

中国南方海相锰矿地质概论

黄金水 朱恺军 王双彬 朱作山

(冶金工业部天津地质研究院)

提 要 华南地区中—晚元古代(震旦纪前)、震旦纪—早古生代、晚古生代—早中生代三个地质历史时期的海相锰矿成矿作用,与中国南方古大陆边缘的构造演化同步发展,并受海积海域的边界条件和盆地性质支配;锰的成矿高峰期发生在早震旦世、晚泥盆世、二叠纪和三叠纪。这些多时代的海相锰矿的成矿过程,大致都经历过相似的成矿地球化学旋回,即:初始痕量 Mn 从多向源地汇入海区;Mn 在海水中高浓度蕴集;Mn 在盆地中沉淀和 Mn 与 Fe、P 早期分离,含锰沉积物埋藏后的成岩作用和稳定矿物相形成。

关键词 海相锰矿床 成矿时代 沉积—构造环境 含锰岩系 成矿地球化学过程 华南地区

锰的成矿地球化学特点表现为在内生作用中趋于分散,在外生成矿中趋于富集、并受沉积分异规律支配^[1]。海相沉积型锰矿(包括水生沉积、热水沉积、火山—沉积)在现行的种种“锰矿成因分类”方案中都居主导地位;其它各类受变质、改造型和表生风化型的锰矿,都是先前沉积的锰矿床或矿胚衍生的产物。纯粹由岩浆热液作用形成的锰矿床极少。

1 海相锰矿的成矿时代和沉积—构造环境

华南海相锰矿的成矿时代跨越中—晚元古代(震旦纪前)、震旦纪—早古生代、晚古生代—早中生代三个地质历史时期;在对应于年代地层单位“阶”和岩石地层单位“组”的 27 个含锰层位中,有 18 个层位产有吨位规模不等($10^5 \sim 10^8 \text{t}$ 级)的工业锰矿床,其中锰堆积量最大的成矿高峰期发生在早震旦世、晚泥盆世、二叠纪和早—中三叠世(图 1)。

华南多时代海相锰矿的含锰层主要环绕扬子地块分布,总体上呈现由老到新、从陆块周边向陆缘增生褶皱带依次推进的时空分布规律(图 2);这种规律表明,锰矿沉积作用与古大陆构造演化和大陆边缘沉积地壳增生的进程^{[2][3]},是同步发展、并受海域盆地性质控制的。笔者从比较地学的理论、方法出发,按构造阶段及海域边界条件,把华南多时代的各类海相锰矿床及其成矿环境划分为 4 个构造—沉积海域和 3 种沉积成因类型:

(1)中—晚元古代原始扬子陆块边缘沟弧盆系海域;细碧岩火山—沉积建造序列中的氧化锰硅酸锰—碳酸锰矿床和基性火山—沉积铁建造序列中的锰铝榴(英)岩矿床。

(2)震旦纪—奥陶纪扬子地块被动边缘拉张坳-垒盆地系海域;黑色页岩系型和磷质岩系型水生沉积碳酸锰矿床,以及泥质岩系型氧化锰-碳酸锰矿床。

(3)晚古生代—三叠纪扬子-华南板块被动边缘走滑拉张盆地系和板内断陷-凹陷盆地系海域;硅质岩系型碳酸锰氧化锰-硅酸锰矿床、碳酸盐岩系型碳酸锰矿床——与盆地高热流场背景有关的热水-水生沉积矿床系列,以及泥质岩系型氧化锰-碳酸锰矿床。

(4)晚古生代—三叠纪三江特提斯裂谷-火山弧盆地系海域;硅质岩系型氧化锰-碳酸锰-硅酸锰热水沉积矿床和玄武安山质次火山岩中的褐锰矿矿床(化)。

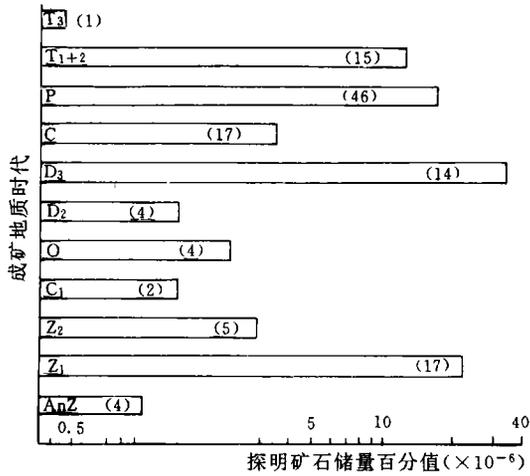


图 1 华南锰矿成矿地质时代及其探明储量分布

Fig. 1 Mn metallogenic times and their percentages of proven ore reserve in south China

2 含锰岩系分类和锰矿床

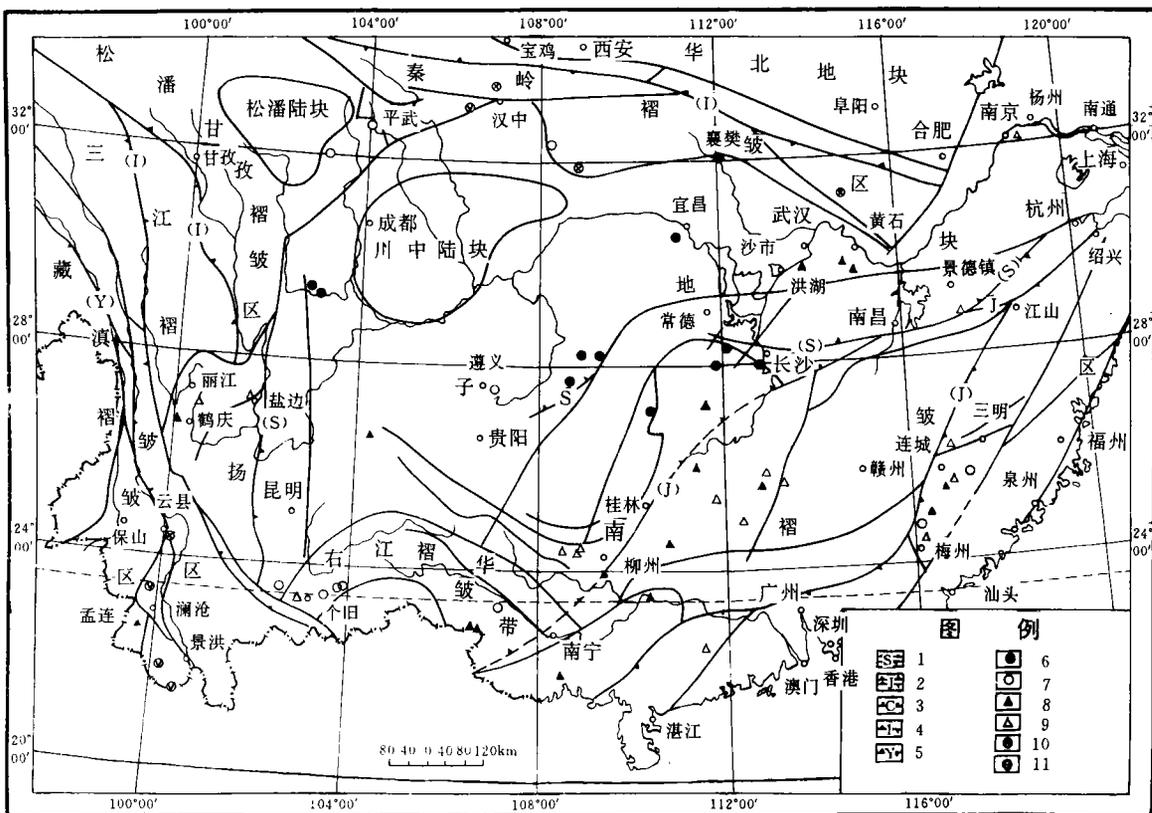
2.1 含锰岩系分类

本文的“含锰岩系”定义为:在岩石地层单“组”的层序内,由锰矿层-锰质岩及其上下连续沉积的围岩寄主岩石共生组合体组成的三维空间地层单元;笔者把它置于层序地层学的旋回沉积地层格架中、视同为海侵体系域上部海平面最高位时期超越陆架的非补性低速率沉积物⁽³⁾。

通过地层剖面层序及岩石共生组合的对比研究,结合“微量元素相似性”聚类分析、图解,把华南海相沉积含锰岩系泛分为 6 大类型:含锰黑色页岩系、含锰杂色泥质岩系、含锰硅质(硅泥灰质)岩系、含锰碳酸盐岩系、含锰磷质岩系、含锰火山-沉积岩系。图 3 是 54 条各类含锰岩系剖面中的 363 件岩石样品的 (K+Ti)-(Co+Ni+V) 分类图解,从中看出:(1)从右上方到左下方,不同类型含锰岩系的投点区间依次呈现有规律的分布,其中只有火山-沉积岩系的投点十分分散——这是由于该类含锰岩系中性质各不相同的岩类组合所引起的;(2)各类含锰岩系的平均 (K+Ti)-(Co+Ni+V) 投点(图中的 A、B、C、D、E)有明显的线性关系,反映了它们之间的沉积分异特征;(3)各类含锰岩系分布区间相互重叠的部分,客观地反映了有些被划归为不同岩系类型的锰矿床,它们之间在岩石共生组合和元素地球化学上仍存在着非确定性的过渡关系,因而对它们的“归类”只能是相对或近似的。

2.2 含锰岩系的岩类共生组合及锰矿床概况

2.2.1 黑色页岩系型锰矿床



- 1. 四堡叠接对接消减带
- 2. 晋宁全接对接消减带
- 3. 加里东叠接消减带
- 4. 印支对接消减带
- 5. 燕山对接消减带
- 6. 黑色页岩系型矿床
- 7. 杂色泥质岩系型矿床
- 8. 硅质岩系型矿床
- 9. 碳酸盐岩系型矿床
- 10. 磷质岩系型矿床
- 11. 火山-沉积岩系型矿床

图2 华南大地构造及主要锰矿分布图

Fig. 2 Geological map of the south China mainly showing structures and Mn ore distribution

国际地质对比计划(IGCP)254项目的一些研究者把“黑色页岩”定义为“黑色的细粒(粉砂—泥质)沉积物,并含有相当高(>0.5W_B%)的有机碳”^[4]。本文论及的“含锰黑色页岩系”专指扬子地块东南缘下震旦统大圹坡组-湘锰组-江口组、中奥陶统磨刀溪组和西缘上奥陶统五峰组层序中以黑色泥岩、泥质粘土岩、粉砂岩、泥灰岩类共生组合为特征的含锰地层单元。

(1)下震旦统含锰黑色页岩系同属于间冰期沉积物,主要由富含有机质和黄铁矿的黑色页岩、粉砂质泥岩(有时含凝灰岩)夹1—2层碳酸锰矿层组成;在“江南隆起”两侧有良好的对比性。碳酸锰矿层通常由许多大小不一、首尾“鱼贯”相接的“饼状”、“梭状”、“枕状”矿体群,以及薄条带状黑页岩与碳酸锰矿互层组成。主要锰矿物为锰钙碳酸盐类,部分为钙镁菱锰矿类和锰云石类。矿石具藻鲕(球)粒状、显微粒状、泥晶粉(砂)屑结构;块状、条带层纹状、粒序条带状构造。

(2)磨刀溪组含锰岩系由含笔石、三叶虫和黄铁矿的黑色页岩、块状-条带状粘土质泥岩夹

含锰灰岩和 1~2 层碳酸锰主矿层及若干付矿层组成。含锰矿物以锰钙碳酸盐类为主,其次是锰云石类。矿石具藻泥晶、鲕状、泥-粉砂屑、生物屑结构;块状、条带层纹状及砾状构造。

(3)五峰组含锰岩系由含钴黑色页岩、泥灰岩、粉砂岩类 1~2 层碳酸锰矿层组成,底部常见含尘点状赤铁矿的赭色薄层泥灰岩。碳酸锰矿物成分较复杂,除主要的菱锰矿-钙菱锰矿外,时常还有数量不等的黑锰矿、蜡硅锰矿、方锰矿、羟锰矿、褐锰矿、蔷薇辉石、锰铝榴石、锰镁绿泥石、硫锰矿等。矿石具鲕(球)粒状、粒状嵌晶、粒状和鳞片状变晶等结构;块状、斑杂状、条带状、藻丝叠层状、凝块状构造。

含锰黑色页岩系型锰矿床已探明储量占全区锰矿总储量的 26.20%,其中优质锰矿储量占全区优质锰矿的 12.23%。

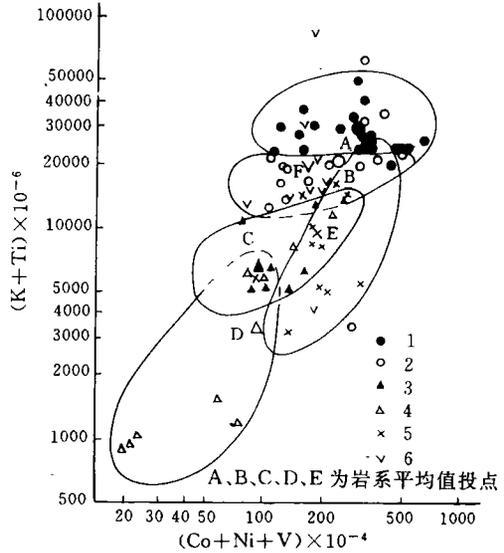
2.2.2 杂色泥质岩系型锰矿床

“含锰杂色泥质岩系”是由泥-粉砂级颗粒成分和粘土矿物组成的,以紫红、灰、灰绿色粉砂岩-灰泥质岩-泥质灰岩类或泥质岩-粘土岩类岩石组合为特征的含锰地层单元;它与含锰黑色页岩系之间,是两种不同沉积地化环境的产物,主要以有机质含量和岩石的色调相区别。

杂色泥质岩系型锰矿床的成矿时代跨度大,主要有上震旦统陡山沱阶、上二叠统乐平阶和中三叠统法郎组等。

(1)陡山沱阶的含锰岩系由紫红、灰绿色含火山凝灰质的粉砂质、云灰质页岩、板岩夹氧化锰-碳酸锰矿层组成,底部含海绿石质砂岩。采自水晶坪和屈家山矿体顶底板围岩的标本,镜下常见含火山凝灰质微细条带,其岩石化学成分以 K、Na 含量高为特征(多数 $Na_2O > K_2O$);多种岩石化学计算、图解的结果表明,这类受轻微变质的含锰岩系是含有细碧-角斑岩、火山碎屑岩和云灰质、杂砂质泥岩的混合沉积物。锰矿体呈透镜状、薄层条带状。主要含锰矿物褐锰矿和锰钙碳酸盐类,其次是蜡硅锰矿-肾硅锰矿、锰云石以及少量水硅锰石、黑锰矿、锰黑云母、锰绿泥石等。矿石具粒状、鳞片状、羽状、纤维状结构;条带状、块状、角砾状、碎裂斑杂状构造。

(2)乐平阶的含锰岩系不整合在茅口组第二岩性段黑色硅质岩层(俗称“白泥矿层”)顶部古风化面之上,由灰、灰黑-灰绿色水云母粘土(页)岩和浅灰色含黄铁矿-菱铁矿-菱锰矿的块状粘土质页岩,夹碳酸锰矿层组成。在铜罗井沙坝含锰岩系剖面的“夹层页岩”和底板“含锰硅质岩”,镜下鉴定发现含有显微交织结构的玄武质凝灰(页)岩和似“杏仁”结构的盆内玄武岩砾屑(已碳酸盐化)。锰矿层呈大型层状、似层状,锰矿物以锰钙碳酸盐类为主,其次有黑锰矿和少量硫锰矿、水锰矿等。矿石具鲕(球)粒状、泥晶粉(砂)屑、粒状、针柱状交代等结构;块状、层纹



1. 黑色页岩系 2. 泥质岩系 3. 硅质岩系 4. 碳酸盐岩系 5. 磷质岩系 6. 火山-沉积岩系

图 3 含锰岩系分类图解

Fig. 3 Diagram of classification for Mn-bearing rock sequences

条带状、球粒斑点状构造。

(3)法郎组的含锰岩系在滇东南地区包括灰泥质碎屑岩相和碳酸盐岩相两种地层单元;二者的相变界线大约在开远—蒙自一带。砚山—邱北—蒙自一带的含锰灰泥质碎屑岩相地层有上、下两个含矿层,主要由富含薄壳双壳类和菊石类的紫红色、灰绿色层纹状、条带状和中厚状粉砂质泥岩、粉砂岩、泥灰岩夹多层氧化锰-碳酸锰矿层组成。上述上下两个含矿层通常又由1~2个主矿层及若干副矿层组成;主矿层呈大型层状、似层状,主矿层上下的副矿层多呈透镜状断续交替延伸。锰矿物以褐锰矿、锰钙碳酸盐类为主,偶见细脉状肾硅锰矿-蜡硅锰;镜下常见细小板条状自生钠长石。矿石具鲕豆状、变形鲕、复鲕、生物碎屑、显微粒状、粒状交代、胶状等结构;条带状、缝合线状、块状、砾屑斑杂状、角砾花斑状等构造。

杂色泥质岩系型锰矿床已探明储量占全区锰矿储量的17.19%,其中优质锰矿占全区优质锰矿的21.32%。

2.2.3 硅质(硅泥灰质)岩系型锰矿床

这里的“含锰硅质岩系”是指上泥盆统榴江组和五指山组、下二叠统当冲组-孤峰组-茅口组、上三叠统松桂组中以深水-半深水硅岩-硅质灰泥岩和硅质岩-硅泥质碳酸盐岩共生组合为特征的含锰地层单元。

(1)榴江组和五指山组的含锰岩系广泛分布于广西境内。前者,以硅岩-硅质灰泥岩组合占优质,在桂东南形成以木圭大型次生氧化锰矿为代表桂平—玉林矿带;后者,以硅质、灰泥质碳酸盐岩组合为主,在桂西南形成以下雷超大型(>1千万吨)矿床为代表的大新一靖西矿带。

五指山组的含锰岩系由深灰、灰绿色钙质泥岩、扁豆状-条带状灰岩和薄层纹层状硅质灰岩、硅质岩夹2~3层碳酸锰-硅酸锰组成;其中湖润茶屯矿区锰矿夹层和底板见有阳起石、透闪石“角岩”和具角闪石(假象)“斑晶”的微石英岩,可能是热水成因的碧玉岩。该类锰矿床的矿物成分比较复杂,除主要的锰钙碳酸盐类之外,常有数量不等的蔷薇辉石、蜡硅锰矿、辉叶石(见于茶屯)、锰铁叶蛇纹石、黑硬绿泥石、褐锰矿、黑镁铁锰矿,以及黑锰矿、锰帘石、阳起石、石榴石、重晶石、钾长石、赤铁矿、磁铁矿、黄铁矿和铜、锌、钴、镍硫化物等。矿石具微晶粒状、鲕豆状、复鲕-变形鲕状、粒状、鳞片、柱粒状等结构;块状、层纹状、条带状、细脉状构造。

(2)当冲组-孤峰组-茅口组的含锰岩系由中一薄层状硅质岩、硅质页岩、硅质灰岩和生物碎屑灰岩夹2~3层碳酸锰矿(胚)层组成。单个碳酸锰矿胚层多呈透镜状、扁豆状、条带状、含锰较低;次生风化后形成众多规模不等的“锰帽”型和淋滤-岩溶堆积型工业矿床。

(3)松桂组锰矿床类型特殊,构造复杂,地层层序意见不一;目前仅见于鹤庆矿区。我们根据小天井、猴子坡坑道实测剖面建立的含锰岩系地层层序是(自下而上):含硅质条带灰岩、灰岩→灰绿、紫红色泥岩(局部含灰岩滑塌块)→锰矿层→灰岩夹薄层硅质岩。锰矿体呈层状或“断层夹块状”顺层延伸,主要由块状黑锰矿石、块状-条带状碳酸锰-黑锰矿石、球粒-砾屑状碳酸锰矿石、条纹-条带状、斑杂状碳酸锰-黑锰矿-蜡硅锰矿石及薄层条带状蜡硅锰矿石组成;其的矿物种类不下二、三十种,主要的是锰钙碳酸盐类、黑锰矿和蜡硅锰矿,其次有方锰矿、褐土矿、粒硅锰矿、锰叶蛇纹石、锰镁绿泥石、锌铁尖晶石、方解石、白云石、石英、海绿石、滑石、蒙脱石、高岭石,等等,局部见有锰钽铁矿和斑铜矿产在菱锰细脉中。

硅质岩系型锰矿床已探明储量占全区锰矿储量的39.35%,其中优质锰矿占全区优质锰

矿的 7.33%。

2.2.4 碳酸盐岩系型锰矿床

含锰碳酸盐岩系在碳酸盐岩相地层剖面中有三种岩石组合系列:石灰岩系列、白云质灰岩-白云岩系、生物礁-含铅锌硫化物铁锰碳酸盐岩系列。

(1)中奥陶统巧家组含锰岩系由紫红、青灰色中薄层状(含铁)白云岩、白云质泥灰岩夹碳酸锰矿层组成;单个矿体呈薄层透镜状、条带状。矿物以锰钙碳酸盐为主,其次有黑锰矿及少量锰硅镁石、蔷薇辉石、褐锰矿等;脉石矿物有白云石、铁白云石、方解石、石英、重晶石及少量水硅镁石、斜长石、绿泥石等。矿石具粒状变晶、嵌晶、交代残余、纤维状和叶片状等结构;块状、条带状、细脉状、浸染状构造。

(2)下石炭统大圪阶含锰岩系由薄层—中厚层泥晶灰岩、生物屑泥晶灰岩和少量燧石结核灰岩夹碳酸锰矿层和含锰灰岩组成。锰矿物以锰钙碳酸盐类为主,其次有锰云石及少量褐锰矿、硫锰矿;脉石矿物以方解石为主,其次为少量白云石、玉髓、微晶石英、长石、白云母、蛇纹石、绿泥石、重晶石等。矿石具泥晶、微晶、粒状、生物碎屑、交代残余等结构;块状、层纹状、条带状构造。

(3)中三叠统法郎组碳酸盐岩相地层中的含锰岩系有两个含矿层;它们都是由白云岩、白云质灰岩夹一层或多层“受变质”的氧化锰-碳酸锰矿层^[5]和含锰白云灰岩及其次生氧化锰矿体组成。氧化锰-碳酸锰矿体的矿石矿物以黑锰矿和锰钙碳酸盐类为主,其次为褐锰矿、黑锌铁锰矿、方锰矿、锰铁矿、锌铁尖晶石及微量锰热臭石、红硅钙锰矿、锰绿泥石。次生氧化锰矿可分为锰帽型矿体和岩溶堆积型矿体;前者多呈透镜状随地形缓坡分布,后者多沿碳酸盐岩层的断裂—喀斯特岩溶带,从近地表向深部呈囊状、鸡窝状断续分布。严桂英等(1992)在芦台矿段“偏锰酸矿”中发现一种类似黑锌锰矿的含镁端员新矿物——“建水矿”,并认为它是“由含锰白云岩演变而来的”^[6]。

此外,在湘南—粤北、粤西中—上泥盆统,以及赣东北和闽西南—粤东地区上石炭统白云质灰岩、灰岩中,还有可能是与热液叠加改造作用有关的“层控型”铅锌多金属-铁锰碳酸盐矿床。

以上碳酸盐岩系型锰矿床已探明锰矿储量占全区锰矿储量的 12.26%;其中优质锰矿占全区优质锰矿的 11.67%。

2.2.5 磷质岩系型锰矿床

扬子地块北缘的上震旦统陡山沱阶和下寒统梅树村阶经常有锰磷共生的地层单元,并在川北—陕南形成以高燕—大渡溪、天台山为代表的锰(磷锰)矿带。这类含锰岩系通常可分为两种岩石组合系列:黑色泥(硅泥)质页岩组合和硅泥质砂页岩-白云岩、白云质灰岩组。前者或由薄层含磷黑色页岩、泥板岩夹层状、条带状碳酸锰矿层组成,或由黑色页岩夹薄层碳酸锰与磷块岩、含磷白云质灰岩互层组成;后者主要由硅质白云岩、磷块岩、含锰灰岩夹似层状碳酸锰矿层组成。矿石矿物以锰钙碳酸盐类(高燕)或锰云石类和硫锰矿、锰铝榴石(天台山)为主。矿石具球粒状、鲕状、粒状结构;块状、条带状构造。已探明储量占全区锰矿储量的 3.9%。

2.2.6 火山-沉积岩系型锰矿床

目前已被我们确认的这类含锰岩系,一是南秦岭(陕南)地区“碧口群”上部细碧岩火山凝

灰质泥板岩-碳酸盐岩组合;二是滇西南澜沧群中的凝灰质硅板岩、千枚岩、片岩组合。此外,在滇西可能还有上、下二叠统(P_{1m} — $P_{2\beta}$)的玄武岩-碳酸盐岩组合,以及中三叠统上兰组的中酸性火山-硅质岩、砂页岩组合和上三叠统小定西组的玄武质安山玢岩-凝灰质砂页岩组合等。

(1)“碧口群”上部的含锰岩系主要由细碧岩、凝灰质板岩、千枚岩、硅质灰岩、结晶灰岩夹氧化锰-硅酸锰-碳酸锰组成。矿石具粒状变晶、粒状柱粒状嵌晶、穿插结构;块状、条带状、斑杂状、浸染状、脉状、角砾状构造。矿物成分复杂多样,主要的是褐锰矿、蔷薇辉石、菱锰矿,其次是钠锰辉石、钠铁闪石、含锰透闪石、锰镁铁尖晶石、兰透闪石以及钙铁辉石、锥辉石、方解石、铁白云石、钠长石、钾长石、重晶石等;偶见微量青铝闪石。

(2)澜沧群中的含锰岩系由球粒硅板岩、碳质石榴石板岩、变晶屑凝灰岩、绢云绿泥石英片岩夹1~2层或多层含锰榴石英岩、镁钠闪石锰榴岩、蔷薇辉石石英岩和少量菱锰矿碳酸盐岩的矿层组成。它们断续分布在中缅边境两侧,并景洪劫宋—缅甸景康和勐海巴夜—西定一带形成两个硅酸锰-次生氧化锰矿带;其中景康地区锰帽型优质(富)锰矿的氧化带,深度大,吨位规模可能达到大中型以上。

3 海相锰矿的成矿地球化学过程

华南海相锰矿属于同生沉积和/或沉积-成岩矿床;其成矿作用大多都经历过相似的成矿地球化学过程。这些过程包括:

(1)含痕量Mn的“初始锰源”从多向源地(如古陆和洋岛,海底活动地热系统,火山喷发等)汇入海域。但是各种源区贡献成矿物质的多少,则取决于同期海域的地质构造背景(如板块边界性质、盆地类型、断裂系统、火山活动)以及海洋-环大陆气候带和水圈的物理、化学、生物条件等等。

(2)“初始锰源”在海水中的高浓度蕴集。

不断汇入盆地海域的低浓度锰源主要有两种蕴集方式:一是在海水密度分层和/或生物有机质产率高的缺氧水层中,通过化学/生物化学作用的方式(如黑色页岩系型、磷质岩系型和某些泥质岩系型的锰矿床);二是在非明显缺氧环境的碳酸盐台地——盆地系海区(有时有加热海水或热液参与作用),主要通海水Eh-PH、特别是PH条件的交替变化,促使 Mn^{2+} 在酸性水介质中蕴集(如硅质岩系型和某些碳酸盐岩系型锰矿床)。

(3)锰在盆地中沉淀和Mn与Fe、P的沉积分离。

对于缺氧环境来说,当含高浓度溶解Mn和/或Mn-生物有机质物流成矿海水溶液,在海侵期海平面上升—下降过程中与陆架(盆地)边缘的充氧水体混合,或形成藻(菌)-锰堆积(如黑色页岩系型、磷质岩系型碳酸锰矿床),或形成氧化锰-碳酸锰堆积(如杂色泥质岩系型矿床)。对于非明显缺氧的碳酸盐台地-盆地海域来说,当含高浓度溶解Mn的酸性海水向弱碱性、弱氧化条件转化过程中,在台沟盆由于有热水携带的Mn、Fe、Si、Al、Ca、Mg等元素参与作用,可以形成以锰碳酸盐为主,并含有多种Mn、Fe硅酸盐类和氧化物类沉积物(如硅质岩-硅泥灰质岩型锰矿床);而在台沟盆地另一端的碳酸盐台地或台地边缘,则主要形成锰碳酸盐型

矿床。

这个阶段的 Mn、Fe 分离,主要受海水的 Eh-PH 和 fs^{2-} 条件影响,即在含高 HS^- 的强还原介质中,有早期 FeS_2 沉淀;在海水逐步氧化条件下,常有 Fe 的氢氧化物先于 Mn 的沉淀;如果海水快速氧化,或 Eh 值交替变换频繁,则由于 Mn、Fe 共沉淀或交替沉淀而不利于 Mn 与 Fe 的分离。这个阶段的 Mn、P 分离,主要受海水 PH 值变化,即 PH“阈值”(7.78)^[7]的控制。

(4) 沉积物埋藏后的成岩作用

含锰沉积物埋藏后的变化,是成矿物质发生再分配、再富集的重要过程。这个过程可以在等化学封闭体系内进行,也可以在“盆地范围内”的开放体系中进行。这种成岩成矿进程的确定性因素,在于被圈闭的沉积物类型(包括化学组分和物理性质)、囚水性质、盆地的热边界条件,以及有机质降解作用的参与程度,等等;其结果主要是促成含锰沉积物中 Mn、Fe、 SiO_2 、 Al_2O_3 、CaO、MgO,以及其它金属元素在新的物理-化学稳定场中重组新的矿物相,最终形成与其原始含锰沉积物的化学组分相匹配的碳酸盐类、氧化物类、硅酸盐、硫化类等不同矿物相结合和结构构造的矿石,从而实现成岩期的成矿再集。我们认为,强调这一过程,对于合理解释华南海相锰矿中某些具有复杂多样的矿物相结合和结构构造特征的锰矿床的形成(成因)问题,可能是重要的。

参考文献

- 1 黎彤. 锰的成矿地球化学特征及其资源预测. 矿床地质, 1993, 11(4)
- 2 王鸿祯, 等. 中国古地理图集. 地图出版社, 1985
- 3 刘宝珺, 等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿. 科学出版社, 1993
- 4 Huyck H L O. 1989, 国际地质对比计划 254 项关于“黑色页岩”和“含金属黑色页岩”的定义[A183--184]. 第八届国际矿床成因协会科学讨论会论文集(摘要). 福建科技出版社, 1991
- 5 罗希洋. 云南白显平台锰矿地质特征及形成条件的初步分析. 西南冶金地质, 1983
- 6 严桂英, 等. 建水矿——一个黑锌锰矿族镁端员的新矿物. 矿物学报, 1992, 12(1)
- 7 姚敬劬, 等. 扬子地台南缘及邻区优质锰矿成矿规律及成矿预测(R165). 冶金部中南地勘局研究所科研报告(未刊), 1994

OUTLINE OF MARINE Mn DEPOSITS IN THE SOUTH CHINA

Huang Jinshui *Zhu Kaijun*
Wang Shuangbin *Zhu Zuoshan*

(Tianjin Geological Academy)

Abstract

In the South China Mn metallogeny during Middle-late Palaeozoic, Sinian-Early Palaeozoic, Late Palaeozoic-Early Mesozoic Periods evolved together with marginal tectonics of the South China Palaeo-continent. It is controlled by margin condition of marine sedimentary fields and property of sedimentary basins. The Early Sinian, Late Early Devonian, Permian and Triassic epochs are peak period of Mn metallogeny. Similar geochemical cycles took place in the all metallogenic process, ie. multi-source Mn merged into sea then concentrated at some marine fields to precipitate in basins with Fe separated from Mn and stable Mn-minerals formed during diagenesis after the bury of the Mn-bearing sediments.