

火山岩型铁铜矿成矿有关问题

向鼎瓊

(甘肃省地质局研究队)

火山岩型铁铜矿是指与火山岩有成因联系的铁铜矿床。本文主要据有关资料及笔者去有关铁、铜矿区学习的体会综合整理,提出肤浅的认识与看法,由于水平所限,错误之处,请批评指正。

(一) 概况及意义

关于火山成矿问题,早在19世纪就有人提出,如西班牙的含铜黄铁矿,南美洲流纹岩中的金银矿等,最近更说明火山岩中的黄铁矿型铜矿(占世界铜矿总储量的12.3%)以及加拿大、澳大利亚、巴西等国的前寒武纪变质岩系(绿岩)中的大型、特大型铁矿(火山岩铁矿及火山沉积变质铁矿占世界铁矿总储量的60%以上)等都与火山有成因联系。在我国与火山有成因联系的矿床也很多,如云南大红山铁矿、江苏梅山铁矿、辽宁红透山铜矿、山西中条山铜矿及甘肃白银厂铜矿、黑鹰山铁矿以及新疆的一些铁矿等。这些矿床的成矿特点大体可分为两个成矿系列,即以深部岩浆分异为主所形成的岩浆熔离矿床系列(以致密块状矿体为主)及以浅部就地分异为主的残浆气、液矿床系列(以脉状、浸染状矿体为主)。

火山有海底喷发及地表喷发两种,按方式又可分为中心式及裂隙式,按强度又可分为爆发式、间歇式或宁静式三种,故成矿也分为海相与陆相以及火山喷发热液、火山浅成侵入热液以及火山喷发沉积等矿床,这都与火山形成的机制密切相关。

火山爆发的深度一般为30—40公里,最深可达600公里。火山爆发地下熔融体的来源主要有三种:①玄武岩浆,如见到沿近海沟分布的拉斑玄武岩,沿岛弧本体分布的高铝玄武岩以及近大陆的碱性橄榄玄武岩等;②混合成因的安山岩浆(也有人叫构造岩浆岩),如见到的环太平洋的岛弧和大陆边缘上的新生代火山喷发产物是钙碱质的玄武岩—安山岩—流纹岩组¹⁾,其中安山岩占主导地位;③壳层再熔岩浆,见于大陆壳,与花岗岩类等相伴²⁾。一个火山喷出的固体物质,有的多达数千立方公里,延展很远,如堪察加半岛的克留赤夫火山,喷出物估计约3400立方公里,河北寿王坟古火山喷出物,目前残留的由古火山口可延续达40公里,厚2000—4000米。另外火山还可带出大量气体与液体喷发物,如夏威夷岛1885年观

1) 流纹岩 Sr^{87}/Sr^{86} 为0.7033—0.7068,与地幔玄武岩相近。

2) 一般认为地壳基底部分经受早期的粒变岩变质作用,使其中的K、Rb、U、Th等向上迁移,引起上部地壳的花岗岩化,一般深20—25公里处。

察, 该岛形成熔岩瀑布, 流出量达48.6亿立方米; 冰岛于1883年喷出基性岩流, 高达16公里, 数量约120亿立方米, 所铺盖的面积达9000平方公里。又如, 智利北部的拉科铁矿(5亿吨)全为铁质熔体冷凝的磁铁矿组成。在矿物质方面据E·K马尔希宁对千岛群岛从白垩纪—现代(共8300万年)以吸附状态被火山灰带出的物质数(吨)计算结果: $\text{Cl}—1 \times 10^{12}$ 到 2×10^{13} , $\text{F}—4 \times 10^{11}$, $\text{Br}—1 \times 10^{11}$, $\text{SO}_4^{2-}—4 \times 10^{13}$ 到 2×10^{13} , $\text{SO}_3^{2-}—3 \times 10^{11}$, $\text{HCO}_3^-—4 \times 10^{12}$, $\text{Na}^+—3.5 \times 10^{12}$, $\text{K}^+—1 \times 10^{12}$, $\text{Ca}^{2+}—2 \times 10^{13}$, $\text{Mg}^{2+}—3 \times 10^{12}$, $\text{Al}^{3+}—1 \times 10^{12}$, $\text{Fe}^{3+}—2 \times 10^{11}$, $\text{Fe}^{2+}—4 \times 10^{11}$, $\text{SiO}_2—1 \times 10^{12}$, $\text{H}_3\text{BO}_3—3 \times 10^{11}$, $\text{S}—2 \times 10^{12}$ 。据记载库页岛与火山有关的现代地下热泉正 每昼夜形成350吨铁, 在红海的中央洼地(海平面下2135米), 含盐甚高, 火山热气沉积矿床已形成达数百万吨铜、铅、锌矿。在美国加利福尼亚海湾黑曜岩区(5600米深处) 海水含 $\text{Cl}—163000\text{ppm}$, $\text{Fe}—1998\text{ppm}$, $\text{Cu}—4.4\text{ppm}$, $\text{Pb}—25.6\text{ppm}$, $\text{Zn}—528\text{ppm}$ 。据乌埃特等人对近十年火山喷发与升华物质的统计, 如铜在万烟山谷升华物中含量为0.23%, 在维苏威火山升华物中为0.1%, 在印尼帕潘达延火山中为0.0003%, 在日本火山升华物中为0.005—0.12%, 在阿拉斯加火山升华物中为0.24%。以上一些统计材料, 大都是近代的, 但从近代火山喷发及其带出物的特点可以去分析古火山的成矿特点, 同时也证明火山是重要的成矿物质来源, 可以认为火山及其喷出的硅酸盐岩浆, 是把铁、铜运至地壳的运载工具(吴利仁称为载体), 故研究火山岩及其火山成矿作用具有极其重要的意义。

(二) 火山成矿的分类

根据铁、铜矿的成矿特点和已知矿床可初步分为:

1、火山喷发热液矿床: 分海相及陆相。属海相的有白银厂及台湾省新生代地槽中的黄铁矿型铜、多金属矿床。白银厂式铜矿产于北祁连古生代地槽早期(寒武—奥陶纪), 成矿主要与古火山口或上升通道有密切关系¹⁾, 火山活动强烈, 由海底基性岩浆喷发开始, 终于酸性岩, 喷发岩浆本身富含造矿物质, 矿体形成主要与喷发过程的分异作用有关, 目前所见工业矿体都形成于每次火山喷发旋回(基—中酸性)的末期, 故石英角斑凝灰岩等有良好屏蔽条件下常为含矿围岩, 并可见矿体呈脉状插入石英角斑凝灰岩。含矿岩类为细碧角斑岩建造, 其特征是富含钠质(钾细碧角斑岩系多与黄铁矿型多金属矿有关)。铁矿属此类者为云南大红山及甘肃黑鹰山铁矿等。大红山铁矿的主要矿体为元古代火山热液交代富铁矿体, 位于古火山口附近。矿化形成主要有两个阶段, 首先是富铁的凝灰角砾岩和富铁熔岩

1) 白银据8块标本 $\text{S}^{32}/\text{S}^{34}$ 为22.03—22.17, δS^{34} 为2.38—7.83‰, 相当于陨石—岩浆岩型, 具有混合硫的特点, 但主要来自上地幔。青海红沟属于细碧岩内的热液黄铁矿型铜矿, δS^{34} 为0.03—10.2‰间, 这些数据都与日本、瑞士、苏联等某些黄铁矿型铜矿的轻、重硫比值变化范围相似, 而近于陨石硫的特点。在国外一些重要矿床也位于酸性喷发岩的火山喷发中心附近, 如加拿大地盾76个矿床分别集中在6—7个主要中心, 西班牙—葡萄牙矿带的两个矿床分别集中于4个酸性喷发中心的南北端。

的喷溢堆积，形成贫矿和富矿岩石。后来由于晚期火山气热在岩性和构造有利条件下，沿层或大致沿层进行交代充填富化成矿。含矿岩石为角斑质的火山岩，其成矿主要与中偏碱性喷发及后期气热作用有关。黑鹰山铁矿亦与角斑质火山岩有关。含铁岩为下石炭统上部绿泥千枚岩和酸性、中酸性火山岩及火山碎屑岩，厚2400—2700米，并有石英斜长斑岩、石英正长斑岩侵入。矿体产于绿泥千枚岩或凝灰岩中和浅成斑岩与凝灰岩的侵入接触带及浅成斑岩内，与围岩为渐变关系，矿体呈层状、囊状、脉状（主要有上下二个层位）。在铁矿中有凝灰岩、赤铁碧玉岩的交代残留体，矿化体中有后期六方柱状及细脉状磷灰石充填，并有石英脉、黄铁矿和磁铁矿细脉穿插，显示火山热液的成矿特点。在国外分布于加拿大地盾、北美科迪勒拉、苏联乌拉尔、西班牙—葡萄牙矿带等的黄铁矿型铜矿床及瑞典基鲁纳铁矿等都属此类。基鲁纳铁矿床产于前寒武纪火山岩系中的正长斑岩与石英斑岩之间，呈层状，上下盘岩石（还有矿体）都具有杏仁状构造。

属陆相火山的为安徽当涂铁矿，该矿床产于中生代粗面安山凝灰岩中，厚20—50米，呈饼状、浸染状。智利科拉铁矿为矿浆喷溢铁矿床。

2、火山浅成侵入热液矿床：其成矿特点主要与浅成—超浅成次火山岩有关，产于海相地层中的有新疆雅满苏及磁海等铁矿床。雅满苏赤铁矿—磁铁矿产于早中石炭世中性、中酸性偏碱性火山岩（安山玢岩、安山质凝灰岩、霏细岩、石英角斑岩、粗面岩、钠质正长斑岩等）中，矿体产状与围岩一致，围岩有矽卡岩化，但未见花岗岩。火山喷发后期与钠质正长斑岩有关的深部分异作用使铁富集，具多期成矿特点，矿体顶板多为钠质霏细斑岩或正长斑岩，底板为安山岩（图1）。矿体呈似层状、透镜状和扁豆状，常成群出现，矿体与矽卡

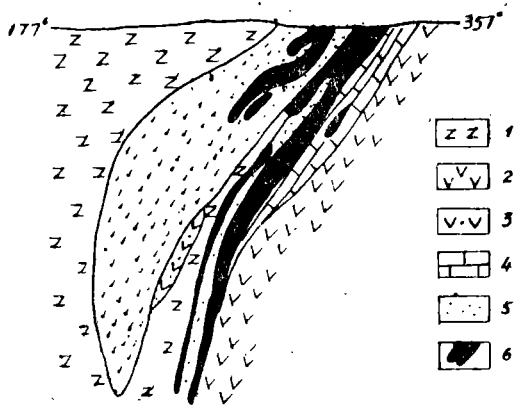


图1 雅满苏铁矿地质剖面图（据陈哲夫等）

- 1—钠质霏细斑岩；2—安山岩；3—蚀变安山凝灰岩；
4—灰岩；5—砂卡岩；6—铁矿体

岩为渐变关系。磁海（1545）矿床成矿母岩为浅成—超浅成偏碱性中基性杂岩（辉绿岩、辉绿玢岩、黑云辉绿玢岩、辉石闪长岩、辉石闪长玢岩等）¹⁾，矿体底板并发育二长岩、辉石

1) 闽南马坑磁铁矿床为与辉绿岩、辉绿闪长岩岩枝有关的矿床，矿体产在辉霞组与南靖群的接触界面上，为深部矿浆充填交代矿床。

钠长岩、花岗岩脉等，这些浅成—超浅成侵入体成群侵入到安山熔岩等火山岩系内，并进行热液交代，钠长石化对铁矿形成起着重要作用。“铁矿层”与辉绿岩脉等呈间隔出现或赋存于辉绿岩中，矿体呈叠瓦式或反叠瓦式排列，达数十层，矿石以磁铁矿为主，矿区所见砂卡岩主要构成贫矿围岩，分布于矿体下部或东部，而富矿则处于蚀变带的中心部位（透辉石—磁铁矿亚带），顶底板一般砂卡岩不发育。宁芜地区的一些玢岩型铁矿与磁海等有相似之处，但它们主要与陆相中碱性—中基性火山岩系有关，如江苏梅山和安徽凹山、陶村、和尚桥、白象山、姑山、罗河等铁矿。其产出形式主要有：①产于闪长玢岩一类的次火山岩体内，如凹山、和尚桥、陶村等。凹山为一种较富磁铁矿类型，为深部岩浆熔离成因，产于火山穹窿中之辉石闪长玢岩瘤状突出部分，为一发育良好的隐爆岩筒构造，岩筒呈漏斗状、平面范围700×600平方米，已控制深350米，矿体产于岩筒中，为一不规则的透镜体；陶村与凹山不同，为由残浆发展而成的大型贫矿体，矿化产于火山隆起构造的辉石闪长玢岩中，矿石为细脉浸染状，构成玢岩铁矿的主体。②产于中酸性火山岩与次火山岩接触带，如梅山铁矿（图2）为深部熔离及残浆气、液（贫矿）两种叠加的玢岩型铁矿床，矿体产于辉

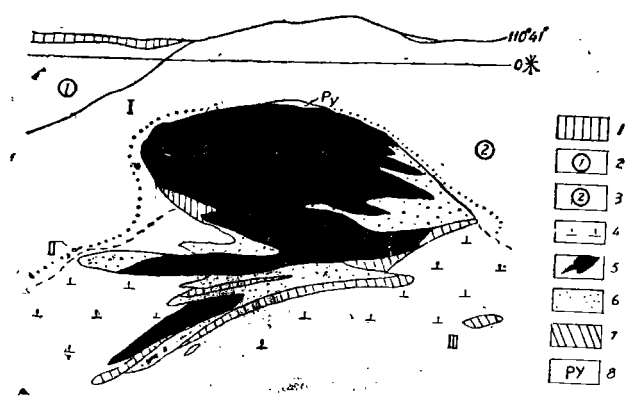


图2 梅山铁矿示意剖面（据冶金地质807队资料简化）

1—表土；2—大王山组凝灰角砾岩；3—龙王山组安山岩；4—辉石闪长玢岩；5—富铁矿体；6—贫铁矿体；7—表外矿；8—黄铁矿

I—近矿指示蚀变（黄铁矿化、碳酸盐化、硅化）；II—浅色蚀变带（高岭土化、硅化、碳酸盐化）；III—浅绿色蚀变带（透辉石化、磷灰石化、方柱石化、钠长石化）

石闪长玢岩内及与下白垩统龙王山组黑云安山岩接触处，矿石矿物与罗河铁矿有相似之处，具明显的垂直分带，不同者是未见硬石膏带。还有白象山铁矿也产于闪长玢岩钟状突起部位与黄马青组接触带附近，为与次火山岩体有关的残浆贫矿，具气成高温的特点。③产于碱性中酸性火山熔岩内，如罗河铁矿，伴有较大储量的石膏、黄铁矿、磷灰石及一定量的铜矿。铁矿主要呈似层状赋存于上侏罗统砖桥组下段矿化蚀变粗安岩（厚大于260—570米）中，而上段的下安山岩与下凝灰岩间有次生石英岩，其产状与火山岩层产状基本一致。次生石英岩厚达200余米，一般距矿体50—150米。硬石膏在铁矿之上与次生石英岩化一起，有时呈过渡，埋深300—400米，为透镜状（少数为似层状），厚15—30米（个别达110米）。主要黄铁矿体一般

在铁矿上部,有时夹在中间,下部少见。铁矿埋深500—650米,下面还有第二层矿,埋深达850米。铁矿类型复杂,有块状(为主)及筛孔状、花斑状、浸染状和脉状等磁铁矿。^①为火山矿浆类型,如安徽姑山,贯入矿体在平面上呈半环状,剖面上呈石钟状,产于古火山附近环状断裂带内。矿化以充填交代为主,成矿前岩浆在深处有较充分的分异,由于母岩浆内富钠、富磷、富挥发分等,致使富铁熔体与硅酸盐分离,形成钠长岩残浆和磁铁矿矿浆,它们分别贯入到火山岩管道¹⁾与环状断裂带内,形成火山颈相次火山岩与磁铁矿贯入体,喷溢出的矿浆则形成堆积矿体和沉积矿体。河北等地区的铁矿(如邯邢等),目前争论较大,笔者倾向于火山浅成侵入热液矿床²⁾,因为本区富铁矿主要赋存于燕山期中性杂岩体(171—121百万年)与中奥陶统碳酸盐岩接触带及其附近(少数侵入石炭、二叠系中)。有的矿并不产在矽卡岩中,铁矿物质与杂岩体的深部岩浆源有关,钠化在铁质带出过程中起重要作用。中性杂岩体常形成多层分枝层状岩体,一般矿体位于浅成—超浅成层状岩体上部的矽卡岩与灰岩间或岩体与围岩接触处,或岩体(闪长玢岩)内。晋南塔儿山铁矿与邯邢式铁矿有类似的成矿特点(李震唐等,1974年)。在矿区或附近有三种岩浆岩,第一种是沿古火山通道侵入,岩体呈筒状;第二种是第一种岩体向周围围岩伸出的枝叉,呈似层状,多达2—5层,与成矿关系密切;第三种是熔岩流。

铜矿也有火山浅成侵入热液矿床,主要有三种形式³⁾:①陆相火山岩斑岩式,如大平山及冲腾等斑岩铜矿,与火山岩系中的次火山岩(闪长玢岩、斜花岗斑岩)有关,具斑岩铜矿的蚀变矿化特征;②海相火山岩斑岩式,如白乃庙、铜矿峪等,铜矿峪斑岩铜矿产于元古代变质火山岩系中,为变斑岩型、变分异辉绿岩型、钾基质火山岩型铜矿等。还有甘肃省北山区的白山堂及公婆泉与酸性次火山岩有关的铜矿,也属海相火山斑岩式铜矿,这类矿床的特点是石英绢云母化明显,而钾化不发育。③产于火山爆破角砾岩筒中⁴⁾,如江西银山,为产于火山角砾岩筒中的含铜铅锌矿床,城门山为产于石英斑岩质角砾岩中的铜钼矿床。

3、火山喷发沉积矿床:海下火山喷发成矿,是火山热液作用与火山沉积作用相关联而完成。因为大量的火山喷发,不但可以形成火山热液矿床,也可以形成火山沉积矿床或两者混合成矿,一些大型或特大型矿床的形成单靠陆源物质是很不够的,这里必须有多期火山喷发将

-
- 1) 西伯利亚安卡拉—伊力姆火山管道,铁的储量达40—50亿吨,为安山岩、暗色玄武岩喷溢形式(类似我国西南高原玄武岩),火山口后被铁矿充填,还相伴有矽卡岩矿物。
 - 2) 华北地区的燕山期火山岩分布广,如早白垩世中、晚期有紫山碱性火山岩(117—64百万年),鲁东火山岩(127百万年)为安山玄武岩—安山岩(粗安岩)—流纹岩组合,鲁南、鲁西也有分布,河北地区则以浅成—超浅成闪长岩类侵入为主。
 - 3) 也有人认为寿王坟铜矿成矿与岩筒的岩枝状岩体有关,为浅成—超浅成侵入岩,属气液充填交代矿床。
 - 4) 在墨西哥、秘鲁等火山角砾岩筒(爆破)为重要的铜矿类型,按角砾岩的产出形式又分为:①爆破角砾岩矿床;②震碎或崩塌角砾岩矿床;③热液注入或侵入角砾岩矿床。

大量硫化物金属等物质¹⁾ 带入海水中, 在适当的介质条件下形成一些巨大的火山喷发沉积矿床。如国外前寒武纪“绿岩带”²⁾, 其中产有铁、金、镍、铬、铀、铜等矿, 尤其是太古代变质火山岩沉积矿床遍布于世界各地。如津巴布韦的姆瓦涅金铁矿达33亿吨(品位>40%), 利比亚铁矿达17亿吨(品位69%), 毛塔尼亚锡曼杜铁矿达5—5.5亿吨(品位55—69%), 加拿大绿岩带铁矿共达350亿吨, 赤道非洲绿岩带铁矿达73亿吨以上, 印支度辛格布姆铁矿达20亿吨。苏联的库尔斯克产于太古代—元古代绿岩系中的铁石英岩矿床(储量达200亿吨以上)也属此类, 因为铁石英岩的化学、矿物学和结构、构造等特征, 很接近于基性和超基性岩系列的火山岩。我国的鞍山式铁矿以及产于川滇地区昆阳群(震旦亚界)中的一些铁矿床(如满银沟式等), 还有海南岛的石碌式富铁矿及镜铁山式铁矿(产于震旦亚界中)等均属火山沉积变质矿床³⁾。鞍山式铁矿⁴⁾可分为三个亚类(李继亮等, 1978年): ①太平寨型(或罗十坎型)铁矿, 成矿时代属早太古代, 赋存于粒变岩相中, 原建造可能属双模式火山岩和沉积岩复合建造(老于34亿年); ②弓长岭型铁矿, 属晚太古代(约34亿年至26—25亿年间), 大都赋存于角闪片岩相中, 原建造属绿岩建造; ③樱桃园型铁矿, 属早元古代(年龄约26—25亿年至18亿年间), 赋存于绿片岩相中, 原建造为陆源碎屑岩夹火山熔岩, 及火山碎屑岩。冀东的朱杖子群和双山群中磁铁石英岩, 晋北吕梁山群和五台群中的赤铁石英岩以及河南嵩山群中的磁铁石英岩也都与此相似⁵⁾。

铜矿属此类者如甘南碧口一带产于震旦亚界中基性变质火山岩中的火山热液—沉积的黄铁矿型铜矿, 与含铁石英岩相伴。我国的“变质岩型”铜矿, 主要发育在地槽发展过程中的拗陷期内(元古代—古生代), 如红透山(深变质)、李伍(中变质)、霍炭及胡菡(中浅变质)、东川、易门(浅变质)等, 铜矿呈层状, 其产出部位主要与中性火山岩(富钠的英安—安山岩或富钾的凝灰质火山岩)有关, 以前均被看成内生矿床(中低温热液交代), 通过对六个矿区的硫同位素测定, 其主要特点是: ① δS^{34} 分散范围大, δS^{34} 霍炭为2.1—34.3%, 东川为-1.6—16.7%, 易门为-4.5—19.1%, 表明沉积作用很重要, 但重硫有火山来源的因素; ② δS^{34} 分散范围小, 如 δS^{34} 李伍为1—10%, 红透山为1.5—4.6%, 硫的来源与火山有关, 近于陨硫(也有可能重硫受变质均一化); ③介于①类和②类之间, 如胡菡 δS^{34} 为2.4—22.4%。从硫同位素分析, 这类矿床可能介于火山岩型和沉积型的铜矿, 主要成矿物质与远火山口相及火山喷发间歇通过火山喷气有关, 但也不排除部分成矿物质来自古老的含铜火山岩或其它铜矿体的剥蚀。

属于陆相有安徽一带的南山铁矿及广东八乡铁矿等。“南山式”铁矿呈透镜状产于大

- 1) 铁在地壳层中分布不均一, 主要集中地核中, 如地壳为 5.8×10^4 , 上地幔为 9.5×10^4 , 下地幔为 9.8×10^4 , 地核为 8.2×10^5 (据黎彤, 1976年), 因此火山则是很好的载体。
- 2) 是指经过强烈褶皱变质的超基性、基性—中酸性火山岩和沉积岩组合。
- 3) 甘肃天祝一带于寒武—奥陶系中还见薄层铁矿夹于火山岩中, 新疆莫托沙拉与式可布台铁矿均产于石炭系海相火山岩—沉积岩系中。
- 4) 混合岩化作用可形成富铁矿。
- 5) 澳大利亚哈默斯利铁矿, 储量达200亿吨, 为磁铁石英岩风化淋滤型矿床。

山组沉积凝灰岩系中，矿体顶板为凝灰岩夹凝灰质角砾岩，底部为凝灰质砾岩，矿石矿物为水赤铁矿、褐铁矿、铁蛋白石、镜铁矿等，呈致密块状、粉末状、土状、角砾状，富含V、S、P、Mn、Cu等。还有江苏的龙旗山铁矿为赋存于方合山组、大王山组火山碎屑岩中的层状矿床，主要受火山喷发层位控制，矿石具碧玉建造特征，主要矿物为赤铁矿、镜铁矿等。八乡铁矿产于上侏罗统肥岭群酸—中酸性火山岩中，以前曾认为是矽卡岩矿床，因为矿区中部钙质岩石已基本蚀变成矽卡岩，然而在矽卡岩发育地段矿很少，但在与之相当的层位（结晶灰岩）矿层都厚大，这说明矿层主要受原生沉积条件的控制，主要矿体产于灰岩—碳酸盐岩之下，两者之间常夹薄层凝灰质硅质板岩或细凝灰岩，有时矿层还夹有凝灰质板岩，矿体被次火山岩穿插，说明铁矿石不仅与火山岩系同生，而且还早于次火山岩，矿区矽卡岩简单，交代与热液作用很弱，野外与镜下均未见微晶磁铁矿交代穿插矽卡岩，相反却见矽卡岩胶结磁铁矿角砾。此外在玄武岩分布区还见火山喷发沉积铁矿，如丽江玄武岩区的牛厂等，峨嵋玄武岩区的瓦卡木，铁矿主要赋存于凝灰角砾岩、凝灰岩和玄武熔岩层上部，以及玄武岩喷发间歇期所沉积的玄武岩质凝灰岩和砂页岩中。

火山喷发沉积的黄铁矿在我国主要见于新疆库姆塔格菱铁矿，赋存于中石炭统砂山组中段海相火山岩系中。在国外较典型者为加拿大安大略西部海伦铁山含铁建造，位于下伏的流纹—英安质火山杂岩与上覆安山质熔岩的接触带上，含铁建造自上而下为：条带状磁石菱铁矿和菱铁矿等。

4、火山喷气及喷气交代矿床：可分陆上和海底两种。陆上构成工业矿床的未见铁、铜等，仅有自然硫、自然硼，如东北五大莲池、老黑山等自然硫矿床产于火山锥中，与火山砾岩、浮岩共生。海底有大型硫化矿床，如日本的黑矿，产于第三系绿色凝灰岩中，按矿物成分自上而下为：①黑矿（以闪锌矿、方铅矿为主）；②黄矿（为黄铁矿、黄铜矿）；③花矿（花斑状含矿岩石，有黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿等）；④白矿（为纤维石膏）。

（三）找矿标志问题

1、大地构造和地球化学标志，众所周知铁铜矿的成矿物质主要来源于地幔，特别是铁矿。据统计（林伍德），地球6/10的铁在地核，近4/10的铁在地幔，地壳中的铁仅占0.0024，与地核、地幔相比是微不足道的。自地面向下比重增加，铁质也增加，如花岗岩比重2.6，含铁2.9%，辉长岩比重2.97，含铁为8.8%；铁是硅镁层的特征元素，故镁质达到地表必须通过两种途径，即一为大量的海底火山喷发，把硅镁层物质带到地表，如前寒武纪“绿岩型”铁矿；另则是通过深断裂，使地幔物质达到地表，如我国的陆相玢岩型铁矿均受深大断裂控制，而海相火山热液—火山浅成侵入热液矿床的形成则通过地槽深大断裂下切上地幔，形成海底火山喷发及其分异物（成矿岩浆及物质）。铜矿的成矿物质主要来自上地幔，据统计δS³⁴‰：黄铁矿型铜矿为0.6—2.3（瑞典）、-4.2—1.6（苏联）、0.00—1.82（美国）、-0.38—7.9（日本）、2.38—7.83（白银厂）；斑岩型铜矿为-2—3.6（美蒙塔那州）、-6.3—4.1（美中西部）、0—5或8（德兴）、0.3（甘肃红铜沟英安玢岩）；接触交代—斑岩型-8—3.8（美犹他州）、-0.37—0.42（丰山洞）、2.186—4.7（城门山）；接触交代—矽卡岩型为-9.8—0.5（加拿大）、2.08—2.55（铜官山）、1.05—2.11（狮子山）、1.63—2.36

(矾头)等, 这些矿床的重硫均接近于陨硫硫($-0.3-1$)。从元素统计铜平均在玄武岩含量高达 100ppm , 其次是花岗闪长岩为 30ppm , 超基性岩及花岗岩均为 10ppm , 这也说明铜与上地幔的玄武岩—安山岩系列有成因联系, 而细碧角斑岩系则为碱性玄武岩的分异产物, 铜矿形成的大地构造前提与铁矿类似, 它们均受深大断裂制约, 而处于地槽褶皱带或地台拗陷带。与火山岩共生的沿大断裂带形成的基性—超基性岩建造, 除铬、镍、铜外, 还可形成分异型钨钛磁铁矿, 如尾垭铁矿及攀枝花分异层状铁矿等。

2、火山构造是成矿的重要因素, 因为火山构造控制着火山的位置及其喷溢、侵入特征, 火山机制的不同部位则形成不同方式的矿床, 如近火山口则以矿浆喷溢、气热交代充填矿床为主, 并可形成爆破岩筒矿床, 而远火山口则形成火山喷发热液—沉积矿床。因此对一个地区的火山岩系除研究它的喷发旋回、喷发相分异特征之外, 还应研究古火山构造, 如主、次火山口及火山通道等, 特别是巨大火山口、火山颈、火山穹窿等对成矿有利。通过现代火山的研究, 一般火山口常呈喇叭状, 上大下小, 主要充填物为集块岩、凝灰角砾岩及次火山岩等, 同时火山口或火山颈的外带常出现环状断裂及充填其中的脉岩, 所以正确的判断古火山口、火山通道等必须深入细致的研究古火山构造(环状断裂等)及古火山岩相以及古火山岩相的构造剥蚀特征, 如出现“孤岛”、“天窗”以及角砾岩和次火山岩的交替出现等。

3、海相火山岩主要发育于地槽早期强烈下陷阶段, 表现为构造与沉积作用的加强, 而使上地幔的玄武岩浆上侵, 形成巨厚的海底喷发火山岩系。铁铜矿主要与细碧角斑岩建造有关, 一般铁矿多与角斑岩(如拉拉厂)及角斑岩、石英角斑岩(如黑鹰山及瑞典基鲁纳等)有关或与分异的富钠的基性杂岩有关(如磁海等), 而铜矿则与富钠的细碧角斑岩系有关(如白银厂等)或与细碧岩有关(如青海红沟及碧口一带铜矿), 故多旋回的巨厚的细碧角斑岩系或其它碱质火山岩系是寻找火山岩型铁铜矿的重要地质前提。与铁铜矿有关的火山岩均富钠质, 但形成铁矿的火山岩的 SiO_2 常不饱和或强不饱和(尤其是富铁)(据陈光远, 1978年), 如拉拉厂 SiO_2 最低为 36.7% , 基鲁纳为 35.8% 。由于这类火山岩贫硅便可形成磁铁矿玢岩或富铁的火山沉积, 其 SFe 大红山可达 17% , 拉拉厂达 13.4% , 基鲁纳达 36.3% 。铜矿与铁矿不同, 富铜的火山岩 SiO_2 一般适量或过饱和, 如白银厂 SiO_2 平均为 58.9% 。因此, 详细研究火山岩的岩石化学特征是区分找铁或找铜的重要标志之一。

4、陆相火山岩区与铁铜有成因联系的多是浅成—超浅成侵入体, 如我国的玢岩型铁矿的成矿母岩(闪长岩类)及火山斑岩铜矿(闪长玢岩、斜长花岗斑岩等)与火山岩系均属同源不同阶段的分异产物, 在岩石化学上具有不同的演化特点, 当岩浆向富钠方向演化(如 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 平均 7% , $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$), 当 SiO_2 低时¹⁾, 对铁矿形成有利(尤其富铁矿), 反之当向富钾方向演化, 当 SiO_2 适度或偏高时对铜矿形成有利。

5、蚀变标志: 一般火山喷发热液矿床常见有多期次的蚀变特点, 如黄铁矿型铜、多金

1) 一般认为硅酸饱和以偏碱中、基性岩浆为铁的良好载体, 有利于富铁残余熔体的形成, 但铁矿的最后分离、富集, 则必须经过去硅作用, 如富钾、钠形成碱性岩去硅成矿(陈光远, 1978《地质科技》第4期), 或岩浆吸收围岩中的钙质而形成各种钙镁硅酸盐去硅等。

对西秦岭泥盆系 菱铁矿成因类型的认识及找矿意见

赵绳武

(甘肃省地质局第五地质队)

目前在秦岭泥盆系中已发现了多处菱铁矿床及一些有意义的矿化线索。为加快找矿步伐,谈些粗浅认识,共同讨论,谬误之处,请批评指正。

秦岭泥盆系菱铁矿成因类型及其基本特征

秦岭泥盆系非常发育,广泛分布,属地槽型浅海相含铁建造。随所处古地理环境的差异,形成许多不同类型矿床。氧化环境下形成的当多式(即宁乡式)铁矿,多处都有所见,均以赤铁矿为主。在还原条件下形成的大西沟菱铁矿床和磨沟等菱铁矿点已有发现。当多铁矿床中,也见有在过渡环境下形成的菱铁—赤铁矿矿石类型。有些矿床受到后期不同程度的改造,亦有经过再造作用而成一新的矿床类型。本文以成矿的主导作用为基础,将区内已知菱铁矿分为沉积型,沉积—热液、变质改造型和沉积—地液再造型三类。

属矿当出现巨大的无长石带,并叠加有黄铁矿等多种蚀变时对成矿有利;而铁矿则以暗色蚀变为主,如绿泥石、绿帘石及次透辉石等蚀变(外带为浅色蚀变),同时还叠加有透闪石、阳起石、石榴石、黄铁矿等蚀变。

火山浅成矿床,一般铁矿主要与钠长石化有关,如我国陆相玢岩型铁矿除钠长石化外,还有方柱石化、透辉石化、阳起石化、金云母化、绿泥石化及硅化等,而东疆的铁矿(如磁海)则钠长石化起重要作用,钠长石化愈强(强钠长石化岩石含 Na_2O 6.7%, K_2O 0.39%),愈宽,矿化带愈好(多富矿),一般早期钠长石化起了溶解铁矿的作用¹⁾。铜矿则与钾、硅化有关(强蚀变岩 K_2O 为 Na_2O 的20倍),矿化体主要赋存于石英绢云母带内。

(六)次生风化淋滤标志:铁矿床,如金属硫化矿床的铁帽、铁硅质建造的风化壳以及铁矿风化淋滤形成的褐铁矿等均是找火山岩型铁矿的标志;而铜矿因伴有大量黄铁矿,当出露地表时容易形成硫化铁帽、褐铁矿、钾矾带或“火烧皮”与“花斑岩”之类的标志。

(参考资料略)

1) 钠交代因破坏了铁的化合物及络合物而使铁沉淀富集起来。