

两类铅锌矿床成因模式

表 3

类 型	岩浆热液铅锌矿床	沉积—改造铅锌矿床
实 例	水口山、东坡、黄沙坪、龙箱盖	凡口、泗顶、杉树林、乐梅
与岩浆岩的关系	与燕山期中酸性、酸性浅成—超浅成岩浆岩有关	与岩浆岩无明显联系
与沉积岩层的关系	与被岩体侵入的地层岩性有关	受地层层位及岩性控制
与构造断裂的关系	受构造断裂及岩体接触带控制	改造矿体受构造断裂控制
围岩蚀变	强烈，夕卡岩化、硅化、绿泥石化、大理岩化等	弱或缺失，碳酸盐化、硅化、重晶石化
矿体形态	柱状、脉状、囊状、不规则状等	层状、似层状、透镜状、脉状
矿体的延长和延深	往往延深大于延长	一般延长大于延深
矿石结构构造	致密块状、团块状、角砾状	细粒浸染状、粗粒块状、生物结构
矿物组分	复杂：钨锡钼铋铜铅锌多金属硫化物	简单：黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、重晶石、方解石
铅、锌	1 : 1 至 1 : 2	1 : 2 至 1 : 4
铅同位素组成	模式年龄偏低，出现零值	模式年龄接近含矿地层时代，零值少
硫同位素 δS^{34} 值	0 值附近，较集中	偏离 0 值，分散
矿物包裹体	大小约 1~10 μ ，气液比 10~30%	大小一般 0.5 μ 以下，气液比小
	温度 330~100 $^{\circ}$ C，盐度约 10~15NaCl/wt%	温度 250~90 $^{\circ}$ C，盐度大于 15NaCl/wt%
成矿作用	岩浆热液上升、大气水参加交代(为主)充填成矿	同生沉积后期地下热水改造，充填(为主)交代成矿
伴生矿床	铁、钨、锡、钼、铋、铜矿床或矿化	菱铁矿、重晶石矿床或矿化

值高，模式年龄偏新，放射成因铅的加入也是明显的。根据天然核转变的基本类型说明放射成因铅主要来自 ^{238}U 及 ^{232}Th 的核衰变。本区与燕山期花岗岩有关的铀、钍矿床和矿化，沉积岩系中的沉积铀矿和铀、钍异常广泛分布。其实在许多矿区中铅锌矿床、铀矿床是伴生的。这是可能造成我国南方铅锌矿床中，放射成因铅的普遍存在和增高的原因。

3. 综合以上资料，将上述两类铅锌矿床归纳如表 3 所列的成因模式。

本项研究工作得到涂光炽教授指导，本所一、四室有关实验室协助完成有关分析任务。在工作中得到水口山、东坡、凡口、泗顶等有关地质队、矿山地质组同志的支持和帮助。文中还引用了有关矿床的地质勘探报告、矿山开拓地质资料及科研报告，在此一并致谢。

浅谈主要锰碳酸盐矿物相沉积特征及应用

湖南冶金 236 地质队 许遵立

本文在综合部分沉积型工业锰矿床矿物相特征的基础上，试就主要锰碳酸盐的矿物测定、沉积物理化学环境、分带特征的地质应用，谈几点粗浅认识。

沉积锰矿床的矿物相特征

1. 矿石中锰矿物的组成 据实验室矿物相分析查定，已知的若干沉积型工业锰矿床中原生沉积含锰矿物有：菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石、含锰方解石、镁菱锰矿、镁钙菱锰矿、镁锰云石、锰云石、铁菱锰矿、含铁菱锰矿、锰铁白云石、锰菱铁矿等。以上表明，矿石中的沉积含锰矿物基本上是由二价锰碳酸盐类矿物组成，且锰、钙、镁、铁普遍具有类质同象替换的特点。

2. 矿床中的主要锰矿物 各地质时代沉积锰矿构成矿体的主要锰碳酸盐类矿物组合如表 1。

表 1

时代	主要 锰 矿 物	次 要 锰 矿 物
Z ₃	菱锰矿、铁菱锰矿	锰方解石
Z _a	菱锰矿、钙菱锰矿、 镁钙菱锰矿、锰方解石	含铁菱锰矿、铁锰云石、含 锰方解石、锰铁白云石
O ₂	菱锰矿	锰方解石
D ₃	菱锰矿、钙菱锰矿	锰方解石、锰白云石
C ₁	锰方解石	含锰方解石、钙菱锰矿
P ₂	钙菱锰矿、菱锰矿	锰方解石、含锰方解石

由表 1 可知，沉积工业锰矿床中最常见

的锰碳酸盐矿物是菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石。不同矿床常以其中一、二种矿物为主构成工业矿体,有时三种矿物共生,构成混合矿体。

3. 矿石锰品位与主要锰碳酸盐的关系
矿石品位高低与主要锰碳酸盐的种属及其含量明显有关。表2列举了I、II、III号样所含的锰矿物总量大致相当,但随着矿物种类由菱锰矿→钙菱锰矿→锰方解石的变化,品位降低了4.1%;IV、V、VI三个样品在矿物种类及含量同时变化的情况下,品位由23.5%降到10.8%。可见矿床的贫富受锰碳酸盐种属及矿物总量两个因素制约。

4. 矿物相的分带特点 在区域或矿田范围内,工业锰矿床中主要锰碳酸盐的沉积分布都具有明显的空间分带。如湘黔地区的“湘潭式”锰矿带,贵州大塘坡构成矿体的主要锰矿物是菱锰矿(据贵州103地质队),往东至湖南韶山为以钙菱锰矿为主(据湘潭锰矿技术科试验室),至湘潭—湘乡边界以锰方解石为主。同样,在矿田(区)范围内,不同部位锰矿物的沉积分带现象更明显、普遍。如湘潭锰矿具菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石的沉积分带;棠甘山锰矿具镁钙菱锰矿—镁锰云石、镁菱锰矿—含铁菱锰矿、锰方解石的沉积分带性(据季金法、杨悌君)。

在时间上,不同时代、不同层位的沉积锰矿床主要锰矿物组成也有差异。如下石炭统宜山锰矿沉积锰矿物主要是锰方解石,次为钙菱锰矿(据矿区地质报告);上二迭统遵义锰矿以钙菱锰矿沉积为主,次为菱锰矿和锰方解石(据马鞍山矿山研究院);下震旦统松桃锰矿主要锰碳酸盐矿物均为菱锰矿(据中南锰矿公司试验室)。早震旦世九潭冲锰矿有两层矿体,下矿层主要由锰方解石组成,上矿层变为以菱锰矿—钙菱锰矿为主(据湘潭锰矿科研室);晚泥盆世大新锰矿

有三层矿体,下矿层以菱锰矿为主,中矿层变为钙菱锰矿为主,上矿层由钙菱锰矿与锰方解石伴生构成(据矿区地质报告)。

主要锰碳酸盐矿物的测定

矿体中菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石常呈隐晶—微粒状,少量呈糖粒状、球粒状、鲕状嵌布。单晶粒径多在1微米~0.01毫米。矿物集合体常具连晶、假鲕状、变假鲕状、透镜状、团块状构造,与方解石、白云石、粘土矿物、石英、玉髓、黄铁矿及有机碳等伴生,构成致密块状、纹层状、条带状、斑点状矿石。

主要锰矿物光性差异不大,均显碳酸盐类矿物特征。单偏光下褐红色,反光镜下灰—深灰色,反射率<10%,内反射色为红色。三种矿物均具结晶粒度微细(<0.01毫米)的特点,高倍镜下亦难准确鉴别。

菱锰矿、钙菱锰矿、锰方解石具有类质同象替换的地球化学特征。这种替换随矿物的化学组成、晶体结构而变化。因此,可利用主要锰碳酸盐矿物间的化学组成、折光率、粉晶面网间距、差热反应等差异,综合测定各种参数及不同矿物的参数区间。

1. 菱锰矿($MnCO_3$) 常呈隐晶—微粒状,单晶粒径0.001~0.01毫米;菱锰矿微粒常组成假鲕状、不规则团块状集合体或连晶。矿物含锰量40~47.8%, $MnCO_3/CaCO_3 > 6$;折光率 $N_o = 1.810 \sim 1.830$;粉晶面网间距 $d_{1014} < 2.85, d_{3030} < 1.38$;矿物分解吸热温度500~600°C(有时可达640°C)。

2. 钙菱锰矿 $[(Mn, Ca)CO_3]$ 多呈微细粒结构,单晶粒径0.004~0.1毫米;钙菱锰矿微粒呈假鲕状、变假鲕状、球粒状集合体或连晶。矿物含锰量30~33%, $MnCO_3/CaCO_3 = 2 \sim 5$;折光率 $N_o \approx 1.760 \sim 1.801$;面网间距 $d_{1014} \approx 2.85 \sim 2.88, d_{3030}$

表2

样号	矿石含锰品位 (%)	矿石中各种矿物的含量 (%)							
		菱锰矿	钙菱锰矿	锰方解石	其他锰矿物	锰矿物合量	石英	其他矿物	矿物总量
I	24.1	75.9				75.9	16.8	7.3	100
II	21.0		65.5	3.2	8.1	75.8	13.0	8.4	97.2
III	20.0		11.0	52.5	22.9	86.4	7.9	4.3	98.6
IV	23.5	43.5		16.8	12.7	73.0	5.1	15.8	94.9
V	20.8	36.4		18.9	5.7	61.0	10.8	28.2	100
VI	10.8			38.4	6.4	44.8	33.4	20.7	98.9

$30 \approx 1.380 \sim 1.390$, 矿物分解吸热 温度 $650 \pm ^\circ\text{C}$ 。

3. 锰方解石 $[(\text{Ca}, \text{Mn})\text{CO}_3]$ 镜下多见微粒状、糖粒状、圆粒状结构; 单晶粒径 $0.006 \sim 0.2$ 毫米, 常呈连晶或假鲕状、似鲕状集合体。矿物含锰量 $23 \sim 26\%$, $\text{MnCO}_3 / \text{CaCO}_3 \approx 1 \sim 2$; 折光率 $N_o = 1.73 \sim 1.76$; $d_{1014} \approx 2.89 \sim 2.93$, $d_{3030} \approx 1.39 \sim 1.41$; 矿物分解吸热温度 $700 \sim 800^\circ\text{C}$ 。

原桂林冶金地质研究所曾对乐平菱锰矿和棠甘山锰方解石作电子探针分析, 数据如表 3。

表 3 *

样 号	矿 物	Mn	Fe	Ca	Mg	Si
乐平 013	菱 锰 矿	45.1	1.6	>1	0	1.6
棠甘山 T013	锰方解石	26.44	0.30	10.73		

* 单位: %

主要锰碳酸盐的形成环境和分带特征

1. 沉积物理化学环境 变价元素锰在氧化条件下呈 Mn^{4+} 和 Mn^{3+} ; 在还原环境里呈 Mn^{2+} , 并有利于 Mn^{4+} 和 Mn^{3+} 还原为 Mn^{2+} 。因此, 二价锰矿物的形成需要缺氧、封闭、还原环境; 钙则不同, 不是变价元素, 对 Eh 无特殊要求。

pH 值的变化与锰、钙的溶解、沉淀有密切关系。据有关测定, 正常海水 pH = 8 时含锰平均 < 0.01 毫克/升; 黑海海水 pH = 7.7 ~ 7.8 时含锰平均等于 0.3 毫克/升。鹤岭锰矿矿坑水 pH = 4 ~ 5 时含锰 0.2 ~ 0.4 克/升, 棠甘山锰矿矿坑水 pH = 3 时锰溶解量达 0.5 克/升 (据卫自强)。上述表明酸性介质有利于锰的溶解, 酸度越大溶解度越高; pH 值增大锰趋向于沉淀。一般认为, pH = 7.3 ~ 8.4 的弱碱性环境是二价锰矿物析出的有利范围, pH = 7.8 是二价锰矿物大量淀积的界面。钙对 pH 也有严格要求, 酸性介质中趋于溶解, pH 值增大趋于沉淀; 但钙的析出主要是 pH > 7.8 的“灰岩边界”以后。

总之, 沉积介质中 Mn^{2+} 的溶解、富集和沉淀需要一个特定的物理化学环境。这就是还原、缺氧的总条件下, 偏酸性、偏还原的环境有利于锰的溶解富集; 反之有利于锰碳酸盐矿物沉淀。pH 值的演变是决定不同锰碳酸盐矿物形成的关键。当介质 pH 值缓慢增大时, Mn^{2+} 、 Ca^{2+} 得到充分分离, 利

于菱锰矿先沉淀; 当 pH 值迅速增长时 Mn^{2+} 、 Ca^{2+} 同时析出, 使钙菱锰矿—锰方解石共生。自然, pH 与 Eh 之间的关系同样影响着锰的溶解与沉淀, 在这篇短文里不作深入讨论。

2. 沉积分带特征 沉积锰矿床的形成锰质需先经富集, 尔后沉淀两个条件。如前述, 还原、缺氧、酸性介质利于锰质溶解富集, 物理化学条件的变化必使先富集的锰质发生转化。介质的 Eh、pH 条件及沉积盆地部位之不同, 对锰质富集浓度均有影响。盆地中心水体深, 介质动能小, Eh 和 pH 均较低, 有利于锰质高度富集; 盆地边缘, Eh、pH 值相对较高, 锰溶解度较低。这种物理化学环境的差异造成锰质溶解浓度的分带, 是沉积矿层中锰矿物分带的主要原因。

海相锰矿床的形成是在海浸过程中开阔海域比较富氧、碱性、动能大的海水与缺氧、酸性、动能小的沉积盆地水体相遇, 引起介质 Eh 和 pH 值改变的环境中。濒海区进浸海水先到达, 氧化增强, pH 急增, Mn^{2+} 与 Ca^{2+} 不及分离而共同析出, 形成锰方解石沉积。盆地中心, 海浸水流动能小, Eh、pH 增大缓慢, Mn^{2+} 与 Ca^{2+} 分离充分, 形成菱锰矿—钙菱锰矿沉积。盆地边缘, 海浸水最后到达, 两种水体 Eh 和 pH 条件相差不大, 对 Mn^{2+} 与 Ca^{2+} 析出都有利, 形成锰方解石—钙菱锰矿沉积。

可见沉积盆地部位不同引起的沉积环境的差异, 是导致锰质富集浓度分带的关键; 海浸水流机理的变化对沉积环境 Eh、pH 的影响是导致锰矿物相沉积空间分带的原因。同理, 不同地质时期古地理环境的物理化学条件的差异, 造成了锰矿物相时间分布的差异。

沉积分带特征的地质应用

根据工作区矿物相测定的成果, 编制区域 (或矿区) 主要锰碳酸盐矿物相带图和锰矿物含量等值线图可以获得锰矿物种属和含量分带信息。探讨这些信息的地质成因, 对锰矿沉积环境的认识、成矿远景区的圈定、已知矿点的评价、勘探矿区深部矿段的预测都有重要意义。下面以几个“湘潭式”锰矿床 (点) 为例, 谈谈沉积分带规律认识在地质评价、勘探、预测工作中的应用。

1. 评价矿点 甲矿点含锰岩系呈南北向展布, 经地表工作认为矿区自南而北可分为三个相带: 含锰灰岩相、含锰白云岩相和碳

酸锰矿相。北段碳酸锰矿相沿走向出露长仅500米,再北被中泥盆统地层超覆(图1)。第一次评价时,因矿体延长小、矿层薄而否定。在该点北段评价中,对相距200米的两个平硐内矿层取样,鉴定矿石由锰方解石、菱锰矿组成,北碕菱锰矿含量有增加的趋势,遂引起注意。进一步调查又发现,碳酸锰矿段自南而北、由地表往深部有矿层加厚、含矿品位增高的趋势。根据地质调查、化学分析、矿物相鉴定,可将北段初步划分为锰方解石和菱锰矿—锰方解石两个矿物相带,预测矿点的北东方向,即矿体倾斜深部和中泥盆统地层超覆的地段,应有工业锰矿体,作了肯定评价。后经深部评价验证,工业矿体往北在超覆部位增加500米,倾斜延伸可达800~1000米,查明是个中型沉积锰矿床。

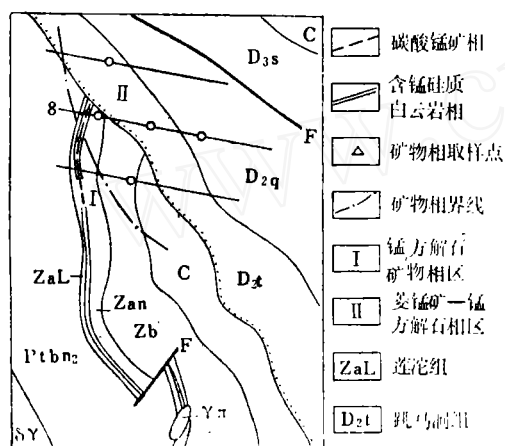


图1

乙矿点含锰岩系呈东西走向,倾向南,由薄层碳酸锰与极薄层黑色页岩组成互层状矿体。浅部原生带矿石含锰12%±,矿石矿物为锰方解石,脉石矿物以石英为主,次有方解石、白云石、粘土矿物、黄铁矿及碳质等。因属贫锰高硅矿石,工业意义不大;但沿矿体倾斜方向硐探揭露,有厚度增大、品位增高的趋势。通过矿物相鉴定,原生沉积锰碳酸盐矿物的组成在倾斜方向由单一锰方解石逐渐转变为钙菱锰矿与锰方解石混生。这一矿物相变信息为矿点进一步评价勘探提供了新依据。

2. 深部找矿 某大型沉积锰矿床矿带走向北东—南西西,倾向北西,自东而西分为A、B、C三个矿段。区内不同地段锰碳酸盐矿物组成及含量均有变化。A段浅部主要

为菱锰矿,锰矿物总量平均70%±,多成富矿。C段深部主要为锰方解石,锰矿物总量<60%,多成贫矿或含锰灰岩。其他地段锰碳酸盐矿物混生。总的变化趋势:自东而西,由菱锰矿为主逐步变为钙菱锰矿—锰方解石为主。

根据矿物相及锰矿物含量分带特点,结合区内含锰岩系岩相、矿相变化规律,将矿区划分为菱锰矿相(I)、钙菱锰矿为主的混合相(II)、锰方解石相(III)三个矿物相带(图2)。预测A段倾斜深部越过窄长的次一级锰方解石矿物相带后,仍有菱锰矿—钙菱锰矿延伸,是深部评价的有利地段,目前正在施工中。

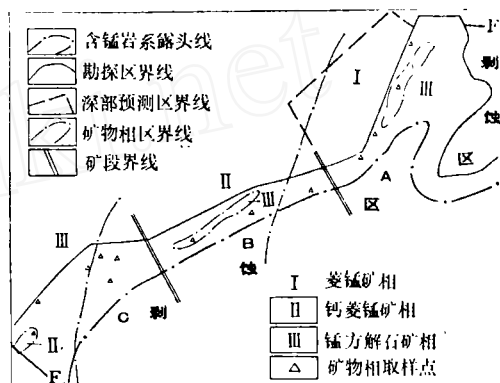


图2

3. 分析沉积环境、预测成矿远景区 湖南冶金地质研究所(季金法、杨悌君)曾对湘中某锰矿进行系统的含锰碳酸盐矿物相研究。他们根据矿物相测定成果,结合矿床地质特征将矿区原生沉积主矿层划分为若干个矿物相带。据此认为该区的沉积环境为南北长约3000米,向西倾伏的局限性半封闭海湾浅水沉积盆地。盆地近岸带及岛屿基底隆起区边部沉积了黑色页岩相;正常浅水部位藻类丰富,沉积了具工业价值的藻镁钙菱锰矿—镁锰云岩相和藻菱锰矿—含铁菱锰矿相;矿区北部是开阔浅海,沉积了正常灰岩相。以有工业价值的镁菱锰矿和含铁菱锰矿相带分布规律为依据,指出矿区南西西方向应是继续找矿评价的远景区。

本文引用的矿物相资料和实例系有关实验室、地质队的集体成果;成文后蒙王少白、吴光全工程师提出宝贵意见,在此一并致谢。