱(或富禄)组沉积期迥然不同的地质环境。为此, 在锰矿沉积相研究中, 有必要对它们进行单独建组。原“大塘坡组”的中上部黑色炭质粘土岩等岩性段仍以“大塘坡组”称之; 而底部的冰碛砾岩和砂砾岩段建议用较典型的贵州松桃大屋剖面¹⁾来命名, 称为“大屋组”或“大屋冰碛层”。这样, 贵州东部下震旦统可划分为五个独立的“组”一级岩石地层单位。自上而下依次是: 南沱冰碛层, 大塘坡组、大屋冰碛层、莲沱(或富禄)组、长安组。而震旦纪沉积碳酸锰矿床就产于大塘坡组底部, 与湖南湘潭锰矿为同一层位。

大塘坡组是一套间冰期的沉积物, 以富含有机碳为特征。岩性以黑色炭质粘土岩和粘土质粉砂岩为主。底部夹1—6层炭质菱锰矿层, 矿层厚1—4米。局部地段可相变

1) 该剖面位于贵州省松桃县孟溪镇西南15公里大屋村北, 坪南河上等溪谷西岸, 地层出露良好。

为含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、暗绿色粘土岩等。上部时夹白云岩或灰岩小透镜体。主要沉积构造为由粘土和粉砂相间而成的纹层和韵律构造，常见正粒序。以水平层理为主，中上部常见交错层理及潮汐层理。自下而上炭质减少，粉砂质增加，纹层变细，韵律构造渐趋清晰。底部炭质粘土岩和菱锰矿层中富含藻类化石及碎片。

大塘坡组的厚度变化较大，最大厚度达552.30米（松桃大塘坡剖面），一般为100至200米，与上下地层多数为整合接触，且界线清楚。据赵自强等报导，湖北长阳古城南沱组下部相当于大塘坡组的黑色含锰页岩，其中Rb-Sr全岩等时线年龄为739百万年。可见，大塘坡组属早震旦世中期的产物。

二、大塘坡期沉积古地理环境

早震旦世中期在贵州东部及邻区随着大屋冰期的结束，气候渐趋温暖，冰川消融，致海平面逐渐升高，海水向古陆推进。在大塘坡期之初，古海岸线蜿蜒曲折分布在印江、江口、玉屏、三穗、台江、雷山、三都至荔波一线。此线以西为川黔古陆，以东为湘黔桂海（图1）。

贵州早震旦世大塘坡期沉积相古地理这一海陆分布的基本格局，造成了贵州早震旦世中期的沉积物以陆相、过渡相到海相均有存在，各相带发育齐全，大致呈北北东向展布。通过对该区实测剖面资料的整理研究，认识到这一时期的沉积相可划分为三个相带和八个沉积相。表1汇总了各沉积相的主要特征。现分别概述如下。

陆相带

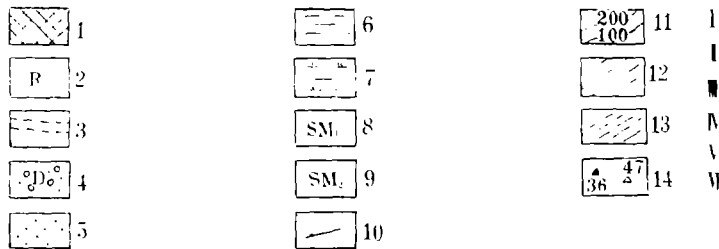
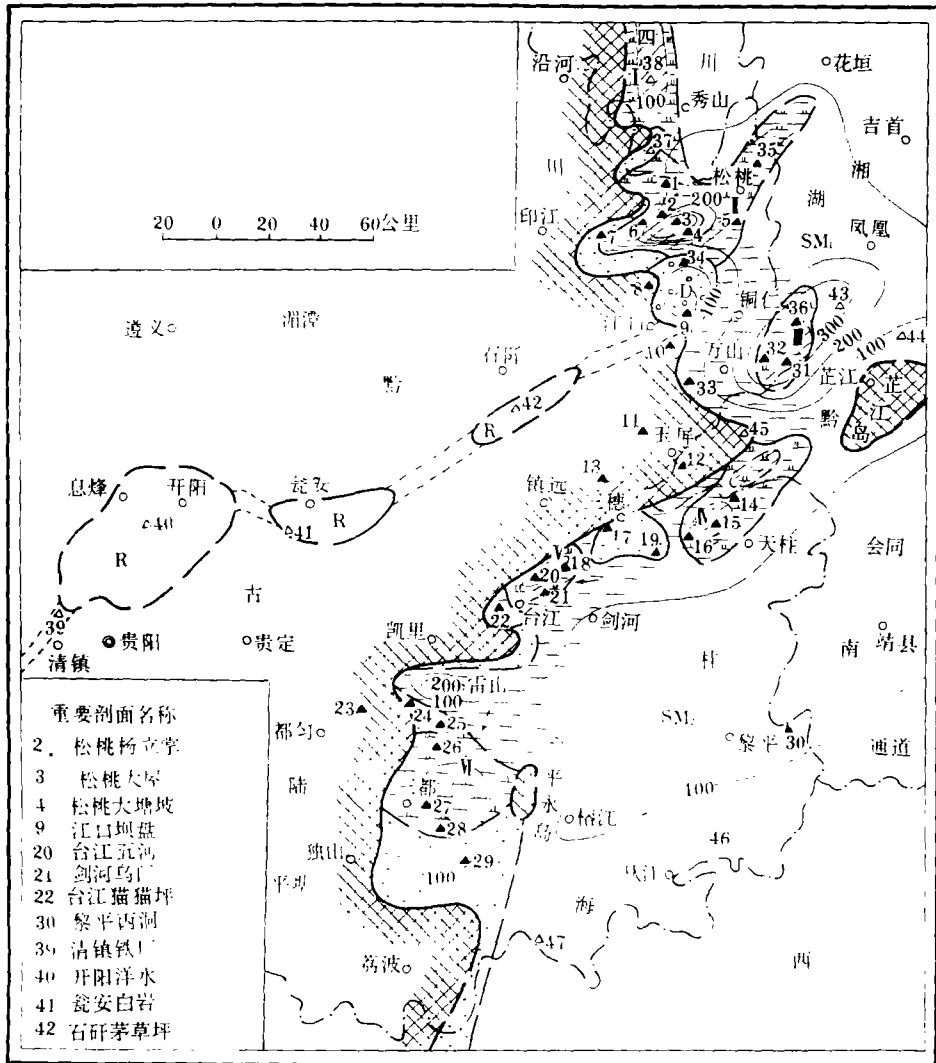
川黔古陆区早震旦世的主要地质作用是风化剥蚀作用。在贵州东部，从岩相剖面中见到的平整侵蚀面，可认为是处于一个沿海的剥蚀平原环境。即相当于鄂黔剥蚀低地平原（王鸿祯等，1977）的一部分。但在局部低洼盆地和谷地中有湖泊及河流沉积物。这些沉积物主要见于开阳、瓮安、石阡等地。

湖泊相是一套紫红、灰绿色粘土岩夹含砾砂岩，细至粉砂岩等岩性组合，仅见于黔中地区。最大厚度达691米¹⁾，其厚度变化大，在相距不到5公里的范围内即迅速尖灭。湖盆中心位于开阳洋水附近。该剖面可分为上下两段，上段为浅灰绿色含砾砂岩、粉砂岩、粘土岩夹砾岩透镜体，具水平层理和纹层构造，显粗细相间的韵律层和冲刷面、波痕、交错层理等湖泊晚期阶段的滨湖—三角洲沉积特征，下段为较单一的紫红、灰绿色薄层粘土岩、粉砂质粘土岩，显条纹及条带状水平层理，反映了湖泊早期阶段的湖盆中心淤泥沉积环境。根据地层对比资料²⁾，此湖泊在前大塘坡期业已存在，但结束于南沱冰期。因而大塘坡期相当于湖泊发育的早期阶段。

河流—边滩沉积由于厚度小，后期保存差，零星见于瓮安、余庆，石阡至江口一线。以浅灰色厚层块状长石石英砂岩为主。层理不清，底部有明显的冲刷面，中上部偶见小型交错层理，厚数米至65米。在石阡茅草坪剖面的下部见有炭质粘土岩，层理不清，偶

1, 此厚度相当于南沱与大塘坡组的总厚度，因岩性特殊，难于确切分层。贵州区调队将此套岩性统称为“马路坪群”。

2) 据秦守荣, 1981, 黔中马路坪群简介, 未刊稿。



1. 古陆 2. 河湖相 3. 推测古河床 4. 三角洲 5. 滨岸沙坪—沙坝 6. 滨岸泥坪 7. 腐泥—藻席坪
 8. 近岸浅海 9. 陆棚浅海 10. 实测古海流方向 11. 大塘坡组等厚线 12. 菱锰矿沉积区
 13. 菱锰矿可能沉积区 14. 实测及引用剖面位置及编号
 I 秀山藻坪 II 松桃藻坪 III 万山藻坪 IV 天柱藻坪 V 台江藻坪 VI 都藻坪

图1 贵州早震旦世大塘坡期沉积相古地理图

Fig. 1 Paleogeographic map of sedimentary facies in Guizhou during the Datangpo age of the Early Sinian

表 1 大塘坡期沉积相特征表

Table 1 Scheme of characteristics of sedimentary facies in the Datangpo age

| 沉积相 | 陆相带 | | 过渡相带 | | | 滨—浅海相带 | | |
|--------|-----------------------|------------------|---------------------|-------------|----------------|-----------------------|-------------|--------------------|
| | 湖泊相 | 河流—边滩相 | 河流三角洲相 | 滨岸沙坪—沙坝相 | 滨岸泥坪相 | 腐泥—藻席坪相 | 近岸浅海相 | 陆棚浅海相 |
| 主要岩性 | 灰绿—紫红色粉砂质粘土岩 含砾粉砂岩 | 砂、砾岩、粘土岩及炭质粘土岩 | 含砾长石石英砂岩、粉砂岩、粘土岩 | 粉砂岩 | 暗绿色粘土岩 | 炭质粘土岩、粉砂岩夹白云岩、灰岩和菱锰矿层 | 粉砂质粘土岩 | 含砾砂岩、粉砂岩、粘土岩、含锰硅质岩 |
| 沉积构造 | 纹层、水平层理 | 槽状交错层理, 小型沙纹交错层理 | 逆粒序层大型板状交错层理 | 水平层理槽状交错层 | 纹层、干缩纹透镜状层理 | 藻纹层、藻垫波痕、纹层、韵律构造 | 水平层理 | 水平层理浪成交错层 |
| 颜色 | 灰绿—紫红 | 浅—深 | 浅 | 浅 | 暗绿—灰紫 | 黑 | 深 | 深 |
| 厚度(米) | 100—300 | 0—50 | 50—300 | 0—100 | 30—80 | 100—200 | 50—200 | 50—100 |
| 能量 | 中—低 | 高—中 | 高 | 高—中 | 低 | 低 | 低 | 低—中 |
| 生物 | ? | 无 | 无 | ? | 球形藻类 | ? | | |
| 成锰情况 | 可能成锰相 | | 主要成锰相 | | | 次要成锰相 | | |
| 地球化学组合 | | | Si, M, Fe, K, Na 组合 | | | Mn, Ca, Mg, S, P 组合 | | Mn, Al, Fe, Si 组合 |
| 分布地区 | 开阳、清镇 | 余庆、石阡 | 江口 | 印江、三穗、台江、三都 | 秀山、松桃、万山、天柱、三都 | 铜仁、玉屏 | 榕江、从江、黎平、天柱 | |

见砂质条带, 可以认为是边滩残留沉积物。瓮安白岩剖面底部见有很薄的黑色含锰堆积物。说明在陆相风化过程中锰质有局部富集现象。根据河流相沉积物的分布范围、形态及延伸方向, 可以推测大塘坡期由瓮安至江口应有一古河道存在, 河口位于江口县城附近。

过渡相带

海陆交替的滨岸地段, 环境不稳定, 沉积相变化大。已测的相剖面中有河流三角洲相、滨岸沙坪—沙坝相和滨岸泥坪相。

河流三角洲相在江口坝盘剖面上反映较为显著(图 2)。该剖面由厚 271.29 米的含砾砂岩、粉砂岩和粘土岩所组成。按其岩性组合和沉积构造可分三段。下段厚 39.04 米,

由薄至中层状黑色炭质粘土岩及黄绿色粉砂质粘土岩所组成，水平层理为主，时见断续的纹层构造。它显示着以悬浮沉积作用为主的三角洲底积层特征。中段厚93.86米，是以粉砂岩为主，具逆粒序层特点。板状交错层理和小型砂纹交错层理发育。

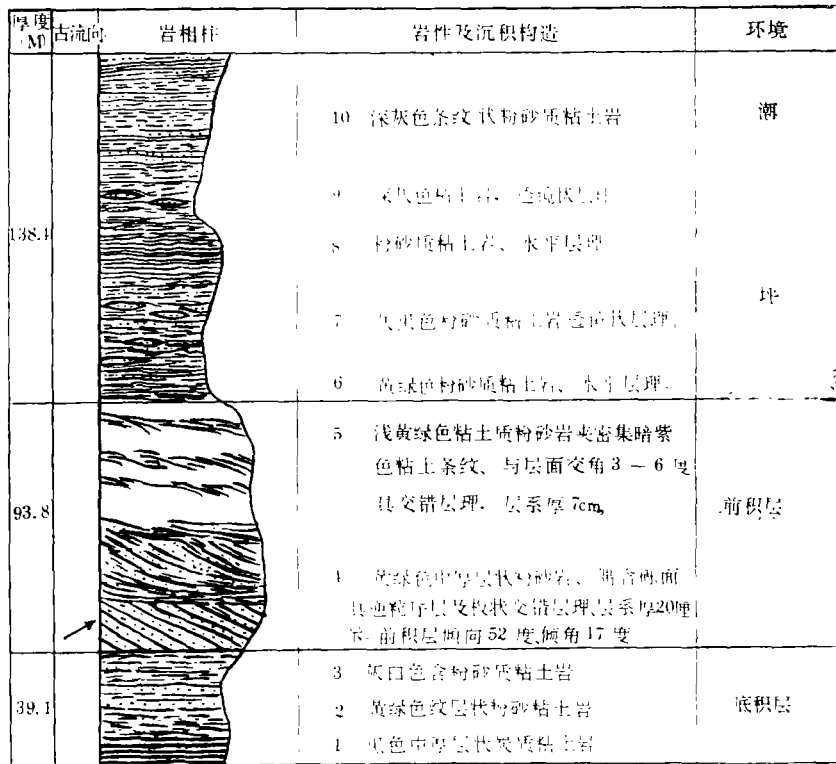


图2 江口县坝盘河三角洲相剖面图

Fig. 2 Sequences in the river deltaic facies of Bapan, Jiangkou

由粉砂岩构成的交错层理层系厚20厘米，与底积层交角 14° — 20° ，经计算恢复其原始产状是：倾向 52° ，倾角 17° ，显示了前积层的向海倾斜。但是，向上构成交错层理的岩性逐渐变细，富含粘土质，层系厚度变小，交角也只有 3° — 6° 。这反映了一个逐渐衰落的三角洲前积层特征。其衰落的原因应是由于大塘坡期的海进而造成的。上段厚138.39米，以条纹状粘土岩和粉砂质粘土岩为主，夹粉砂岩小透镜体，水平层理发育。此段实际上已反映了潮坪环境的沉积特征。因而，这一三角洲发育不全，缺少以河床沉积作用为主的顶积层，而代替它的是潮汐作用沉积物。

从这一三角洲相剖面资料说明此三角洲大致相当于Coleman和Wright(1975)及Davis(1978)对现代三角洲分类模式中的第一类型。即低波能，小潮差，滨岸缓坡的细粒沉积物三角洲类型。因而是平原区以悬浮沉积为主的河流所形成。但在晚期基本上已属于以潮汐作用为主的三角洲。说明川黔古陆在贵州东部是一个剥蚀低地平原。

滨岸沙坪-沙坝相的沉积物主要是一些中厚层状灰黄色粉砂岩和石英细砂岩。剖面

中所见到的水平层理和小型砂纹形成的交错层理是砂坪相的特征层理,有时也能见到楔状和槽状交错层理,说明了尚有砂坝相的存在。沉积物总厚度为数米到85米,断续分布在四川秀山凉桥、贵州印江张家坝、剑河南明、三穗寨头、三都杨拱等地。

滨岸泥坪相是一个低能的沉积环境,一般分布于海湾和砂坪内侧。台江猫猫坪剖面较为典型。它由一套暗绿至灰紫色纹层状粘土岩组成,间夹粉砂质条带,时见透镜状潮汐层理。上部可见被紫红色粘土岩充填的楔形干缩纹。总厚度仅26.92米。

海 相 带

海相带是大塘坡期锰矿形成的主要相带。在贵州境内此相带的沉积环境是从滨海、近岸带到陆棚边缘。已测的相剖面所反映的沉积相有腐泥-藻席坪相、近岸浅海相和陆棚浅海相。

腐泥-藻席坪相是受局限的陆表海潮坪和近岸海湾潮坪环境。主要沉积物是黑色炭质粘土岩和浅灰色粉砂质粘土岩,底部常夹数层炭质菱锰矿层。在炭质粘土岩和菱锰矿层中富含藻类化石。炭质粘土岩呈薄至中层状,单层厚3—15厘米。水平层理清晰,见层纹构造和低角度的小型交错层理。水云母、伊利石和炭质含量达80%以上,其次有少量石英、锆石、电气石、锐钛矿、金红石等细粉砂级陆源碎屑。在菱锰矿层面上常见藻垫波(图版 I, 1)和冲流流痕构造(图版 I, 2)。此外还能见到不对称的潮汐底流波浪,波高3毫米、波长35毫米,对称指数为2.5。由此可见,这些沉积物及其构造特征说明它是形成于以潮汐作用为主,波浪能量较低的潮下半封闭浅水环境,属中潮差的潮坪或海湾。

这一沉积相的古地理环境在湘黔桂海的北部和南部略有差别。北部是在宽广的陆表海潮坪环境中形成的。因而藻坪展布范围广,环境相对稳定。南部多数是一些较狭窄的半封闭海湾环境,藻坪面积小,环境稳定性较差,沉积物厚度也较薄。但两者在沉积作用和演化阶段上基本相同(图3)。总体上都经过三个主要阶段。第一阶段是大塘坡海进的初期,大屋冰期未经强烈剥蚀的原始冰碛地貌使大塘坡初期的潮坪区内形成一系列半封闭的低洼沉积区。在这些局部低洼沉积区中沉积了厚10米到50米的炭质粘土岩和菱锰矿层。随着海进的扩大,海岸向西推移,泥藻坪逐渐被混合坪所替代。最后,至海进相对稳定期,随着波浪作用的加强而成为砂坪环境。在后一阶段由于在潮汐和波浪的联合作用下,使粉砂和粘土随着波浪的簸选作用而发生明显的交替富集,因而形成极其清晰的韵律构造(图版 I, 3)。此时的潮汐流往往搬运床砂载荷在潮渠和潮汐三角洲上形成完好的大型板状交错层理(图版 I, 4)和脉状潮汐层理。当然,在第二和第三阶段由于波浪能量增高,海水深度加大而迫使藻类逐渐消亡。地层中炭质含量逐渐减少,砂质含量不断增加,因而菱锰矿只能形成于这一相区的第一阶段。贵州东部及邻区的菱锰矿沉积区主要分布在四川秀山、贵州松桃、万山、天柱、台江和三都等六个片区。其间通常被滨岸砂坪、砂坝所分割。因而其岩性于侧向也随之而变化,往往由炭质粘土岩相变为粉砂岩或粘土质粉砂岩。

近岸浅海相是较稳定的陆表海沉积环境,其沉积物是中厚层状深灰色粘土岩,具水平层理,总厚50—200米左右。粘土岩中常见较多的砂质条带和黄铁矿结核,并作定向排列,沿层分布。底部常夹白云岩透镜体。这一相区主要分布在黔东北和湘西北地区。该地区的海域因受藏江岛及湘中地区“黄材古岛”的障壁而形成一受局限的陆表海环境。

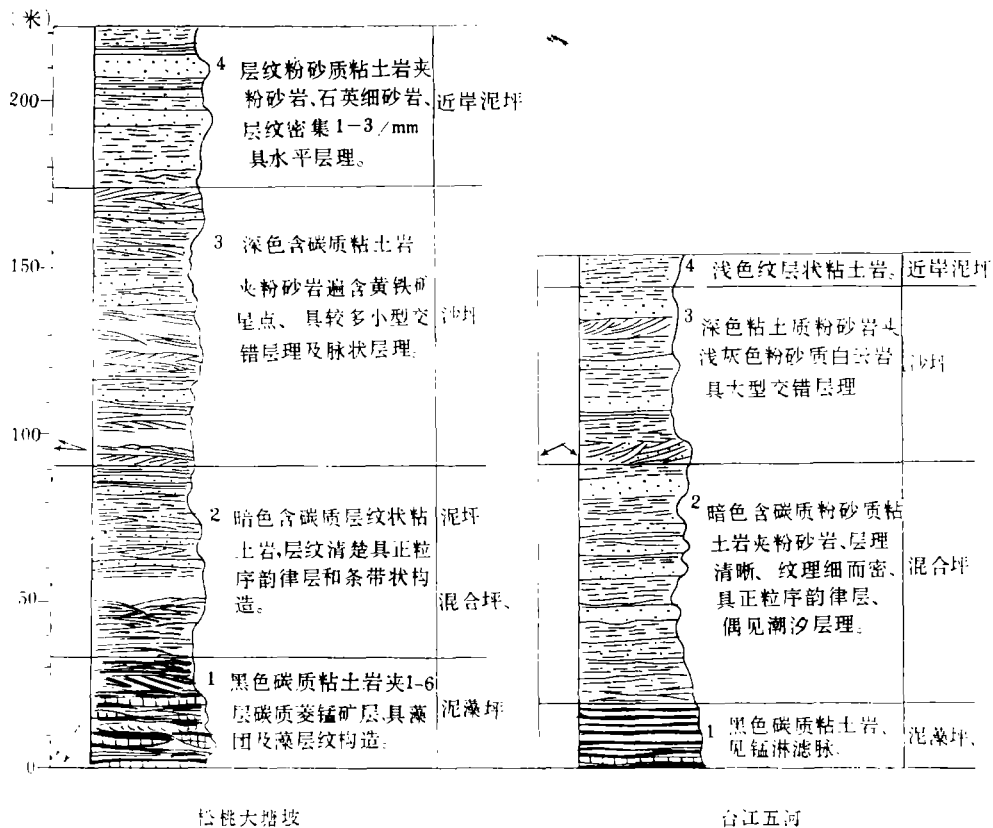


图3 腐泥-藻席坪相剖面

Fig. 3 Sequences in the sapropelic algae-sheet facies

陆棚浅海相是一个开阔的沉积环境。分布在天柱-榕江一线东南。其沉积物有两种类型。一种是以灰绿色含砾砂岩及砂岩为主，主要见于榕江、从江地区。另一种是以粘土岩为主，主要见于天柱、黎平地区。按 Johnson (1978) 根据 Emery 的意见提出的现代海进陆棚沉积物的分类方案，前者应属残留型，后者属碎屑型。残留型显然是对早期低海平面期的滨岸砂体经再沉积而成。碎屑型则是粘土级的悬浮物质。因而对锰矿沉积作用的意义较大。由黎平丙洞剖面所反映的碎屑型沉积物的沉积作用与潮坪区一样，也经过三个阶段。在大塘坡海进初期，其沉积环境类似于近岸潮坪，因而沉积了厚11.26米的黑色炭质粘土岩，底部夹一层厚3.61米的不稳定的黑色硅质岩和含锰白云岩透镜体。第二阶段，随着海进的扩大，逐渐演变为较典型的陆棚开阔海。主要沉积物是薄至中层状深灰色粘土岩和粉砂岩，厚61.20米。常见浪成交错层理（图版 I，5），并在垂直断面上间歇性出现，反映了风暴期波浪的作用。至第三阶段海进稳定期所形成的沉积物是厚层块状含砾的粘土质砂岩，具不清晰的平行层理，分选差，但砾石圆度好，多数为泥质砾岩，厚37.99米。可见风暴浪的作用显著减弱。这三个阶段与潮坪区几乎具有同步性的碎屑粒度增加，说明它们受同一陆源区的控制。

从上述对湘黔桂海沉积相的分析可知，大塘坡期主要的沉积作用是陆源碎屑沉积。

随着海进规模的发展可分为三个阶段、第一阶段以悬浮沉积为主, 第二、三阶段则是床砂载荷的沉积作用逐渐增加并占主导地位。而碳酸锰的沉积作用主要形成在大塘坡期海进的初期阶段, 最有利的环境是近岸潮坪的腐泥-藻席坪相, 其次是陆棚浅海相。

三、菱锰矿的形成条件及成因

1. 菱锰矿的基本特征及其形成条件

菱锰矿矿石是由粒度0.01—0.02毫米的菱锰矿细小颗粒集合而成, 呈凝块状, 纹层状和条带状构造。颗粒形状近园形或椭圆形, 并具一层或数层同心园状藻膜壳构造。清楚地反映了球藻类的形态(图版 I, 1)。经初步薄片鉴定*有小穴面球形藻(*Trematosphaeridium minutum*)、光球藻(*Leiopsosphospherae sp*)、粗面球形藻(*Trachysphaeridium sp*)及拟环球形藻(*Pseudozonosphaera sp*)等(图版 I, 7—10)。每个颗粒由粒度为1—5微米的泥晶菱锰矿和炭质混杂而成(图版 II, 5)。颗粒间亦与炭质广泛混杂而呈现为凝块状构造(图版 II, 2)。当菱锰矿颗粒和炭质与少量的水云母、石英等粉屑相间平行排列时, 构成弯曲或平直的藻纹层构造(图版 I, 6、II, 3)。而当陆源粉屑含量大于10%时, 构成了条带状的贫矿石(图版 II, 2)。此外, 在矿石中常含5—10%草莓状黄铁矿(图版 I, 11)或呈球粒状黄铁矿集合体(图版 II, 6)。粒度为1微米至数微米的草莓状黄铁矿作有序排列。据电子探针分析, 矿石中的磷是以磷灰石形式存在。菱锰矿经电子探针分析, 确定为含钙、铁菱锰矿, 其Mn:Ca:Fe为0.66:0.18:0.16。对菱锰矿富矿石的化学和光谱分析, 其化学组分百分含量为Mn:25—30, Ca: 3—6, Fe: 4—7, CO₂: 26.45, SiO₂: 12.45, MgO: 1.69, S: 7.47, P: 0.23。主要微量元素的含量是Ba: 0.03, Al: 1.37, Ti: 0.12, K: 0.73, Na: 0.25。有机碳含量为1—2%(表2)。从各样品间元素含量变化特点可得出以下的结论: Ca、Fe含量随Mn的增高而增高, 其余元素的含量与Mn含量的变化无关。而其中MgO的含量很稳定, 变化在1.40—1.80%之间。P、S、Mn的含量与有机碳关系密切。可见锰、铁、钙共同形成菱锰矿, 硫以黄铁矿形式并形成草莓状黄铁矿或球粒集合体, 磷形成磷灰石。这些都与生物作用密切相关, 并于原地沉积而成。而Si、Ti、K、Na、Ba等却赋存于陆源粉屑中, 为异地混入物。Mg的稳定含量说明它以白云石形式与菱锰矿以共同的方式沉积。故Mn、Fe、Ca、Mg、S、P可看作为与生物作用有关的菱锰矿沉积相中的元素地球化学组合。

对菱锰矿石的pH和Eh值测定值(表2)可知菱锰矿形成时的pH值为7—8; Eh绝大多数为-0.3EV左右, 个别是+0.1—+0.3EV。即需要一个碱性的还原环境。

菱锰矿层通常呈大小不等的透镜体产于炭质粘土岩底部, 水平层理发育, 常显纹层构造及小型交错层理。矿层层面常见藻垫波及潮流波痕构造, 矿石内可见清楚的藻纹层构造。

综上所述, 可以认为沉积碳酸锰矿床形成的水体条件是具一定的障壁性, 不受强烈风浪袭击, 能与广海相通, 沿岸(潮汐)流发育, 沉积环境相对稳定, 盐度正常的碱性还

*由本所鉴定, 未经有关单位确定, 仅作参考

表2 松桃大塘坡和杨立掌地区锰矿及岩石pH、Eh值有机碳分析表

Table 2 Chemical analyses of Mn, pH, Eh and organic carbonate of some rhodochrosite ore and rock in Datangpo and Yanglizhang manganese deposits in Songto

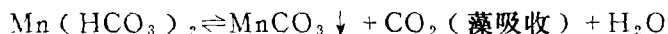
| 样号 | 采集地点 | Mn(%) | PH | Eh (mEV) | 有机碳 (%) | 样品名称 |
|-------|-------|-------|-----|-------------|------------|-----------|
| 81130 | 松桃大塘坡 | 0.14 | 7.9 | +83.4 | 3.98 | 含砂炭质粘土岩 |
| 81131 | | 29.47 | 8.1 | +319.6 | 1.32 | 块状菱锰矿 |
| 81174 | | 31.47 | 7.8 | -394.0 | 1.21 | " |
| 81174 | 松桃杨立掌 | 0.34 | 6.7 | -308.0 | 0.72 | 粉砂质粘土岩 |
| 81174 | 掌寨郎沟 | 13.66 | 7.1 | -352.4 | 1.08 | 条带状菱锰矿 |
| 81176 | | 0.23 | 6.9 | -333.3 | 1.85 | 炭质粘土岩 |
| 81194 | 松桃杨立掌 | 22.09 | 7.2 | -181.5 | 1.47 | 纹层状菱锰矿 |
| 81198 | | 26.26 | 8.0 | -318.2 | 1.21 | 块状菱锰矿 |
| 81200 | | 1.72 | 7.0 | +66.1 | 0.33 | 含炭质绢云母粘土岩 |
| 81201 | | 17.99 | 8.0 | -359.5 | — | 纹层状菱锰矿 |
| 平均 | | | 7.7 | -267.5 | 1.26 | 菱锰矿石 |
| | | | 7.1 | +74.8~320.3 | 1.72 | 粘土岩 |

原环境。显然，只是在近岸带的浅水潮坪或半封闭海湾为最宜。此外，这些潮坪与海湾还需要同时具有适合藻类繁殖的气候温暖、阳光充足等不可缺少的自然条件。

2. 菱锰矿沉积机理的探讨

矿石本身的菱锰矿微粒泥晶结构说明了 $MnCO_3$ 是直接从水体中沉淀而成的。在前寒武纪特殊的地质条件下， $MnCO_3$ 完全可以在正常浅海中沉淀生成。Schidlowski认为，在六亿年以前，当生命尚未占领大陆时，地球上的大气-海洋系统中的 O_2 只有现在的一半，而 CO_2 却大大超过现代大气的水准。可见在晚前寒武纪要满足菱锰矿形成的还原条件是较为容易的。但在这种条件下，海水中往往是因含较多的 CO_2 而呈偏酸性，迫使 Mn^{2+} 易于呈 $Mn(HCO_3)_2$ 形式存在于海水之中。因而在漫长的前寒武纪地质时期中，湘黔桂海中必将溶解有足够的 Mn^{2+} 。一旦这种海水随海进而进入泥藻坪环境时，“由于 CO_2 和 HCO_3^- 被藻类的光合作用所吸收，水体中碳酸盐饱和度升高引起局部环境中碳酸盐的无机沉淀”。同时“在浅海和湖泊藻丝体之间的环境中，由于藻吸收 CO_2 和 HCO_3^- ，使pH值可以提高到10以上。 CO_3^{2-} 的浓度最终可上升到超过 $CaCO_3$ 沉淀的浓度，这种 $CaCO_3$ 是作为体腔及空隙系统中的无机泥晶而沉淀”（Schneider, 1977），据此，在大塘坡海进的初期， $MnCO_3$ 完全可以在腐泥-藻席坪环境中作为无机泥晶而沉淀于体腔、空隙系统之中。这种沉淀方式说明 $MnCO_3$ 是借助于藻类的生命活动而作无

机沉淀，堆积于藻席坪上或藻类体腔内。其反应大致如下：



在成岩过程中，藻丝体的分解作用可产生 CO_2 和 CH_4 等气体。然而 MnCO_3 却具有不溶于铵盐的性质，使其不被溶解流失。相反，与 MnCO_3 同时沉淀的 MgCO_3 、 CaCO_3 等却易被溶解流失，致最终形成炭质菱锰矿层。

工作中得到了贵州103地质队的全力支持和帮助，此外还充分应用了贵州区调队的区测和科研成果。在此表示感谢。

(收稿日期：1982年2月16日)

参 考 文 献

- 王鸿祯、王自强等，1977，中国震旦系的古地理，《国际交流地质学术论文集》(2)，第28—35页，地质出版社。
- 赵自强、邢裕盛、马国于等，1980，湖北峡东震旦系，《中国震旦亚界》第31—55页，天津科学技术出版社。
- 刘鸿允，1980，论震旦系划分与对比问题，《地质科学》，1980年4期，科学出版社。
- Coleman, J. M., and Wright, L. D., 1975, Modern River Deltas; Variability of Process and Sand Bodies. In Broussard, M. L. edited Deltas Models for Exploration. Houston Geol. Soc. P. 99—149.
- Schidlowski, M., 1976, Archaean Atmosphere and Evolution of the Terrestrial Oxygen Budget. In Windley, B. F. edited, The Early History of the Earth P. 525—535, John Wiley and Sons.
- Schneider, J., 1977, Carbonate Construction and Decomposition by Epilithic and Endolithic Microorganisms in Salt and Freshwater. In Flugel, E. edited Fossil Algae, P. 248—260. Springer-Verlag, New York.
- Davis Jr. R. A., (Ed.), 1978, Coastal Sedimentary Environments, P. 5—68, Springer-Verlag, New York.
- Johnson, H. D., 1978, Shallow Siliciclastic Seas. In Reading, H. G. edited Sedimentary Environments and Facies P. 207—259, Blackwell Scientific Publ.
- Liao Shi-Fan, 1981, Sinian Glacial Deposition of Guizhou Province, China. In Homrighaus, M. J., Harland, W. B. edited Earth's Pre-pleistocene Glacial Record, Cambridge University Press, Sep. 1981,

ORIGIN AND CHARACTERISTICS OF SEDIMENTARY FACIES OF SINIAN MANGANESE DEPOSITS IN GUIZHOU

Liu Xunfeng

Hu Zhaorong

Zeng Lixun

Zheng Guangxia

Wang Chengyuan

(Institute of Guizhou Geological Bureau)

Abstract

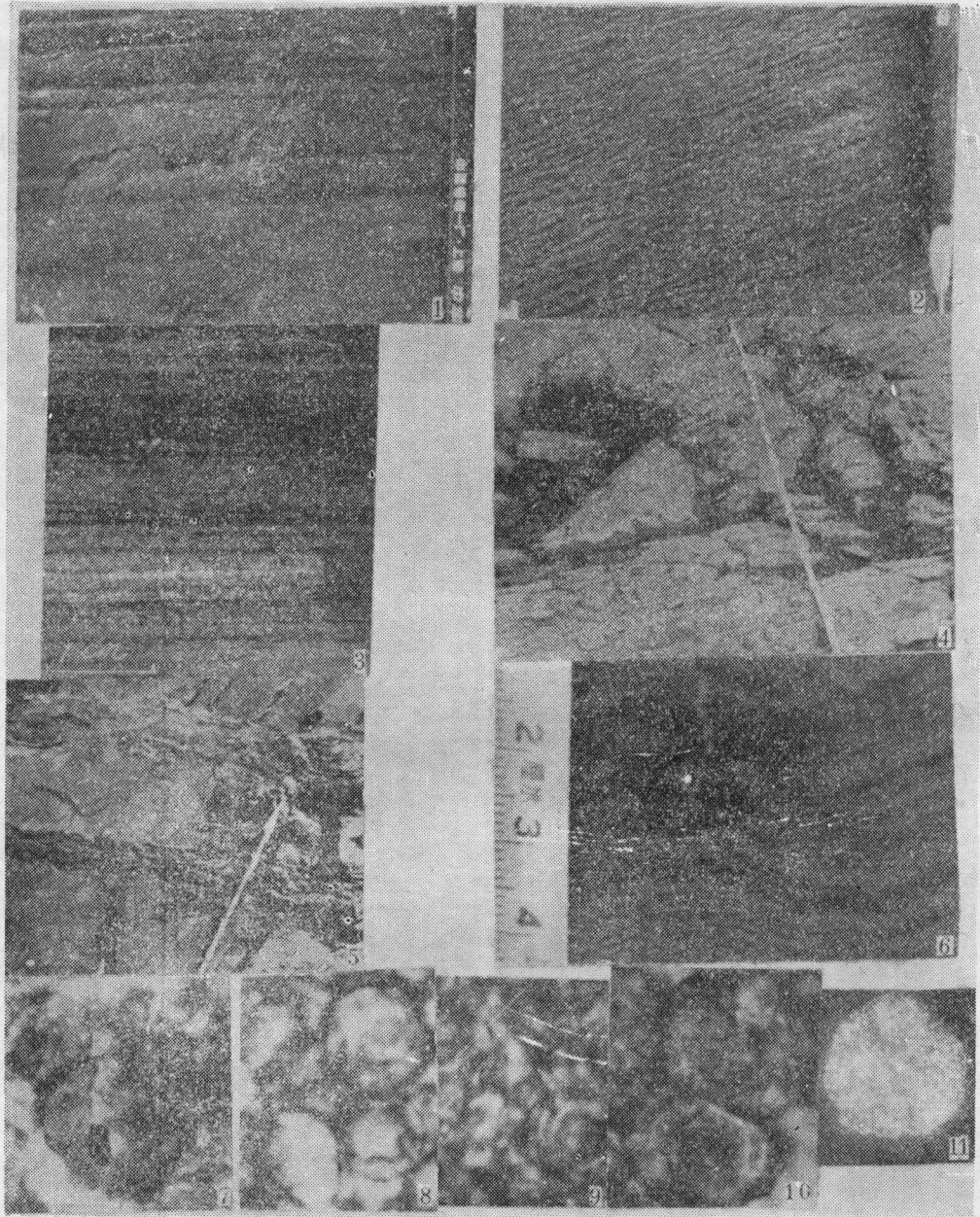
Sinian sedimentary manganese carbonate deposits are a main type of manganese

deposits in Guizhou. The deposits in stratoid and lenticular form lie at the bottom of black carbon and silty claystones overlain by the lower Sinian Nantao formation. They are located at the same horizon as that of Xiangtan's manganese deposits. The manganese horizon is widely distributed with distinct boundary and stable form in the east of Guizhou, which may be compared with the same horizon of neighbouring provinces. It represents a specific geological environment in geological history. Therefore, it may be named "Datangpo Formation". The Datangpo Formation is a series of claystone rich in organic carbon and fossil algae with distinct rhythmic laminae and tide-beddings. They belong to the sediments formed in the middle stage of the Early Sinian, i.e. sapropel — clay (algae-sheet facies and nearshore environment dominate) — silt.

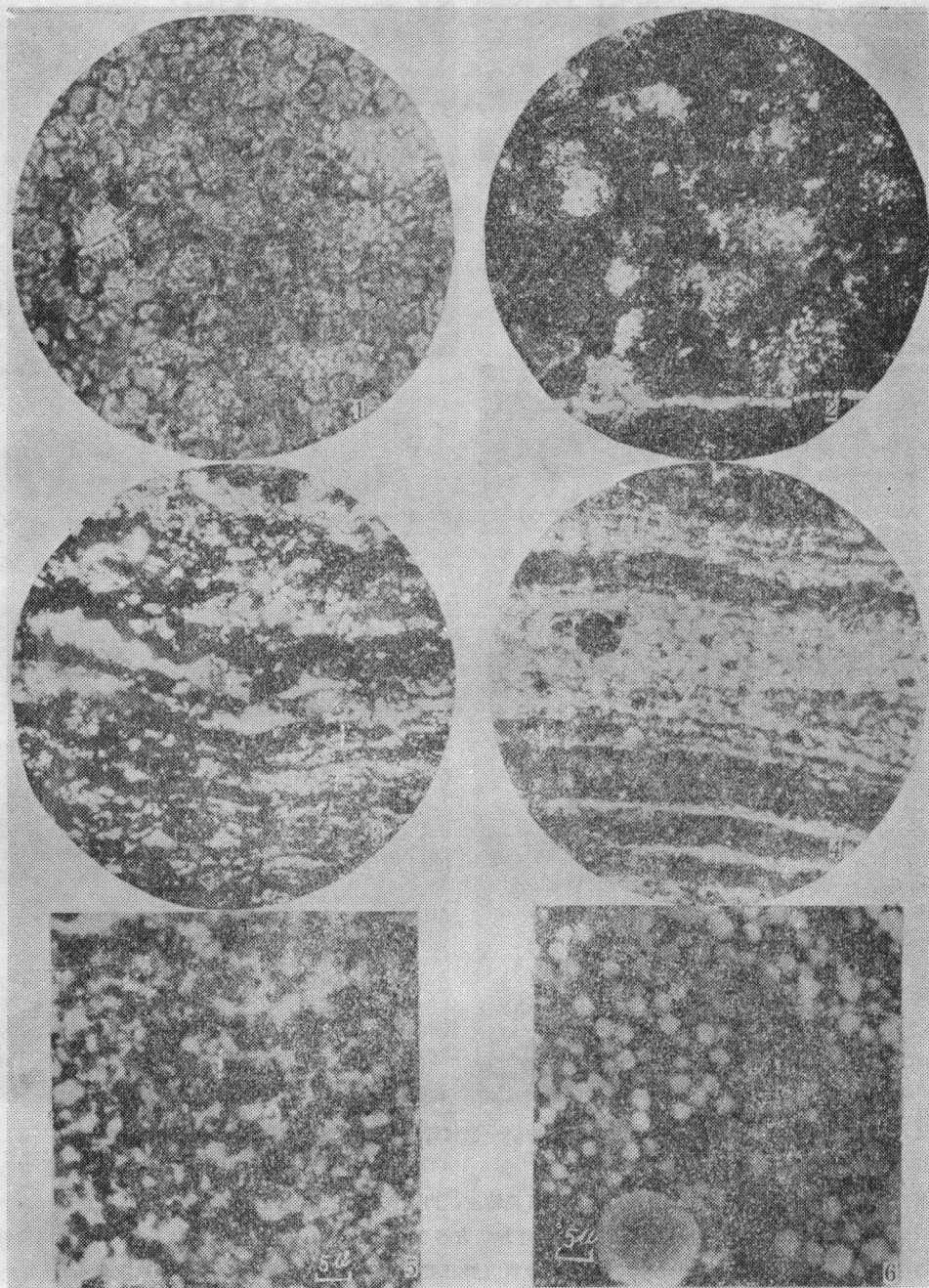
In the geological history there existed a process of development from Dawu glacial age to Datangpo interglacial age in the east of Guizhou during the middle stage of the Early Sinian epoch. The general configuration originated by the glacier in the Dawu glacial age, which hadn't undergone severe denudation, controls the distribution and character of sedimentary facies of the Datangpo age. Then its paleogeographic environment may be divided into three facies zones and eight sedimentary facies, that is, continental, transitional and marine facies zones. The continental facies zone, composed of Sichuan-Guizhou old land and characterized by denudation, is mainly distributed in the centre of Guizhou. These sediments occur locally in the depressed basins and valleys and form the sediments of inland lake and alluvial facies. The alternating section of continent and sea with unstable environment forms a narrow transitional facies zone. They are mainly composed of river delta, shoreline sand flats — sand bar and Shoreline mud flats facies and develop in the areas such as Yinjiang, Jiangkou, Yubing, Sansui, Taijiang and Sandu Counties. Marine facies zone is widely distributed in the east of Guizhou. The major facies zone of rhodochrosite deposits, in particular the sapropelic algae-sheet facies is the direct sedimentary area of the rhodochrosite deposits. In addition, there are the sediments of shallow sea facies, which may be divided into two kinds; restricted nearshore shallow sea facies and open shallow shelf sea facies. According to their characteristics and tectonics, the former occurs in the northeast of Guizhou and the latter the southeast of Guizhou.

On the basis of texture and structure of the rhodochrosite ore and characters of associated mineral $MnCO_3$, which may be considered as the immediate deposition of $Mn(HCO_3)_2$. Clay mineral associated with rhodochrosite is derived from the denuded areas of old land and is the result of the precipitation of suspended matter. Origin of rhodochrosite ore is with close relation to the activities of algae. Because of the specific geological condition in the late Precambrian, marine water rich in CO_2 can make a great deal of Mn^{2+} exist in it. In the sapropelic algae-sheet environment, a great amount of CO_2 are absorbed by the algae photosynthesis. $MnCO_3$ may immediately precipitate in the lower part of the sapropelic algae-sheet facies. After the diagenesis they become the present carbonaceous rhodochrosite bed.

The favourable facies of rhodochrosite deposits is widespread at Niushan, Songto, Wanshan, Tianzhu, Taijiang and Sandu Counties.



1. 菱锰矿层面上的藻垫波, 松桃杨立掌 2. 菱锰矿层面上的冲流流痕, 松桃杨立掌 3. 大塘坡组粘土质粉砂岩的韵律层, 松桃杨立掌 4. 大塘坡组上部的大型交错层理, 台江五河 5. 大塘坡组中部的浪成交错层理, 黎平丙洞 6. 菱锰矿中的藻纹层构造, 松桃杨立掌 7. 小穴面球形藻 $\times 1000$ (*Trematosphaeridium minutum*) 8. 光球藻 (未定种) $\times 1000$ (*Leiopsophosphaera sp.*) 松桃大塘坡 9. 粗面球形藻 (未定种) $\times 1000$ (*Trachysphaeridium sp.*), 松桃大塘坡 10. 拟环球形藻 (未定种 $\times 1000$ (*Pseudozonosphaera sp.*) 松桃杨立掌。 11. 菱锰矿中的草莓状黄铁矿 $\times 500$, 松桃杨立掌。



1.菱锰矿的球形藻类结构 $\times 200$ ，单偏光，松桃大塘坡 2.菱锰矿的凝块状构造 $\times 72$ ，单偏光，松桃杨立掌， 3.菱锰矿的藻纹层构造 $\times 72$ ，单偏光，松桃杨立掌。 4.菱锰矿的条带状构造 $\times 72$ ，单偏光，松桃大屋。 5.菱锰矿泥晶、炭质结构 $\times 1000$ ，电子扫描图像，松桃大塘坡。 6.菱锰矿中的黄铁矿球粒集体在电镜扫描中的图像， $\times 3000$ 松桃大塘坡。