

大红山铁铜矿床的成矿与找矿问题

云南第九地质队 沈远仁执笔

大红山矿区由一个大型富铁矿和一个大型铜矿组成。两个矿床均产于前震旦纪优地槽的一套变质火山岩系中。含矿系属于细碧-角斑岩、绿色片岩及混杂大理岩组合建造。矿床的生成与海底火山喷发-沉积作用直接有关。探讨海底火山喷发-沉积作用及其韵律特征与成矿的关系,对指导类似地质条件地区的找矿工作,会有一定的现实意义。

一 海底火山喷发沉积韵律与成矿

大红山铁铜矿床是海底火山喷发-沉积作用的不同阶段、不同环境和不同条件下之产物。整个含矿岩系——大红山群的形成和发展,与当时的古地理环境、海底火山作用及海水的正常沉积作用密切相关。根据岩性岩相组合特征、地层接触关系及含矿性等,大红山群自下而上包括三个较大的沉积、火山-沉积旋回,九个韵律;初步划分为4组、17个岩段(见“大红山群地层岩石韵律柱状示意图”),现分述如下。

1.老厂河组 本矿区该组未见底。据已知岩性组合特征,该组为一正常沉积旋回(下旋回)。全组分为①、②两个岩段,属于I、II两个沉积韵律。自下而上,由含钾长石英砂砾岩、石英白云母片岩、炭泥质板岩及长英大理岩等构成。该组是本区火山作用尚未开始之前,地槽发展初期脉动式下降过程中正常海水沉积作用的产物;由滨海相及浅海相组成。目前该组尚未发现有用矿产。

2.曼岗河组 本组开始海底火山喷发-沉积,属矿区第二喷发沉积旋回(中旋回),包括③~⑧七个岩段,III、IV、V三个韵律。

第III韵律 早期表现为碱中性火山喷发,距喷发中心较远,沉积了条带状浅灰色角斑质层凝灰岩。底部由于环境较平静,形成了含铜贫铁岩层(VII号矿,由黄铜矿、菱铁矿、磁铁矿组成;铜含量0.2%±,全铁18%±,厚0~5米)。中期为碱基性海底熔浆溢出,形成厚约130米的细碧熔岩。随后进入喷溢间歇阶段,生成富含钠质的大理岩。

第IV韵律 早中期以富含铁质的碱中性喷发为主,由含镜铁矿、绿帘石的层凝灰岩构成。中上部生成条纹状钠长磁铁矿(VI号矿,全铁20%±,厚1~2米)。晚期又出现喷发间断,生成了厚5~15米的含火山物质的大理岩。

第V韵律 位于曼岗河组上部,海底火山喷发强度减弱,本区为接近还原条件的海盆。开始表现为间歇性基性凝灰质喷发,形成较厚的石榴黑云角闪片岩,夹薄层大理岩及钠质凝灰岩。基性喷发含铜较高,在间歇期接近氧化-还原条件下,沉积了本区大型层状铜矿的雏形;距喷发中心更远的一些地方,近还原条件下沉积了菱铁矿及碳酸盐建造(经变质改造作用,成为今日之I号含铁铜矿体)。尔后,喷发停息,出现长时间的间歇,沉积了150米左右的碳酸盐建造,从而结束了本组的沉积史。

3.红山组 开始本区海底火山喷发的第三旋回(上旋回),包括VI、VII、VIII、IX

大红山群地层岩石韵律柱状示意图

组	段	代号	原代号	矿体号	柱状图	厚度(米)	韵律	岩性	旋迴
肥味河组 Pt df 大于525米	⑭ 块状大理岩夹炭质板岩段	Pt df ³	Pt ³			>215		块状白云石大理岩夹炭质板岩, 底部炭质板岩, 含硅质较高; 中部炭质板岩中, 黄铁矿较多	上
	⑬ 薄板状大理岩段	Pt df ²	Pt ²			160		薄板状黑云大理岩, 底部有薄层炭质板岩, 顶部有少量块状白云石大理岩	
	⑫ 角闪黑云大理岩段	Pt df ¹	Pt ¹			150		条纹状黑云角闪白云石大理岩	
红山组 Pt dh	⑪ 角闪变钠质熔岩段(细碧岩)	Pt dh ³	Pt ³	V		150 30	IV	灰绿色角闪变钠质熔岩, 顶部偶有不规则状长英磁铁矿(V号矿)	旋迴
	⑩ 大理岩片岩夹基性熔岩段	Pt dh ²	Pt ²	IV		35~100		上部为黑云角闪大理岩夹黑云角闪片岩及基性熔岩, 中部产IV号肋骨矿,	
	⑨ 绿色片岩段	Pt dh ¹	Pt ¹	III		300 60	VII	下部为石榴绿泥片岩及条带状长英磁铁矿(III号矿)	
	⑧ 变钠质熔岩段(角砾岩)	Pt dh ²	Pt ²	II		250 20	VII	上部为细纹状层凝灰岩, 中部为碱中性变钠质熔岩, 产浸染状铁磁(II ₃), 下部凝灰角砾岩, 产厚大富铁矿(II ₁)	
	⑦ 角砾岩及基性熔岩段	Pt dh ¹	Pt ¹			100~10	VI	底部为火山角砾岩, 集块岩, 往上为基性变钠质熔岩及黑云角闪大理岩, 产小铁矿(III ₃)及铜矿(II ₂)	
曼岗河组 Pt dm	⑥ 薄板状及块状大理岩段	Pt dm ³	Pt ³			120		上部为薄板状黑云白云石大理岩, 下部为块状钠柱石白云石大理岩	中旋迴
	⑤ 石榴黑云角闪片岩夹凝灰岩段	Pt dm ²	Pt ²	I		182	V	石榴黑云角闪片岩夹薄层大理岩、钠质凝灰岩, 产贫铁黄铜矿(I号矿)	
	④ 大理岩及含磁铁矿凝灰岩段	Pt dm ³	Pt ³			5~15 80~105		顶部为钠柱石大理岩, 中下部为含磁铁矿、绿帘石的凝灰岩, 有时夹黑云角闪片岩	
	③ 含磁铁矿层凝灰岩段	Pt dm ¹	Pt ¹			152	IV	层凝灰岩, 含磁铁矿及绿帘石, 有时夹少量黑云角闪片岩	
	② 大理岩段	Pt dm ³	Pt ³			45		黑云角闪钠柱石大理岩	
	① 角闪变钠质熔岩段	Pt dm ²	Pt ²			130	III	角闪变钠质熔岩, 有时夹片岩, 含绿帘石	
	① 灰绿色层凝灰岩段	Pt dm ¹	Pt ¹			96		层凝灰岩夹黑云角闪片岩, 含石榴石, 底部为含铜贫铁矿	
老河组 Pt dl	② 白云片岩大理岩段	Pt dl ²	Pt ²			80	II	石榴白云片岩夹角闪岩透视镜, 顶部为块状石英大理岩	下旋迴
	① 钾长石英岩段	Pt dl ¹	Pt ¹			>100	I	底部为含钾长石英岩、石英砾岩, 中部石英白云片岩, 顶部白云石大理岩夹炭质板岩	

四个韵律, ⑩~⑭五个岩段。

第Ⅶ韵律 初期, 本区为强烈爆发式喷发, 形成大量火山集块岩、火山角砾岩。中期, 为基性熔浆溢流, 生成大量珠状、枕状、

杏仁状及块状之细碧熔岩, 局部有不规则状的小型热液铜矿体(如Ⅰ₄号矿)。后期, 喷发停息, 生成了厚5~20米的黑云角闪大理岩。

第Ⅶ韵律 开始以碱中性爆发式喷发为主,形成大量富铁角斑质凝灰角砾岩、角砾熔岩(豹皮矿)夹块状熔岩。富铁角斑质凝灰角砾岩形成Ⅰ₁号矿体雏形,后期火山热液大致沿层及构造破碎带交代(充填),形成当今的Ⅰ₁号厚大富矿体。该矿体主要分布于火山口附近,F₃与F₁断裂之间。随后,本区为脉动式中偏碱性熔浆溢出及短暂的喷发,形成大量富含点状铁质的块状、杏仁状变钠质熔岩(角斑岩)及其凝灰岩,同时伴生浸染状、云雾状贫铁矿(如Ⅰ₂、Ⅰ₃及Ⅰ₄号矿体)。晚期,又转为喷发,生成细纹状角斑质凝灰岩,其顶部沉积了条纹条带状含铜长英磁铁矿(如Ⅱ号矿)。

第Ⅷ韵律 喷发作用减弱,间歇性增多,形成碱性角闪绿泥片岩夹含铜黑云角闪大理岩(Ⅳ号肋骨矿),近火山中心主要为细碧熔岩。接着,喷发强度继续减弱,本区主要变为黑云角闪大理岩夹角闪片岩沉积。

第Ⅸ韵律 为较大的宁静式细碧熔浆溢出,生成厚大的块状、杏仁状角闪变钠质熔岩,其顶部因后期破碎钠化,局部有小型不规则状钠长磁铁矿体产生(如Ⅴ号矿)。最后,海底火山喷发作用终止,本区迅速递变为巨厚的碳酸盐沉积。

纵观曼岗河组与红山组的发展过程,前者火山作用较弱,脉动式喷发较显著;后者火山作用较强,主要由熔岩、火山碎屑岩构成。各旋回自下而上喷发作用逐渐减弱,正常沉积作用逐渐增强。各韵律的喷发作用同样表现为先强后弱的特点。从岩性岩相组成上看,各旋回或韵律的中下部主要由火山碎屑岩、熔岩组成,上部主要为片岩及大理岩。从与成矿作用的关系上看,似乎铁矿主要位于旋回(韵律)的中下部,与碱中性火山岩(角斑岩及其凝灰岩)关系比较密切;铜矿主要产于旋回的中上部火山喷发间歇的过渡岩相,与碱性火山岩(细碧岩及其凝

灰岩)关系比较密切。

二 矿床地质特征及其成因

矿区主要由三个矿带组成。Ⅰ矿带为含铁铜矿带,产于曼岗河旋回(中旋回)中上部(Ptdm^o)石榴黑云角闪片岩夹凝灰岩中,由Ⅰ₁、Ⅰ₂、Ⅰ₃等矿体组成。Ⅱ矿带为主要铁矿带,产于红山旋回(中旋回)中下部(Ptdh²)浅色变钠质火山岩中,由Ⅰ₁、Ⅰ₂、Ⅰ₃、Ⅰ₄等矿体组成,各矿厚度相差悬殊。Ⅲ矿带为含铜铁矿带,产于红山旋回中上部(Ptdh^o)石榴角闪绿泥片岩夹薄层大理岩中,由Ⅲ、Ⅳ两个矿体组成。

各矿带的矿体特点不同。根据矿床地质特征,Ⅰ、Ⅲ矿带属于同一类型;Ⅱ矿带的Ⅰ₁号矿体与Ⅰ₂、Ⅰ₃、Ⅰ₄号矿体分属不同类型。现将各类型矿床主要地质特征概述如下:

1. Ⅰ、Ⅲ矿带矿体特征 矿体呈层状、似层状多层(1~3层)产出,彼此相互平行,与围岩产状一致。火山-沉积旋回中上部的过渡岩相是赋矿部位。Ⅰ、Ⅳ号矿体与细碧质凝灰沉积岩关系密切,Ⅲ号矿体与角斑质凝灰沉积岩关系较大,严格受地层层位及沉积旋回的控制。矿化分布面积较大,矿体厚度、矿石品位较稳定,并与火山物质的多寡成正相关。矿石具条纹条带状构造,磁铁矿多构成条带,硫化物多呈星点状、斑点状或条带状沿层理或片理分布。矿物组合简单。金属矿物主要为黄铜矿、磁铁矿,次为黄铁矿、菱铁矿;脉石矿物则随围岩不同而异,常见的有石榴石、白云石、钠长石、黑云母和绿泥石等。与矿化有关的围岩蚀变,Ⅰ、Ⅳ号矿体为黑云母化、绿泥石化、含铁碳酸盐化;Ⅲ号矿体为绢云母化及轻微的钠长石化。此外,由于后期变质改造作用,铁矿物有重结晶和变晶加大现象,铜矿物出现变质细脉(沿片理、层理或微裂隙分布)。若干样品硫同位素测定结果,δS³⁴均在+

10%以内,表明富集重同位素 S^{34} 。

2. I 矿带 I₁ 号矿体特征 矿体产于富铁角斑质火山碎屑岩夹熔岩中,形态和内部结构较复杂,呈大透镜状或大致平行的分枝复合脉,但总产状与围岩一致。有贫、富两种矿石:贫矿与围岩过渡接触,厚者达90多米,薄者仅1~2米;富矿与围岩界线清晰,厚达百米以上。一般矿石品位变化较大。产于角斑岩中之富矿石呈块状、斑块状;产于角斑质凝灰角砾岩中之富矿石呈角砾状;贫矿石多为浸染状或花斑状。矿石成分简单。主要金属矿物为磁铁矿、赤铁矿和镜铁矿等(缺少菱铁矿及硫化物),脉石矿物为石英、钠长石等。与 I、II 矿带矿物组合迥然不同,没有典型的深源热液矿物组合。矿石中普遍见有磁铁矿、赤铁矿互相交代的现象。这种后期交代作用表现有三:①磁-赤铁矿的交代充填,②磁-赤铁矿的浸染重结晶,③含铁石英脉的交代充填。交代作用明显地选择了原岩粒化程度高、孔隙度大和构造薄弱带

部位进行。富矿石又可分为细粒致密块状和粗粒疏松块状两种,显然是不同成矿期的产物。近矿围岩蚀变以硅化、绢云母化及钠化最为强烈。硅化多出现于 I₁ 号矿体中部,形成强硅化带,并与绢云母化伴随。绢云母化多出现于矿体上部。钠化(或钠长石化)与矿体富化有关,多见于富矿外缘,表明受火山及后期热液作用强烈。

3. II 矿带 II₂、II₃ 号矿体特征 矿体产于浅灰色钠质熔岩夹凝灰岩中,呈似层状及透镜状,与围岩产状一致。这类矿体主要为贫矿夹薄层富矿。贫矿石呈浸染状、杏仁状、豹皮状、花斑状,与围岩无明显界线;富矿石呈块状、斑块状,与围岩界线清晰。矿石成分简单。主要金属矿物为磁铁矿,次为赤铁矿及钛铁矿。脉石矿物主要为钠长石,次为石英、绢云母。围岩蚀变仅见轻微的绢云母化、钠化及碳酸盐化。

4. 矿床成因 本区主要矿带铁、铜矿床可分为三种成因类型(见下表)。

成因类型	含矿岩石	矿体实例
①火山喷发(喷气)-沉积变质矿床	基性凝灰质绿片岩夹不纯大理岩	I、IV号含铁铜矿体
②火山气液(热液)交代(充填)富化矿床	角斑质层凝灰岩夹石英岩及大理岩条带	III号含铜铁矿体
③火山喷溢熔浆(矿浆)矿床	富铁凝灰角砾岩夹熔岩 富铁角斑质杏仁状熔岩	II ₁ 号厚大富铁矿体 II ₂₋₃ 、II ₃₋₄ 号矿体及豹皮矿等

火山喷发(喷气)-沉积变质矿床 形成机理大致是:从火山管道带出的铜、铁、硫等矿质进入海盆后,经一系列化学反应,在适宜的地质-地球化学条件下,与成岩物质(如火山灰、炭泥质、碳酸盐等)同时沉积下来,形成矿体雏形。尔后,由于构造运动及变质作用(主要是区域中-浅变质作用)等的影响,使原生矿层产生富化、改造而成如今之矿体。I、IV号含铁铜矿体之生成与基性喷发有关,围岩为基性凝灰质绿片岩夹不纯大理岩。II号含铜铁矿体之生成与碱中性喷发有关,围岩为角斑质层凝灰岩夹石英岩及

大理岩条带。

火山气液(热液)交代(充填)富化矿床 形成可分两个主要阶段,首先是富铁凝灰角砾岩和富铁熔岩的喷溢堆积,形成贫铁矿或富铁岩石。随后在晚期火山气液作用下,在岩性、构造等有利成矿的部位,大致沿层交代充填富化成矿。II₁号厚大富铁矿体位于火山口附近,含矿岩石为角斑质的,成矿与碱中性喷发及后期气液作用有关。

火山喷溢熔浆(矿浆)矿床 这类矿床的形成是含挥发分的富铁熔浆由火山口溢出后,在古海底半封闭条件下冷凝而成。由于

熔浆在“火山岩浆库”内便进行了一定的分异,所以这类矿体多位于喷溢韵律的上部,顶部还常有薄层块状富铁矿产出。

三 控矿因素与找矿问题

1. 火山机构的控矿与找矿 大红山富铁矿及铜矿的生成与分布明显受海底古火山机构的控制。各矿体的分布规律是:Ⅰ₁号矿体接近火山喷发中心,火山岩厚度大、粒度粗、次火山岩发育、结构复杂,矿质来源丰富,铁矿层数多,厚度大,品位高。稍远为Ⅰ₂、Ⅱ号矿体,火山岩厚度变小,粒度变细,次火山岩不发育,结构较简单,矿层少,厚度小,品位低。再向外,火山岩变薄尖灭,逐渐为正常沉积岩所取代,铁矿相应变为铜矿、菱铁矿,最后尖灭。从上述情况来看,在大红山地区研究火山机构,寻找火山活动中心,对找矿应具有指导意义。

2. 有利的岩性岩相控矿与找矿 本区铁矿以浅色角斑质火山碎屑岩相最利成矿,矿体主要产于浅色富铁角斑岩及角斑质凝灰岩、凝灰岩中,部分产于深色含铁细碧岩及细碧质凝灰岩中。铜矿主要产于喷发间歇期的火山沉积岩相(过渡相)中,以基性凝灰质为主体所构成的绿色片岩夹不纯大理岩对铜成矿最为有利。

实践表明,铁矿与含钠高的岩石有关,铜矿与含钾高的岩石有关。在海底火山喷发的细碧-角斑岩系中,铁、铜矿床经常是伴生的。因此,寻找大红山式富铁矿时,一定要注意围岩岩性的转化,注意从副变质岩中找正变质岩,从钾质火山岩中找钠质火山岩,从细碧岩中找角斑岩及角斑质火山碎屑岩;寻找铜矿则应按照相反的方向。

3. 火山喷发-沉积旋回控矿与找矿 本矿床明显受喷发沉积旋回控制。铁矿常产于

火山喷发沉积旋回的中下部,以角斑岩及角斑质火山碎屑岩为主所构成的部位。铜矿常产于喷发沉积旋回的中上部,主要为基性凝灰质及铁泥质所构成的绿色片岩夹不纯大理岩中。因此,找矿时应加强地层、岩石的研究,划分喷发-沉积旋回,确定含矿有利地段。

4. 地层、构造控矿与找矿 本区铁铜矿床具有一定层位。铁矿主要产于大红山群曼岗河组中下部,铜矿则产于其中上部。因此,该地层及其邻区与之相当的会理群河口组应是找矿有利的层位。构造对矿床的富化控制明显。Ⅰ₁号厚大富铁矿体,除受火山机构、层位、岩性和喷发旋回控制外,东西向低序次的“入”字型构造控制亦甚明显。富铁矿体直接产于分枝断裂F₁与F₂之间的红山向斜(次级分枝褶曲)底部的碱中性变钠质火山岩系中,并位于主干断裂F₄由陡变缓的构造破碎地带。铜矿主要富集在背斜转折端附近及后期辉绿辉长岩较发育的地段。

5. 关于找矿标志和方法问题 除上述分析之外,当然,最好的直接的找矿标志是铁(铜)矿露头,其次是转石和重砂异常。大红山原生矿就是根据铁矿转石找到的。近矿围岩蚀变及物探异常是重要的间接找矿标志。大红山铁矿地表都有磁异常显示,因此,航空磁测可作为区域普查的手段,地面磁测可作为直接找矿的有效方法。大红山铜矿常有明显的铜晕异常,故化探异常可视为重要的找矿依据。

鉴于本矿区周围三迭-侏罗纪红层掩盖很广,要扩大远景,寻找新的矿产基地,应采用地质、物探(磁法、电法、地震和重力)及化探等综合手段开展普查,以期迅速取得找矿效果。