镜铁矿矿物的找矿指示意义初探

陈大经*

（中国有色金属工业总公司矿产地质研究院）

对镜铁矿矿物的产出特征及其微量元素特征的初步研究，提出镜铁矿化是某些铁、铜、金、银、钨、锡、钼等矿化的重要找矿标志。

关键词：镜铁矿矿物；产出特征；微量元素；找矿意义

镜铁矿是一种重要的金属矿物，它可以形成以镜铁矿为主的铁矿床，也可以成为某些铁矿床中较主要的金属矿物，还常呈镜铁矿细脉状或浸染状赋存于铁矿床和许多有色金属矿床中。尽管这些已成为人们所熟知，但对于镜铁矿的找矿指示意义远未引起人们的足够重视。笔者根据初步研究就此作一探讨。

镜铁矿的产出特征

1．铁矿床（点）中的镜铁矿

据我国南方10个省、自治区的统计，在4000多个铁矿床及矿点中，含有一定数量镜铁矿的占8.6%；其中，以镜铁矿为主要铁矿物的占4.6%。我国著名的镜铁山铁矿、桃冲铁矿、青海当渠铁矿均是以镜铁矿为主要矿物的矿床。在部分鞍山式沉积变质铁矿中，镜铁矿也可成为较主要的矿物。我国南方小桃冲、叶山、龙虎山、洪门厂、底巴都、回龙、茶地旁、天池塘等10余个小型铁矿床亦以镜铁矿为主要铁矿物；北方西马坊式铁矿也是以镜铁矿为主要铁矿物。从直接经济意义上看，镜铁矿的工业价值亦不可忽视。

从成因上看，以我国南方10个省、区的资料为例(见表)，含有镜铁矿的铁矿床(点)以不同成因的热液型为主，陆相火山岩型及夕卡岩型次之，风化淋滤—铁帽型实际上也是热液型，只是与镜铁矿共生的矿物为褐铁矿，是由其他硫化物氧化成而已(见下表)。

含镜铁矿的铁矿床(点)成因类型表

成因类型	热液型	陆相火山岩型	夕卡岩型	沉积变质型	风化淋滤型	海相火山岩型
矿床(点)数比(%)	50.3	27.7	12.2	5.4	3.4	1.0

热液型矿化虽然常与岩浆活动有关，但也有部分为变质热液乃至热卤水成因的。还有部分性质不明的热液产物，如广西某些镜铁矿点，矿化区既无岩浆活动，也无变质作用，仅是一些沿泥盆系沉积岩的裂隙产出的镜铁矿化。笔者认为，这种矿化可能是与构造变动有关的热液或为地壳深处热源所形成的热液活动的结果。

陆相火山岩型铁矿主要见于东南沿海中生代陆相火山岩带的浙江、福建、江苏、广东及安徽等省。某些沉积变质铁矿的原始沉积常与海相火山活动有关。因此，镜铁矿的成因与火山作用有着密切的联系。

从矿床（点）数量上看，含镜铁矿的沉积变质型铁矿虽然较少，但工业价值却较重要。有较大工业意义的含镜铁矿的铁矿床主要见于此类矿床，如镜铁山铁矿、袁家村主

* 吴成柳同志参加了部分工作。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿体底部的镜铁矿型矿石等。

夕卡岩型镜铁矿数量较多，且有一定规模的矿床(如桃冲)，但具体分析，很多镜铁矿仍属热液阶段的产物。

总的看来，镜铁矿的成因可归为四类，即热液型、火山岩型、变质型、夕卡岩型。

在镜铁矿矿床及矿点中，与之共生的最常见的矿物为石英，有的可为菱铁矿、碧玉、重晶石，或石榴石、钙铁辉石、绿帘石、绿泥石、方解石及石英等。还可有少量磁铁矿、黄铁矿共生。

镜铁矿除了直接产于铁矿体中外，还常呈细脉状作为铁矿床的蚀变产物产出，如夕卡岩型铁矿、陆相火山岩型铁矿、海相火山岩型铁矿、沉积变质铁矿、层控型菱铁矿等铁矿床中均可见及。

2．镜铁矿化特征

镜铁矿化为一种常见的蚀变，除呈浸染状外，主要呈细脉状产出。它们既可见于铁矿床中，也常见于有色金属矿床中，但多是与热液作用、特别是与岩浆热液或火山热液作用有关，少量可能与热卤水作用、混合岩化热液及变质热液有关。

在夕卡岩型铁矿中，既见有独立的镜铁矿细脉，也见有镜铁矿、绿帘石细脉，以及伴生于方柱石一石榴石等夕卡岩细脉中者。此外，更常见与方解石、石英共生的镜铁矿脉。这些细脉在生成时间上不尽一致，一般与夕卡岩矿物共生者多早于铁矿化阶段生成，或在铁矿化阶段早期生成；与绿帘石共生者则与铁矿化同时或在其晚期生成；而与方解石、石英共生者均晚于铁矿化生成。在空间上多见于矿区上部、浅部，距主矿体有一定距离；本身一般无工业价值，其伴生的铁矿床常为邯邢式铁矿。也有与中酸性岩有关的铁矿床（如白石崖）或铁(铜)矿床（如铁石岗），还见于与花岗岩有关的铁（多金属）矿床（如苏州地区）。

在陆相火山岩区，镜铁矿脉较为常见，如维苏威火山1817年喷发时，在其火山管内一个3英里多长的裂隙，由于喷气和热液活动，10天内就形成有1米宽的镜铁脉矿①。我国东部酸性火山岩分布区及西南玄武岩分布区火山岩的裂隙中，也常见镜铁矿脉、石髓一镜铁矿脉及石英一镜铁矿脉分布；但这些本身多无工业意义，其深部也未见工业铁矿化。镜铁矿细脉伴有工业铁矿化的多是与侵入岩有关，其深部为磁铁矿体，而镜铁矿脉分布于岩体外的围岩裂隙中，距主矿体可达100～250多米远；既有单一的镜铁矿脉，也有与钠长石或阳起石共生的镜铁矿脉。这在钟姑矿田较为明显。

另外，陆相火山岩区的镜铁矿化还可伴生有金、银、铜等矿化，但也多是与次火山岩及火山机构或构造交汇处等有利构造部位有关。如七宝山角砾岩筒型金铜矿床中，镜铁矿是矿脉中最主要的金属矿物（占30～70%），与铁锰碳酸盐矿物、黄铁矿、黄铜矿及石英等共生，呈网脉状充填于角砾的间隙中。蚀变矿物主要是粘土类矿物及绢云母等。在角砾岩筒外部，蚀变虽然较弱，但仍有少数镜铁矿细脉分布。显然，镜铁矿的分布范围比矿化及其余蚀变范围要大。又如华东陆相火山岩区一些金矿点，就为镜铁矿石英脉，含金较高，可达1～17克/吨，或者更高，同样对这种镜铁矿脉应引起注意。

在我国西南海相火山岩区，有些与闪长岩有关的铁矿(点)，在地表也有镜铁矿露头或转石分布。

某些沉积变质铁矿及热液改造型铁矿中，镜铁矿化也为常见的围岩蚀变。

在层控菱铁矿床中，有的矿石中见有镜铁矿成分，并见细网脉状和脉状菱铁矿和镜铁矿。

在斑岩铜矿区，无论国内外均常见镜铁

① 合肥工业大学地质系：有关火山成因矿床的几个问题（冶金部地质干部学习班教材，1973年）。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿脉产出。如德兴斑岩铜矿田、宁芜地区大平山铜矿、宁镇地区某铜矿，美国阿侯矿床、卡斯尔多姆、圣里塔矿床，智利的布雷登、丘基卡马塔、埃耳萨尔瓦多矿床，加拿大的恩达科，菲律宾的马尔科珀矿床也有镜铁矿脉产出②。在德兴矿区甚至是主要的金属氧化物之一。镜铁矿除可成单一脉产出外，主要是与其他矿物共生产出，常见者为绿泥石、绿帘石、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、石英、钠长石；此外，还可见电气石、重晶石、铁白云石等矿物。镜铁矿基本上都产于外蚀变带的青盘岩化带。在矿化分带中则见于水平分带的外带和垂直带的上部。有时甚至可形成镜铁矿重砂晕。镜铁矿多形成于石英一硫化物阶段之中期（绿泥石一氧化物、硫化物亚阶段和碳酸盐、硫酸盐一硫化物亚阶段）。对于铜矿化而言已是末期了，其形成一般晚于脉中之黄铁矿和黄铜矿，当脉中有结晶粗大之黄铜矿出现时，说明铜矿化已进入尾声。若镜铁矿与碳酸盐或重晶石等矿物伴生，则表明晚于铜矿化生成。

在夕卡岩铜矿中，有的矿区矿石类型即以绿泥石一黄铜矿一镜铁矿型为主，在浅部及岩体边部也有相应的镜铁矿脉分布。镜铁矿一般晚于夕卡岩阶段而早于硫化物阶段，被黄铜矿、石英等矿物包裹或被黄铜矿等穿插交代，镜铁矿则交代、穿插石榴石、透辉石、绿帘石及磁铁矿等。在有的矿区，地表见有镜铁矿一褐铁矿细脉分布。

在某热液锌矿床中，矿石中主要矿物为闪锌矿、镜铁矿，而围岩中也见有不规则状镜铁矿脉分布。

对于锡矿床，无论是夕卡岩锡矿，还是斑岩锡矿，部分矿床中也见有镜铁矿分布。广东银岩锡矿，镜铁矿与绿泥石共生，其次有锡石、黑云母及少量黄铜矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿等。

在黑龙江某夕卡岩一热液型铁、钼、硫矿床中，见有镜铁矿化现象，其形成晚于磁铁矿，而早于辉钼矿。

据《中国地质报》1987年7月13日报道，云南红层发现的破碎蚀变型金矿，与岩浆活动及构造所引起的破碎、镜铁矿化、硅化、黄铁矿化有关，并与其活动的强弱成正比。

由上述可知，镜铁矿可产于不同矿化类型的矿床中，其形成多与热液作用有关，特别是与岩浆侵入活动及火山活动的热液作用有关。镜铁矿不仅可见于矿石中，更常呈细脉产于围岩蚀变带中，并常见于矿区边部及浅部，其分布比一般蚀变范围要大。脉中除镜铁矿外，常可有相应的金属矿物及一些脉石矿物伴生，但远离蚀变带的镜铁矿脉，成分趋于简单，常呈单一的镜铁矿脉出现。

镜铁矿化的找矿指示意义

1. 浅部常见镜铁矿化的原因

镜铁矿化，尤其是镜铁矿细脉为什么常见于矿区浅部、上部呢？笔者认为原因在于：

（1）浅部构造裂隙发育，可作为热液充填的场所。

（2）镜铁矿中的铁基本为三价铁（Fe^{3+}占铁总量的98～99%以上），生成于强氧化环境中。浅部及上部、尤其是浅部的裂隙发育处均是富氧环境。有关研究认为，铁在高温热液及蒸气相中呈Fe^{2+}形式迁移，因此在深部温度降低的情况下多呈磁铁矿沉淀出来。当运移至浅部裂隙中，由于氧化电位增高，Fe^{2+}转变成Fe^{3+}的形式，并在160～200°C较低温的条件下发生水解，生成赤铁矿、镜铁矿而沉淀下来：

$$2FeCl_3 + 3H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 6HCl$$

（3）从已知的镜铁矿产出特征看，常见于火山口周围、火山岩裂隙或浅成岩体气孔的空洞中。另据南京大学地质系所做铁的

② 地质科学院情报所：《国外斑岩铜矿》，1975年。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成矿实验，在高压釜塞上有磁铁矿与镜铁矿形成③。由此分析，热液作用的镜铁矿可能是在热液由封闭系统转为开放系统时，压力与温度急剧降低的条件下形成的。根X射线粉晶分析结果，镜铁矿与赤铁矿的晶体结构是一致的。那么，镜铁矿与板状赤铁矿就应是同一矿物种，仅仅是形态不同而已。因此可以认为，在正常情况下，温度缓慢降低，又有充分时间结晶时，Fe^{3+}与氧结合应形成板状赤铁矿，但在温、压急剧下降，尤其是压力降低的条件下，Fe^{3+}来不及形成板状赤铁矿，而只能形成片状镜铁矿了。

这种温压急剧下降的开放系统，以地表及浅部裂隙处最为理想，因此有利于含铁溶液在这些地方形成镜铁矿细脉。火山岩区的火山口周围及浅部裂隙处，更是温压急剧降低处，因此使镜铁矿成为火山喷气的升华物而存在于这些地方。

（4）一些硫化物细脉在地表氧化环境中，受氧化作用的影响而发生分解变化，甚至被溶蚀掉而不能保存下来。镜铁矿却是一种在氧化环境中很稳定的矿物，因此可较好地保存下来，甚至可见于重砂中（如德兴铜矿区）。这样，镜铁矿脉不仅能形成于浅部及地表，并能长期地保存下来。

2．镜铁矿化与工业矿化成因上的联系

并不是所有的镜铁矿都与工业矿化有关。尤其是在火山岩区，镜铁矿化较为常见。除了在岩体附近或构造有利部位的镜铁矿化外，很多镜铁矿细脉都是火山喷气作用的升华物，且多为单一的镜铁矿脉，一般与工业矿化无关。一般矿区的镜铁矿脉(化)却与工业矿化有着成因上的联系，这表现在：

（1）在生成时间上，镜铁矿都是矿区工业矿化成矿作用一定阶段的产物，既有矿化前的，也有矿化同时的，还有矿化后的。但从成矿作用的整体看，它们与矿化是热液活动在不同阶段的反映。

（2）在产出空间位置上，镜铁矿常见于矿区的蚀变带中。如在夕卡岩矿床中，镜铁矿脉常见于夕卡岩化带中；在斑岩铜矿床中，镜铁矿脉就见于青盘岩化带中；陆相火山岩型矿床中见于上部浅色蚀变带中。

（3）在共生矿物上有相同之处。在一些矿区的镜铁矿脉中，主矿体中常有相同的有用金属矿物，如黄铜矿、闪锌矿、锡石、白钨矿等。某些矿石中的脉石矿物在镜铁矿脉中也有产出。如白象山铁矿中有磁铁矿—钠长石型矿石，浅部则有镜(赤)铁矿—钠长石细脉。很明显，因为铁在深部处于弱氧化条件而只能形成磁铁矿，在浅部强氧化条件下则形成镜铁矿。这实为同一成矿作用在不同环境下的表现，二者有着直接的成因联系。又如矿石中的某些夕卡岩矿物在镜铁矿脉中也常见及。至于矿化作用晚期的石英、碳酸盐矿物，在镜铁矿脉中更为常见。

（4）除了镜铁矿化蚀变岩石中主矿化元素的含量较高外，镜铁矿单矿物中微量元素与主矿体矿化类型上也具一致性。

3．找矿指示意义及应注意的问题

（1）在过去的工作中，常将一些镜铁矿化点作为铁矿去评价，而忽视了深部可能存在的有色金属及贵金属矿化。这是首先应注意的一个问题。

（2）镜铁矿脉可指示深部的铁矿化，也可指示深部多金属矿化的存在，但并非所有镜铁矿化均指示深部矿化的存在。在火山岩区，由于工业矿化常与火山机构或断裂构造、次火山岩或浅成侵入体有关，由此对这类火山岩区的镜铁矿细脉就应引起注意，特别要注意对铁、铜、金、(银)等矿化的寻找。

有的镜铁矿细脉本身即是矿石，如宁芜陆相火山岩区的谷里式脉状铜矿，就是由镜铁矿—黄铜矿细脉组成的。

（3）对单一的镜铁矿脉，若见于中性

③ 南京大学地质系：山东淄博夕卡岩型铁矿的成矿条件实验（内部研究报告）1977年。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

侵入岩分布区则指示深部可能有磁铁矿化存在；若为中酸性岩体分布区则指示深部有铁、铜矿化或铜、钼、钨、金等矿化存在的可能，特别是当有斑岩体或爆发角砾岩筒、隐爆角砾岩筒存在时，即使为单一镜铁矿脉也应引起注意，应追索浅部或附近铜、钼、金等矿化；若见于酸性岩体分布区则指示有铁（多金属）或锡、钼、钨等矿化存在的可能。

（4）对于无岩浆活动分布地区的镜铁矿化（细脉），应注意沉积变质型及热液改造型铁矿、层控型铁矿以及热卤水或层控型银、铅锌矿化存在的可能性。

（5）若镜铁矿脉中伴生有其他金属矿物，则可根据伴生的金属矿物推测深部的矿化类型。

（6）注意与镜铁矿脉伴生的蚀变特征或脉中的蚀变矿物。如为夕卡岩化则应注意寻找夕卡岩—热液型矿床；若镜铁矿化（脉）见于青盘岩化带则应注意斑岩铜、锡等矿化的找矿；若与钠长石（化）或其他钠化相伴，应注意火山岩铁矿及夕卡岩铁矿存在的可能性；若为硅化—绢云母化、黄铁矿化蚀变则应注意角砾岩筒型金铜矿化或火山岩型金（银）或破碎蚀变型金矿等。

镜铁矿中微量元素的指示意义

1. 区分矿床成因

对于铁矿而言，与火山作用有关的铁矿床，其铝的含量均较低，明显比其他成因者低一个数量级（Al_2O_3含量为0.0n%），但是其中又可依不同亚类而有所区别。火山喷发沉积型铁矿的镜铁矿，除低Al外，表现有较高的Sr、Ba（均>100ppm）；对于与远火山作用或热卤水作用有关，而现为沉积变质的镜铁矿，除低Al外，表现为高Ba（>600ppm），而其Ti含量较低（<10ppm）；与超浅成中基性岩有关的火山岩型铁矿，其镜铁矿除低Al外，表现为高V、Ti（均可达300ppm左右）。

2. 确定矿化类型

对与斑岩铜矿有关的镜铁矿，铜含量较其他矿化中的镜铁矿要高，一般多在400ppm（富家坞镜铁矿含Cu平均为450ppm）。与夕卡岩铜矿有关的镜铁矿，含Cu平均可达70ppm，其余矿化含Cu仅10～25ppm。

与钨矿化有关的镜铁矿，含钨高达n00～n000ppm。安徽某铜钨矿床镜铁矿脉中镜铁矿含钨达2100ppm。七宝山金铜矿床富钨镜铁矿中钨含量在各单矿物中最高，一般在1000～1500ppm，最高达2000ppm。同时是金的主要载体矿物，含金约2～6ppm。河北某铜矿床钨是伴生有益元素，镜铁矿中含钨为400～870ppm。此外，对铜钨矿及斑岩铜矿中，其镜铁矿还具高Sn的特征，Sn可达200多ppm。

对于Cu、Zn、Au、W等矿化而言，镜铁矿中Mn含量均较高，一般为100～1000ppm，高者达4000多ppm，而与铁矿有关的镜铁矿含Mn较低，一般为20ppm，最大未超过40ppm。

综上所述，镜铁矿中的Cu、W、Au异常对矿化有直接指示意义，而Mn高含量对Cu、Zn、Au、W矿化有间接指示意义。

Exploration Indicative Features of Specularite

Chen Dajing

Preliminary investigations of the occurrence features of specularite and its trace-element characteristics show that the specularite mineralization is an important guide for Fe, Cu, Au, Ag, W, Sn and Mo ores exploration.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net