

源矿床例外。

当前,对于变质岩型铜矿所指的层状铜矿缺乏正确的认识和合理的归类。本来应该具有独立意义的矿床类型被分离割裂,根据表面的地质现象被分别列入在火山岩型、砂岩型、夕卡岩型和岩浆热液型铜矿中。从而阻碍了对这一范畴内的层状铜矿进行全面深入的研究,也阻碍了对它进行有效的找矿实践活动。

根据当前国内情况,变质岩型铜矿在储量、矿床数目、远景区面积和找矿潜力上,都大于火山岩型和砂岩型铜矿。从我国铜矿自身特点和找矿需要来看,大可不必墨守国内外已有铜矿分类的格局,还变质岩型铜矿的本来面目,确立变质岩型铜矿的类型,加以深入研究,为我国铜矿的找矿事业作出贡献。

初论层状菱铁矿矿床的 沉积环境和形成作用

成都地质学院 刘宝璋 徐新煌 余光明 郑明华

近十余年来,我国陆续发现并成功地勘探了一批大、中型菱铁矿矿床。这些矿床大多产于一定时代的特定地层中,属典型的层状、层控矿床。矿体通常由两部分组成,一是呈层状产出的青灰色细晶菱铁矿,二是呈脉状产出的米黄色粗晶菱铁矿。这两种菱铁矿通常代表两种具有不同成因的、相继或连续的成矿过程。米黄色粗晶菱铁矿除结晶粗大,有机质被净化外,在成分上与伴生的青灰色细晶菱铁矿无异,显然是后生阶段分异、重结晶作用的产物。由于铁的活动性较弱,而且在特定的碳酸盐岩环境中不利于铁的迁移,故米黄色粗晶菱铁矿常呈脉状赋存在层状青灰色细晶菱铁矿矿体内或其附近。青灰色细晶菱铁矿则均为成岩阶段的产物,常赋存于一定的沉积环境中。

本文仅就我国近年来发现的某些菱铁矿矿床的产出特征,对层状灰色细晶菱铁矿的形成环境和成矿机理作初步分析。

层状菱铁矿矿床,依其产出的环境和含矿岩系的不同,大致可分为:

礁后泻湖相白云质灰岩—白云岩中的 菱铁矿矿床

这类矿床以贵州赫章铁矿床最为典型。如图1所示,含矿岩系属中泥盆统,邦寨组

(P)砂页岩系中产有“宁乡式”鲕状赤铁矿,而其上下的独山组鸡泡段(B₁)的上部和龙水洞组(L)顶部的白云岩及白云质灰岩中,均产有层状菱铁矿矿体。在鸡泡段下部尚有米黄色粗晶菱铁矿组成的不规则状矿体。

在滨海区由于生物礁(滩)而形成局限性沉积环境,厚数百米的礁相向古陆方向不远,即变为厚仅数十米的无礁潮坪碳酸盐岩。多次造礁或造滩,可造成巨厚的碳酸盐岩系。所有的层状、透镜状灰色细晶菱铁矿矿体均赋存于礁(滩)后相中,且多位于造礁期的上部层位。此类菱铁矿矿床的基本特征是:矿体的直接围岩为白云质灰岩或白云岩,尤其在矿体上部和顶部,通常白云石含量更高,矿体具一定层位,其产状基本上与围岩一致,但也常见穿层理现象,或与围岩层理呈低角度相切,矿石矿物成分极为简单,几乎仅为菱铁矿组成,但有些矿区可见少量的铜、铅、锌等硫化物矿物,且与菱铁矿成分带性;矿石基本上保留了原始的沉积构造,但同时却具有明显的交代结构,如白云石交代方解石、菱铁矿交代白云石等;矿体往往具有由菱铁矿—铁白云石—白云岩—石灰岩的对称分带现象;矿石中普遍含有一定数量的有机质(如赫章菜园子矿段含有

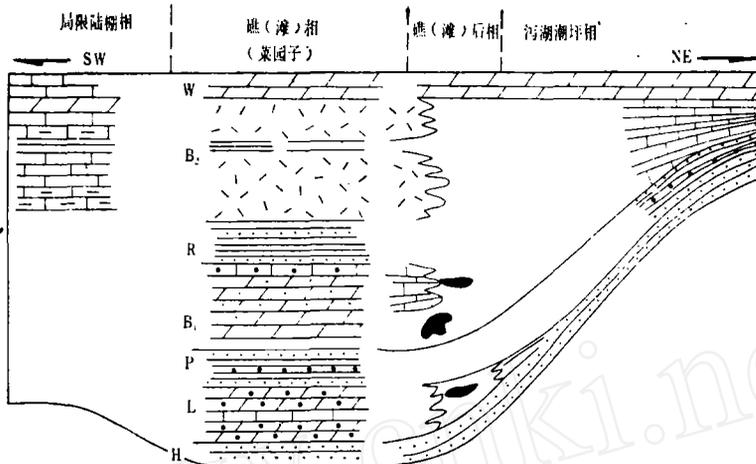


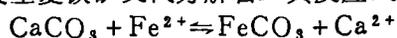
图1 贵州赫章菱铁矿矿床岩相示意图

W组：潮坪白云岩沉积（潮间—潮上带）； B₂组：一套很厚的岩礁白云岩，其中夹几层黑色砂质页岩，属礁后局限盆地沉积； B₁组：下部为咸化泻湖白云岩，中上部为沿岸浅滩砂状白云岩，顶部为生物礁白云岩； R组：红色层，属海滩、砂坝以及陆源蒸发坪沉积（局部有石膏）； P组：砂—泥质沉积，属海滩席状砂，有鲕状铁矿层； L组：小型生物礁和岩礁性质的白云质岩石和陆棚泻湖相石灰岩； H组：广海型海滩石英砂岩沉积

机炭为0.38%）；在矿石化学成分上，P₂O₅含量为0.01~0.02%±，SiO₂含量很低（4%±），MgO>CaO。

据上特征，作者认为本类矿床的形成过程十分可能与方解石的白云石化过程相一致。其形成可概括为渗滤回流成岩成矿模式（图2）：在一个被生物礁与广海相隔的局限性盆地中，最初沉积了大量的、然而较单一的碳酸钙矿物。在此情况下，古陆地区显然没有因机械侵蚀而携出大量的碎屑物，只可能是理想的强烈化学风化地带，于是溶解的和分散的钙、镁、铁等由地表径流及地下水带到盆地中。在干燥气候条件下，当蒸发量大于补给量时，遂即发生咸化，随着碳酸

钙的沉淀，水体中其他一些离子（如Mg、Fe等）的浓度必将逐渐增大。当Mg²⁺/Ca²⁺大于8.4时，即形成富镁的重卤水。由于重力而沿盆地底部流动，当达到CaCO₃（文石或高镁方解石）沉积物或岩石的渗透带时，重卤水向下渗透，Mg²⁺置换Ca²⁺，于是发生白云岩化。此时，由于从古陆风化出来的铁质不断聚集在一个局限的水盆地中，水体中铁的浓度不断增高，当达到一定浓度时，便发生菱铁矿交代方解石，其反应式为：



已知在25°C海水中，CaCO₃的溶度积为4.5×10⁻⁹，FeCO₃的溶度积为3.0×10⁻¹¹，所以：

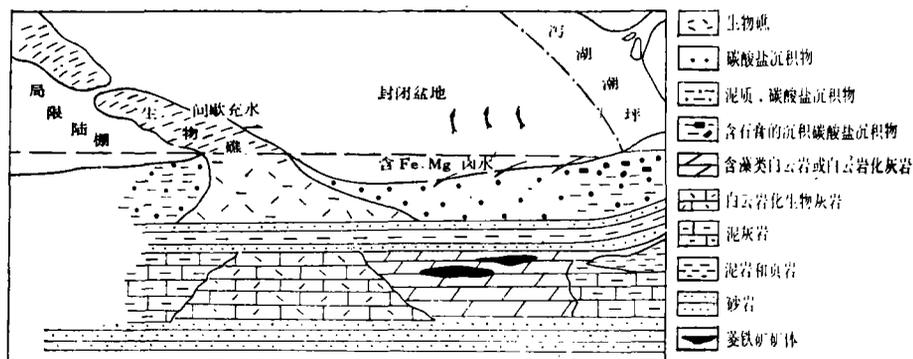


图2 层状菱铁矿矿床的渗滤回流成岩成矿模式

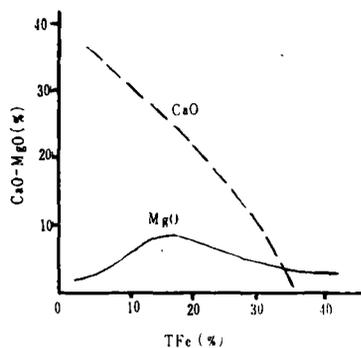


图8 矿石中铁与钙、镁的含量关系
(某菱铁矿矿床)

$$K = \frac{[Ca^{2+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{4.5 \times 10^{-9}}{3.0 \times 10^{-11}} = 150$$

这样,在常温下当水体中 $[Fe^{2+}] /$

$[Ca^{2+}] > \frac{1}{150}$ 时,则将发生 Fe^{2+} 置换 Ca^{2+}

和 Mg^{2+} (特别是交代生物残骸),从而形成铁白云石和菱铁矿。除矿石的交代结构可作为佐证外,从某菱铁矿矿石中铁和钙、镁的含量关系(图3)中可看出,最初Fe和Mg的含量同步增长,而CaO的含量减少,说明在成岩演化的初期,水体中的 Mg^{2+} 和 Fe^{2+} 均交代 $CaCO_3$ 中的 Ca^{2+} 而形成白云石和铁白云石;当铁达到一定含量后,它和CaO及MgO的含量均呈反消长关系,说明随着水体中 Fe^{2+} 浓度的增大,逐渐表现为 Fe^{2+} 交代白云石和方解石中的 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 而形成菱铁矿。这样往往造成由菱铁矿—铁白云岩—白云岩—石灰岩的对称分带。从生物礁上或广海中被海浪带到局限盆地中的生物遗体被埋藏后,受厌氧细菌分解而形成的还原环境,则有利于上述交代作用的进行及菱铁矿的稳定。如果在卤水中含有Cu、Pb、Zn等金属物质时,则在渗透过程中,可因遇到 H_2S 、 HS^- 气体而形成硫化物矿物。鉴于它们常在弱碱性条件下形成,因此常和菱铁矿层呈横向变化。

关于铁离子在水体中的状态,根据邵跃报道,菜园子矿段菱铁矿矿石及其围岩中,普遍含有可溶性Cl离子,各种矿石中最高达217ppm,最低为54ppm;围岩(主要为白云岩)中氯离子为18~118ppm,推测水体中铁可能以一种氯化物或氯络合物的形

式存在。

多次造礁(滩)有利于形成多层菱铁矿。但从赫章矿区来看,仅在邦寨组上下的礁后泻湖相白云岩中才见工业矿体,这说明成矿不仅需要适合的环境,而且需有丰富的铁质来源。

本类矿床的主要找矿标志是:在有利的层位中寻找礁相、礁后相碳酸盐岩;然后在其中找寻成岩白云石化,特别是铁白云石化地段。

礁后盆地(或泻湖)相石灰岩—炭质岩—硅质岩岩系中的菱铁矿矿床

云南建基、湖北黄梅和湘中的一些菱铁矿矿床属于这种类型。图4表示建基菱铁矿矿床的岩相模式。矿床赋存于礁后相中,主要的特征是:含矿岩系由微晶生物碎屑灰岩、炭质泥质灰岩、炭质页岩及硅质岩组成;矿石矿物主要为菱铁矿,但有较多的黄铁矿共生;菱铁矿矿石具交代结构;与产于礁后白云岩、白云质灰岩中的菱铁矿相比,矿石中含 P_2O_5 也较低,但 SiO_2 含量增高,达7%左右。

在本类矿床中,无论是菱铁矿或是黄铁矿,均与炭质层有密切的关系。当含矿岩系中炭质层或炭质多时矿化亦好,不过矿化主要赋存于邻近炭质层的灰岩或炭质微晶灰岩中。因此,推测在局限性水盆地中聚集的铁质,被有机质吸附一起沉积。在成岩阶段,虽然整个岩系均处于还原环境,但炭质层由于有机质分解出大量 CO_2 ,促使铁质形成易溶的 $Fe(HCO_3)_2$,而灰岩的孔隙溶液则为碱性。所以,在炭质层和灰岩层之间形成一个pH值的地球化学梯度。当 $Fe(HCO_3)_2$ 溶液在静压力作用下,迁移到适当的pH值(一般为中—弱碱性)环境中,便以黄铁矿或菱铁矿的形式交代碳酸盐岩。此时,铁质形成黄铁矿为主抑或以菱铁矿为主,则取决于岩层的还原系数。因此,若遇到本类型的黄铁矿矿床时,应注意在相对弱还原的地段或岩层中寻找菱铁矿矿层。

潮坪—萨勃哈环境火山碎屑岩—碳酸盐岩岩系中的菱铁矿矿床

此类矿床可以滇西庆福菱铁矿矿床(时代为下二迭统虎跳湖群上段)为例。

该区含矿岩系为一套中基性晶屑凝灰岩—沉凝灰岩—碳酸盐岩互层相。碳酸盐岩为

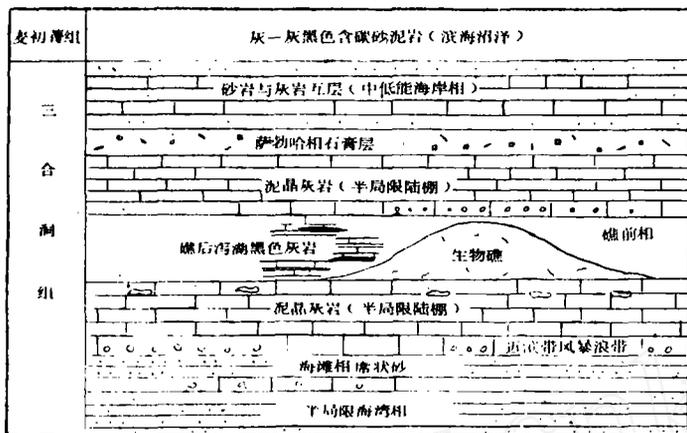


图4 滇西建基菱铁矿矿床岩相示意图

说明：含矿围岩三合洞组下部为半局限海湾陆棚碎屑沉积至广海型海滩席状砂质沉积，中部为生物礁（层孔虫为主）及半局限陆棚相，上部为一套潮坪—萨勃哈—中低能海岸相，上为麦初青组滨海相的含炭泥岩所覆盖。此剖面的特点是：广海型沉积发育，生物礁及潮坪—萨勃哈相发育时期短而且是单次；顶为含炭质沼泽沉积所覆盖

含矿围岩。其特征是，岩石中选层石藻席发育，潮间带的碳酸盐岩中具小型交错层理，常具层纹构造，部分层位可见藻丘构造；藻席发育的碳酸盐岩中可见气孔（由有机质分解的气体逸出造成），碳酸盐岩层相变快，在上部可见盐溶角砾岩。据此，这一含矿岩系可能属潮坪—萨勃哈环境（图5）。

菱铁矿矿体分布于和沉凝灰岩互层的结晶灰岩或弱白云岩化灰岩中。菱铁矿矿物也可分为灰色细晶和米黄色粗晶两种。前者呈层状分布于具弱白云岩化的结晶灰岩中（主要在顶部）。菱铁矿优先交代选层石，且保存原来的层纹构造。但菱铁矿化的界线并不总是与碳酸盐岩层理一致。至于米黄色粗晶菱铁矿，则主要沿构造和盐溶角砾岩分布，显然系侧分泌作用的产物。

这类矿床，原生铁矿物相当简单，主要

为菱铁矿组成，可见含量不等的黄铁矿，矿石具块状和条带状构造；菱铁矿交代方解石和白云石的现象普遍，在矿石化学成分上表现为含 P_2O_5 低(0.015%±)， $(CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3)$ 在0.6~1%之间，但 SiO_2 含量稍高，且大大超过 Al_2O_3 的含量。

菱铁矿矿层与黑色沉凝灰岩（含Fe和C远较其他岩层为高）有密切关系，估计铁质的来源主要为火山源。在潮坪氧化环境中，不可能从水体中沉淀出菱铁矿。根据这类矿床和产于礁后泻湖相白云质灰岩—白云岩中的菱铁矿矿床有类似的地质特征，推测其形成也可能是由一种含铁溶液交代碳酸盐矿物的结果。从成矿周围岩石一般为弱白云石化灰岩，并见盐溶角砾岩这一特征来看，显然这是一种近似于萨勃哈的环境。由于“蒸发泵”作用，浸透到潮坪带沉积物中的海水，

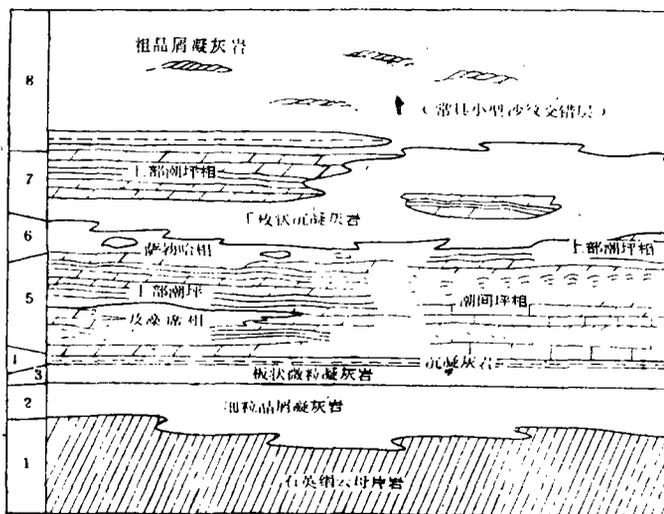


图5 庆福菱铁矿矿床岩相示意图

在蒸发上升的过程中不断浓缩而发生白云石化,与此同时或稍后发生了铁的交代作用。而碳酸盐岩中的藻类在埋藏后的分解,由此造成的还原环境也有利于此类交代作用的进行。当藻类丰富,硫化氢含量较高时,则可能常有黄铁矿生成。

本类矿床一般在碳酸盐岩岩层上部含矿性较好,矿体含铁较富。这可能与分解的气体上逸,而碳酸盐岩顶部又有暗色沉凝灰岩作为盖层这一地质特征有关。

海湾局限盆地碎屑岩—泥岩—碳酸盐岩系中的菱铁矿矿床

以宜龙式和宁乡式铁矿床中的菱铁矿最为典型。含矿岩系为一套碎屑岩—泥质岩—碳酸盐岩沉积岩系。一般赤铁矿层赋存于中下部细碎屑岩中;菱铁矿则赋存于碳酸盐岩和泥岩互层的地层中。这一状况显然意味着赤铁矿形成于海浸中期,菱铁矿则形成于海浸接近高潮的岩系中。

这类矿床的主要特征是,矿体和围岩的产状相一致,位于碎屑岩向碳酸盐岩过渡的部位,常和赤铁矿层成交互关系;矿石见鲕状构造及肾状构造;矿石组成除菱铁矿外,还有赤铁矿、鲕绿泥石等;菱铁矿交代赤铁矿现象普遍;含矿岩系中均有一定量炭质;在矿石化学成分上, $(CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3)$ 一般小于0.5, P_2O_5 含量较高,若与前几类矿床相比,约高一个数量级。

根据含矿岩系的沉积构造(如交错层理、冲刷、泥裂等)、含炭质、矿石常具鲕状构造等,普遍认为,这是一种滨海局限性浅水环境。这种环境具氧化—弱氧化条件,因而一般不可能直接发生菱铁矿的沉积。菱铁矿常和鲕绿泥石共生相处,而后者已被公认为是一种典型的成岩矿物。值得注意的是,在炭质分布较丰处,菱铁矿交代赤铁矿现象普遍。因此,此类菱铁矿无疑应是沉积赤铁矿在成岩过程中,通过还原作用而生成的。关于这一认识,一些研究者(如B.伊万诺夫等)在研究菱铁矿的生物地球化学过程后得出类似结论:“除了自然环境对形成菱铁矿是一重要因素外,沉积物中高铁和高铁之间的关系,直接取决于起还原作用并能把高铁转化为低铁的有机物的数量”。众所周知,在地表条件下,铁通常以 $Fe(OH)_3$ 胶体形式和一定数量的有机质一起被搬运,最

后进入到盆地中。这些 $Fe(OH)_3$ 胶体经实验证明,即使随着时间的推移,最后也能形成颗粒极小的含水氧化铁与复杂的有机化合物共同沉积下来。当有机物质在酵母和非自养生物的作用下即行分解为碳酸、 H_2S 、 CH_4 ,最后生成有机炭。而有机炭已被公认是一良好的还原剂,它可能促使赤铁矿还原为菱铁矿。一些学者曾指出过,当有机炭含量高于0.3%而小于1.5%时,可使赤铁矿还原为菱铁矿;有机炭低于0.3%时,则保持赤铁矿相。不言而喻,影响因素通常是多方面的,因此上述界限不可能是绝对的。

在赤铁矿被还原的过程中,自养生物可能起重要作用。喜氧铁细菌类可使铁在沉积盆地中以高铁的形式稳定下来;而厌氧铁细菌则自身会产生有机酸,使三价铁的难溶化合物以离子或有机物络合物的形式溶于溶液中,然后生成低铁的化合物。

另外一些研究者认为,铁矿物相是沉积物上面的水体中的有机物的生产率的函数和水体的深度的函数。随着水深加大,有机物丰饶度增多,那么因此而顺序出现赤铁矿相、磁铁矿相、亚铁的硅酸盐相和菱铁矿相。在这里,水的深度很大程度上控制着有机物在参加到沉积物中之前氧化了多少。如果沉积物中有机炭的含量低,这时原有的 $Fe(OH)_3$ 就不可能被还原,而成岩的最终产物就可能是赤铁矿;沉积物中有机炭有所增加, $Fe(OH)_3$ 可还原成亚铁状态,成岩后的最终产物就可能是亚铁硅酸盐;如果所有铁都还原后,沉积物中还存有活性有机炭,那么就可能发生发酵反应,释放出 CO_2 和 CH_4 ,沉积物中增长的 CO_2 分压力就有利于形成菱铁矿,这样一来,菱铁矿就可能成为成岩作用的最终产物。

在本类矿床中,常见由赤铁矿和粘土或鲕绿泥石,或菱铁矿,相互构成环带状鲕粒。这种鲕状粒子很可能不是由于“动荡的浅水环境中因氧化条件和还原条件的交替出现”而产生的,因为环境的这样频繁变化难于想象,这种环带状鲕粒最可能是同生期形成的氢氧化铁和富含铁质和有机质的粘土相间组成的环状鲕粒,发生成岩变化所致。

大陆湖泊的半局限地段中的碎屑岩—泥质岩—有机岩中的菱铁矿矿床

这类矿床分布较普遍,但规模不大。菱

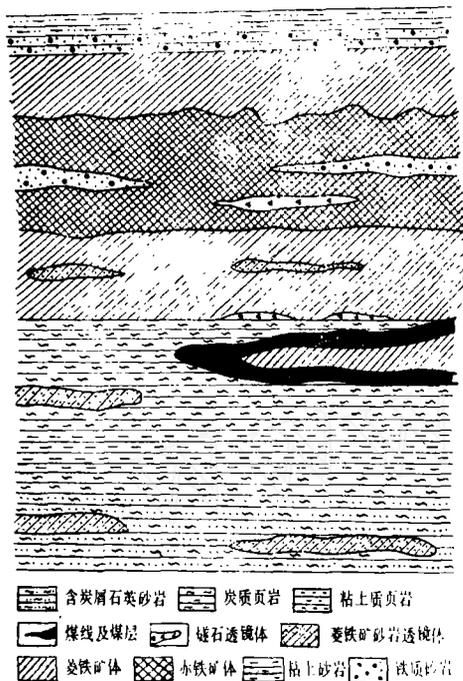


图6 綦江铁矿床綦江段剖面结构示意图

江式菱铁矿矿床即是一例。

綦江菱铁矿矿床产于下侏罗统綦江砂岩段中。含矿岩系为一套陆相碎屑岩系，普遍含有炭屑，甚至在一些地段夹有煤线或煤层。矿体呈透镜状、似层状和不规则状，但产状和上下岩层一致（图6）。这类矿床的矿石成分相对而言较为复杂，除菱铁矿外尚

有赤铁矿、鲕绿泥石、磁铁矿等。菱铁矿和赤铁矿常呈横向过渡，互为变化。矿石中 P_2O_5 含量一般为 $0.1 \sim 1.0\%$ ， $(CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3)$ 为 $0.5 \sim 0.9$ 。矿石构造除胶状构造外尚见同生粒-砾状构造。此外还可见磁铁矿交代赤铁矿，菱铁矿交代鲕绿泥石和植物组织等现象。

根据含矿岩系为一套砂岩、粉砂岩和泥岩的特征，以及含有丰富陆相化石，因此不难确定此类矿床系形成于一湖湾环境中（图7）。由于矿层常见同生角砾岩和鲕状构造，当属一种动荡的浅水湖湾。在水的强烈动荡下则发生同生角砾。在朝陆岸方向紧邻湖湾的是湖滩沼泽相沉积，在沼泽地区由于腐植物的堆积，致使地表水构成一还原环境，并可产生大量的二氧化碳。这样就可能使铁质以 $Fe(HCO_3)_2$ 形式被搬运进入湖泊中，由于含氧湖水的氧化作用而呈 $Fe(OH)_2$ 沉淀下来。

一些研究者曾提出，当含矿岩系中有有机碳相当丰富，二氧化碳充足时，不仅赤铁矿可还原为菱铁矿，而且还可进一步形成 $Fe(HCO_3)_2$ 溶液。这种含矿溶液在岩层重力影响下，可顺层流动，当抵达一些有利于沉淀的地段，例如砂页岩和碳酸盐岩相的过渡地段，由于物理化学条件的改变，如由酸性环境转变为碱性环境，这时可发生成岩交代，于是形成交代型菱铁矿矿床。綦江矿床的交代现象，通常是和含炭屑砂岩及煤层存

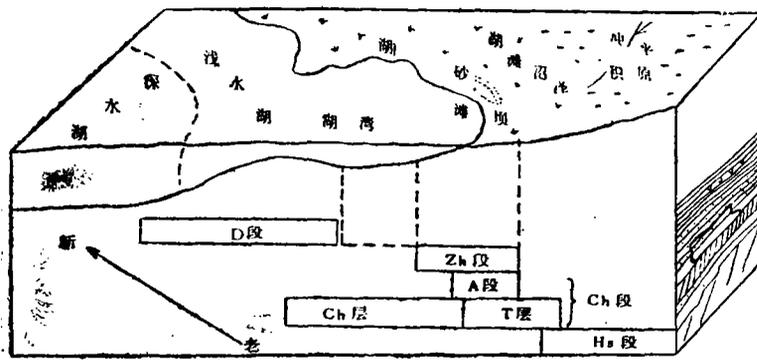


图7 綦江菱铁矿矿床岩相模式

说明：底部Hs段为冲积相粗砂岩；其上Ch段自下而上包括三个层：T为湖滩、湖滩砂坝层（千尼尔砂岩）及沼泽相的砂岩及含炭泥岩；Ch为含菱铁矿的砂泥岩；A层为滩相的纯石英砂岩；再上Zh段与A段略似，为泥质湖岸（及砂坝）沉积；D段为浅湖及局限湖湾相的黑页岩夹壳灰岩透镜体。

剖面的岩相特点为：①垂直向上冲积—千尼尔沼泽—湖湾—浅湖相的水进相序；②含矿层属大陆湖泊的半局限地段湖湾沉积；③含矿的湖湾沉积与沼泽沉积共上（覆于其上）

在一定关系。所谓“夹心饼干”状构造，即矿层中间为赤铁矿，上下为菱铁矿层。下部菱铁矿是赤铁矿在成岩期由煤层的还原作用而形成；上部的菱铁矿则为赤铁矿被聚集的天然气还原而成。

其他环境中的菱铁矿矿床

如陕西大西沟式菱铁矿矿床，其含矿岩系为一套岩石类型较为简单而韵律结构复杂的类复理石式沉积。菱铁矿主要富集于泥质岩向碳酸盐岩过渡的层位中。这类矿床无论在矿床地质特征方面，还是在沉积岩相特征上，均不同于上述各种类型，尚需作进一步的研究。

综上所述，我们可以得出如下一些初步认识：

层状菱铁矿矿床的沉积环境是多样的，但它们基本上均属半局限—局限环境。如潮坪、礁后泻湖或盆地、受砂坝等阻挡的海湾、半局限的湖湾等。这些环境造成一种沉积障壁。在这种受障壁的局限和半局限水体中，不管是来源于古陆及矿源层，或是火山活动的矿质，都不易扩散而趋于浓集。

层状菱铁矿矿床除少数可能为同生矿床外，多为成岩期的产物。在形成作用方面可

分为两类：一是含铁卤水直接交代碳酸盐矿物而成；另一为赤铁矿在成岩期被有机炭还原而成。

上述产于不同沉积环境，而成矿作用和物质来源也有所不同的各类菱铁矿矿床，研究其共生矿物、常规的化学成分，如MgO、CaO、SiO₂和P₂O₅的含量，以及(CaO+MgO)/(SiO₂+Al₂O₃)、SiO₂/Al₂O₃的比值，发现它们之间有着比较明显的区别，如下表所示。

沉积环境对矿床的物质成分也有重要影响。例如潮坪环境发育的藻席的分解，能提供充足的硫的来源，对矿化影响明显。在菜园子矿区，因潮坪上藻席不甚发育，因而仅主要形成菱铁矿；庆福矿床藻席发育，从而除菱铁矿外还生成黄铁矿。

层状菱铁矿常分布于能形成地球化学障壁的部位。例如，从岩相上来看，这些矿床常分布于礁—礁后泻湖、萨勃哈—潮坪、沼泽—半局限湖湾等过渡部位。这些地区是淡水或半咸水与盐水的接触处，或是沼泽水与半局限湖水的接触处，两者物理化学参数的不同促使了地球化学障壁的形成。又如，菱铁矿矿体常赋存于石灰岩—白云岩—泥质岩

各类菱铁矿矿床成分对比表

矿床类型		菜园子式	黄梅式	庆福式	宁乡式	莱江式
对比项目						
矿石矿物组成		菱铁矿、白云石、白云石、方解石	菱铁矿、黄铁矿、方解石、玉髓、炭质	菱铁矿、黄铁矿、方解石、白云石	菱铁矿、赤铁矿、磁铁矿、鲕绿泥石	菱铁矿、赤铁矿、鲕绿泥石、磁铁矿、黄铁矿
矿体围岩		白云岩、白云岩化灰岩	含炭质灰岩、生物碎屑灰岩、炭质岩	灰岩、白云岩化灰岩	粉砂岩、泥质岩、泥质灰岩	炭质粉砂岩、泥岩、煤层
矿石化学成分 (%)	MgO	5~8	3.52	0.1~0.3	0.26~2.5	
	CaO	1~5	6.24	5.0~6.0	0.26~2.5	
	SiO ₂	1.5~5.0	7.11	5.4~8.9	15~30	
	Al ₂ O ₃	0.5~1.1	1.02	0.93	4~20	
	$\frac{CaO+MgO}{SiO_2+Al_2O_3}$	1.5~4	1.20	0.6~1	0.22	0.5~0.8
	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3.9~4.8	7	6~8.2	1.5~3.9	
	P ₂ O ₅	0.01~0.02		0.01~0.02	0.48	0.1~0.24
后生期重结晶作用(米黄色粗晶菱铁矿)		发育	发育	发育	不发育	不发育

一碳酸盐岩、碳酸盐岩-炭质岩的过渡地段。这些地段也由于Eh和pH值发生显著变化而造成一种地球化学障壁。这种地球化学障壁正是矿质发生分异和交代或沉淀的必要条件。不同的岩相在沉积演化的不同阶段,可在层系的不同部位形成不同性质的地球化学障壁系统。但是,一定的岩相在一定的阶段内会造成类似的地球化学障壁系统。此外,与稳定的岩相环境相应的还需要有一个稳定的矿化条件,这就意味着古地理、古水

文、古构造状况的稳定,造成一个长期的地球化学障壁和沉积期后分异条件,因之使铁质得以在较长的时期进行必要的聚集,从而形成矿床。

作者仅对一些菱铁矿矿床作过初步的研究,缺乏深度和广度,故上述看法可能是一孔之见。仅提出来共同讨论,以期今后对层状菱铁矿矿床的沉积环境和成因作深入的研究。

辽宁省金矿的主要控制因素

辽宁冶金地质勘探公司一〇七队 陈庆达

类 型

为总结我省金矿成矿规律和找矿工作,根据矿床生成的地质条件和矿质来源,结合含矿岩石的特点,将辽宁的金矿床综合分类于表1。

主要控制因素

(一) 构造对金矿化的控制

省内不同类型、不同时期形成的金矿,具有共同的区域控制因素,即构造带控制金矿成矿带。控矿构造带控制或切过基底,晚元古代起就有明显活动,属于多期、多动的区域性构造体系(图1)。

