

块状硫化物矿床与火山岩岩相的关系

崔 峤

(甘肃省地质局)

块状硫化物矿床(黄铁矿型矿床、黑矿型矿床)与玄武岩-流纹岩建造的相互关系是由矿石与围岩形成的近似性所决定的,更确切地说,是矿石有规律地产生在火山岩一定的岩相中。

近年来,火山岩系的岩相分析已成为火山岩地区区域地质调查、块状硫化物矿床普查勘探工作中最重要的方法之一。这是因为,一方面岩相分析和古火山恢复方法,可以对火山体、火山岩系的喷发沉积旋回,以及火山岩的层序进行详细的研究,从而较为客观地总结出火山活动的整个历程;另一方面,通过世界各地火山岩区进行的古火山研究,已总结出块状硫化物矿床矿石的聚集十分明显地受火山岩岩相特征所制约。

火山岩岩相分类、岩相分析等有关方法问题,在国内外已出版的著作中均有详细研究,这里仅就火山岩相的划分原则略述如下。

岩石学界一般将相理解为一定环境下所形成的岩石特征总合(岩石成分、结构和矿物组合)。目前根据火山岩形成的空间位置,在平面上从火山口向外依次划分为:近火山口相、中间带相、远带相等三种火山岩大相。根据火山岩形成的深度,又可以进一步划分如下几种火山岩岩相:在地下环境下形成的岩相——深成火山岩相和次火山岩相;上升通道中形成的岩相——火山通道相和爆发相;在海底或地表环境下形成的岩相——喷发岩相和喷出岩相。

块状硫化物矿床与火山作用的成因联系,以及与火山岩相的制约关系,主要表现在如下三个方面:(一)含矿岩段多位于不同岩相的过渡部位;(二)不同类型的矿床有规律地分布在特定的火山岩相中;(三)矿石常常产在岩相成分、结构构造、物理机械性质具有一定特征的火山岩岩相中。

一、含矿岩段多位于不同岩相的过渡部位

在火山-沉积旋回剖面中,块状硫化物矿床分布是不均匀的,矿层多位于火山-沉积旋回的顶部,抑或赋存于每个旋回的岩性变化部位。尤其是较基性火山岩被较酸性火山岩所代替的部位、火山碎屑岩层的顶部或其附近以及与上覆岩层的界面处。因此,含矿岩段与其上下的非含矿岩段的主要区别是含矿岩段岩性变化剧烈,各种不同类型的岩石常交替出现。

例如,辽宁红透山铜锌型硫化物矿床,赋存于前震旦纪鞍山群红透山组的中上部(图1),矿体在红透山组中的分布严格受层位控制,均产在第三岩段(Ar^3)内。该岩段以频繁的互层和相变为主要特征,自下而上分为以下四个薄层:①条带状黑云斜长片麻岩层,局部含黑云母片岩与变粒岩夹层,层厚10—20米。②薄层角闪片麻岩,层厚10—40米。③条带状黑云

斜长片麻岩层, 常为矿体下盘围岩, 层厚10—20米。④矽线黑云石英片麻岩层, 夹堇青石直闪石岩和直闪斜长片麻岩薄层, 有时相变为黑云石英片麻岩, 层厚20米。辽宁冶金地质勘探公司101队将该岩段称为薄层互层带, 原岩为碎屑岩与中基性火山岩。同位素年龄资料表明围岩同矿体形成的年龄基本一致。该含矿岩段上、下的非含矿岩段分别为厚层角闪斜长片麻岩段 (Ar^1) 和厚层角闪片麻岩段 (Ar^2), 其岩性则较单一, 相变微弱, 二者原岩均为中基性火山岩与火山碎屑岩。

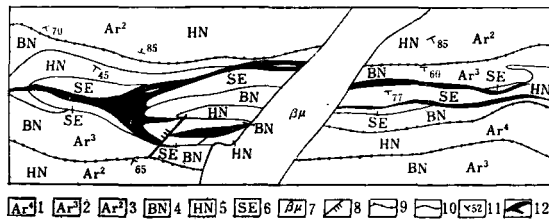


图1 红透山矿床地质图

(据辽宁冶金101地质队资料略加简化)

- 1—角闪片麻岩层; 2—黑云母片麻岩、角闪片麻岩互层;
3—角闪片麻岩层; 4—黑云片麻岩、变粒岩; 5—角闪片麻岩、变粒岩; 6—矽线黑云片麻岩、变粒岩; 7—辉绿岩; 8—断层; 9—地层界线; 10—地质界线; 11—产状; 12—矿体

Fig. 1. Geological map of the Hongtoushan ore deposit.

1. hornblende gneiss; 2. biotite gneiss interbedded with hornblende gneiss; 3. hornblende gneiss; 4. biotite gneiss and granulite; 5. hornblende gneiss and granulite; 6. sillimanite-biotite gneiss and granulite; 7. diabase; 8. fault; 9. boundary of strata; 10. Geological boundary; 11. occurrence; 12. ore body.

矿床是在海底的环境下生成的。

火山沉积矿床, 多形成于远离火山中心的海盆地中, 含矿火山岩系为远带相的沉火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩及火山碎屑岩类。近矿围岩以沉凝灰岩、凝灰质沉积岩、碳质页岩、粉砂岩、白云岩等正常沉积岩为主。如云南大红山铁铜矿的I、IV号铁铜矿体含矿围岩为基性凝灰质绿片岩夹不纯大理岩, 其生成主要与中偏碱性喷发有关^①。

火山喷气-热液沉积矿床, 多形成于火山穹丘斜坡上或坡脚处。含矿火山岩系多为中间带相和远带相的火山碎屑岩、沉火山碎屑岩。如白银小铁山矿床, 近矿围岩为石英角斑凝灰岩; 四川嘎村矿床, 近矿围岩主要为流纹质沉凝灰岩, 其次为凝灰质板岩、灰岩等。

火山沉积和火山喷气-热液沉积矿床, 按成矿物质的堆积方式可分两种类型: (1) 碎屑矿石, 乃是先期形成的矿石 (常常是热液交代成因) 经破坏搬运而形成的, 多为结核状矿石; (2) 沉积矿石或热液沉积矿石, 是热液与海水或海底淤泥相互间发生作用的情况下, 被压实原生含矿沉积物经成岩作用而形成的。

火山矿浆喷溢矿床, 形成于火山中心区火山口处的海底部位。含矿岩系多为高碱富钠的基性火山岩, 岩石爆发指数较低。如北祁连银洞沟矿床, 含矿围岩为细碧岩、凝灰岩; 猪咀哑吧矿床, 近矿围岩为角砾状细碧岩。

① 据沈远仁1978年资料。

二、不同类型的矿床 有规律地分布在特定的火 山岩相中

块状硫化物矿床的聚集规律、矿化与火山作用的成因联系, 表现在不同成因类型和工业类型的矿床受特定的火山岩相所制约。

1. 一定成因类型的矿床赋存于特定部位和特定深度的火山岩相中

现已基本查明, 火山沉积矿床、火山喷气-热液沉积矿床、火山岩浆喷溢

火山矿浆充填矿床,含矿岩系多为火山通道相高碱富钠的基性熔岩,近矿围岩蚀变不明显。如北祁连红沟铜矿,含矿围岩为细碧岩。

火山热液交代矿床,含矿岩系多为火山通道相和爆发相的酸性火山岩,尤其是酸性凝灰岩和沉凝灰岩。基性火山岩一般只起构造屏蔽作用。如白银折腰山和火焰山矿床,近矿围岩主要为石英角斑凝灰岩,其次为石英角斑岩、凝灰质千枚岩、碳质硅质凝灰岩;苏联的盖伊矿床,近矿围岩为由次火山岩相流纹岩-英安岩所形成的交代岩和流纹质碎屑角砾岩所形成的绢云石英质交代岩和石英质交代岩。

火山-斑岩型矿床,是在距地表或海底一定深度下所形成的,成矿作用与中酸性次火山岩体或超浅成侵入体密切相关,近矿围岩为次火山岩或深成火山岩。如甘肃公婆泉铜矿,近矿围岩为次英安斑岩、花岗闪长斑岩。

值得注意的是,火山管道占据着独特的位置。已查明,随深度的变化在火山管道中出现不同的火山岩相(从深成火山岩到地表的火山岩),与此相应的是产在火山管道中的矿床,由于形成的深度不同而出现不同类型的矿床。如中条山铜矿峪古火山颈铜矿,既有产于变钾质基性火山岩中的块状硫化物矿体,又有产于变石英斑岩、变辉绿岩、变花斑辉绿岩—变微文象英安斑岩中的斑岩型铜(钼)矿。

此外,某些伴随有矽卡岩化的块状硫化物矿床(如北祁连的胶龙掌多金属矿床),同样也是与深成火山岩的斑岩有关。

2. 各种不同的火山岩相对块状硫化物矿床的工业类型具有明显的制约作用

现已初步查明世界各地的含铜黄铁矿矿床、黄铁矿型铜锌矿床主要产在火山管道—近火山管道的火山岩中;黄铁矿型多金属矿床和黑矿型矿床多产在中间过渡相的火山凝灰岩中,以及远火山带相的碳酸盐岩—陆源岩—凝灰质岩岩相中。

这种规律产生的原因,乃是由于不同成分的矿床是在岩浆源不同的发育阶段形成的。形成时期最早的是含铜黄铁矿矿床和铜锌矿床。矿床的矿石与火山体是在同一时期,即成矿作用第一阶段形成的,在空间上这种矿床产在火山管道—近火山管道相的火山岩中。当强烈的火山作用停止之后,转入到以花岗岩浆为主的晚期阶段,分异出富含多金属矿化的热液,因此大部分多金属矿床是在成矿过程中第二阶段形成的,矿床赋存在火山沉积相和沉积相中。这些岩相或者超覆于火山体之上,或者位于火山体较远的地方。

三、矿石常常产在其岩相成分、近矿围岩化学成分、结构构造、物理机械性质具有一定特征的火山岩相中

矿石与同期形成的特定岩相的关系,首先表现在,除少数火山矿浆矿床外,绝大多数的块状硫化物矿床,其近矿围岩均为酸性火山岩,通常为各种酸性火山碎屑岩相(酸性集块岩、酸性火山碎屑角砾岩和酸性凝灰岩等),特别是流纹质岩石伴生的酸性火山碎屑岩与矿床存在着密切的空间共生关系。近年来各国矿床地质工作者,相继将这一规律列为勘查此类矿床的重要找矿标志之一。

我国矿床地质工作者经多年对白银矿田矿体赋存规律的研究,指出工业矿化产在中酸性和酸性火山岩中,一般不超出这些岩石的分布范围(图2)。一九八一年中国金属学会和中国

地质学会联合召开的白银地区找矿前景学术讨论会上明确指出：该矿田内盲矿体的远景找矿地段是深部赋存有石英角斑岩和石英角斑凝灰岩发育的地段。

苏联矿床地质工作者经对乌拉尔黄铁矿型铜矿分布规律的研究认为：南乌拉尔和中乌拉尔的含矿建造，黄铁矿型矿床富集在酸性岩中，即安山-英安岩和英安成分的岩层内。值此把中酸性和酸性火山岩发育程度作为铜矿预测的首要条件之一。

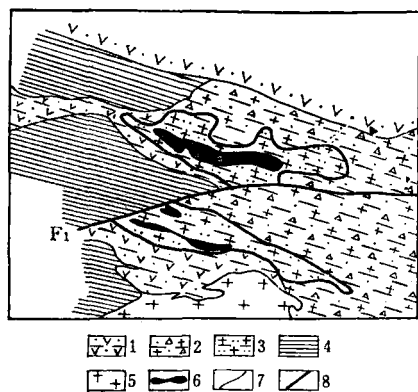


图 2 白银厂矿田西部块状硫化物矿体分布图

1—细碧岩、细碧凝灰岩；2—含集块角砾石英角斑凝灰岩；3—石英角斑凝灰岩（夹石英角斑岩）；4—千枚岩；5—石英钠长斑岩；6—矿体；7—地质界线；8—断层

Fig. 2. Distribution of massive sulfide ore bodies in western Baiyinchang ore field.

1. spilite and spilitic tuff; 2. quartz keratophyre-tuff lava with agglomerate and breccia; 3. quartz keratophyre-tuff; 4. phyllite; 5. quartz albitophyre; 6. orebody; 7. geological boundary; 8. fault.

加拿大矿床地质工作者已查明，加拿大前寒武纪火山成因的块状硫化物矿床，在空间上与酸性集块岩（或粗粒火山碎屑岩）紧密共生，并给这种特殊的岩石起名为“工厂岩石”，即站在任何一个采矿场的含有酸性火山碎屑岩巨大碎块的岩石露头上时，人们就必定会听到矿山工厂的轰鸣声。

此外，近矿的酸性火山岩岩石化学成分对块状硫化物矿床类型起着一定的制约作用^[1]。以铜为主的块状硫化物矿床，近矿围岩为钠系列酸性火山岩， $K_2O < Na_2O$, $K_2O/Na_2O = 0.1-0.3$ ；以铅锌为主的块状硫化物矿床，近矿围岩为钾系列酸性火山岩， $K_2O > Na_2O$, $K_2O/Na_2O = 1.4-9.2$ （见附表）。

对于火山喷气-热液沉积和火山沉积成因的矿床，矿石与特定的火山岩相的关系主要表现在围岩和矿石结构构造方面具有很多相似性。如产在细粒韵律层理火山沉积岩或沉积岩中的矿石，同样也具有这种韵律层理构造（四川嘎村重晶石多金属矿石、白银小铁山黄铁矿多金属矿石）；分布在层状砂质沉积物中的矿石，亦具有粗粒结构，矿石矿物颗粒与围岩砂质碎屑大小相近（苏联尼古拉耶夫矿床的层状矿石）。产在粗碎屑岩中的矿石，若矿石的形成与早期成矿物质的冲刷沉积或间断沉积有关，则矿石同样也具有粗碎屑

结构。苏联的锡拜矿床，经对含黄铁矿透镜体的层状矿体中矿石和围岩碎屑粒度统计，发现

近矿的酸性火山岩 K_2O/Na_2O 比值与块状硫化物矿床类型对比表

矿床类型	序号	实 例	近 矿 围 岩	K_2O	Na_2O	K_2O/Na_2O
以铅锌为主的块状硫化物矿床	1	瑞典中部硫化物矿带	流纹岩+安山岩	8.3	0.9	9.2
	2	布罗肯希尔硫化物矿带	流纹岩+安山岩	3.2	1.8	1.8
	3	鲁得内依阿尔泰	流纹斑岩	4.14	1.40	3.0
	4	福建南溪	凝灰熔岩	4.68	3.25	1.4
以铜为主的块状硫化物矿床	5	白银矿田	石英角斑岩	1.24	4.92	0.3
	6	浙江西裘	石英角斑岩	1.00	3.20	0.3
	7	云南大红山	角斑岩	0.62	6.49	0.1
	8	南乌拉尔	流纹斑岩	1.03	5.38	0.2

注：1,2据参考文献[2]；3,8据参考文献[3]；4据林正树；5据甘肃冶邻地质三队；6据王执均；7据沈远仁。

矿石碎屑的粒度和火山碎屑的粒度从透镜体向外变小。

一般情况下,对于火山沉积成因的块状硫化物矿床,最有利的围岩是细粒火山碎屑岩,含碳的泥硅质岩、碳酸盐岩。产生这种分布规律的主要原因,是细粒火山碎屑岩有适宜的孔隙度和透水性,易于含矿物质的聚集和储存,而碳质岩石反映水介质为还原环境,利于Cu、Pb、Zn等元素的沉淀,同时碳质对Cu、Pb、Zn有一定的吸附作用。

对于以内生作用为主的火山热液交代矿床,矿体与特定的火山岩相的关系,主要表现在矿体多产在物理机械性质不同的火山岩相的接触带上,如苏联盖伊铜矿床深部矿体多产在火山颈相岩石与次火山相岩石的接触带处。

结 语

为了恢复块状硫化物矿床的形成条件和聚集环境,必须研究矿石在各种火山岩和火山沉积岩岩相中的赋存规律。块状硫化物矿床与火山岩相的关系,表现在不同的空间范围内,即大到一个矿田,小至单个矿体。因此,在普查勘探过程中应注意查明每个具体地区的规律性。通过含矿围岩的岩相分析,在颇大程度上不仅可以预测矿床的普查前景,尚可以预测矿床类型。

参 考 文 献

- 〔1〕 崔 峤 1981 北祁连山黄铁矿型矿床含矿建造及成矿专属性 地质地球化学 第10期
- 〔2〕 Рукчин Г. В., 1980, Геотектоническая позиция и палеотектоническая обстановка локализаций докембрийских колчеданных месторождений. Геол.Рудн. Месторож., №2.
- 〔3〕 Яковлев Г. Ф., 1978, Вулканогенные колчеданно полиметаллические месторождения. Изд-во Моск. Ун-та.

THE RELATIONSHIP BETWEEN MASSIVE SULFIDE DEPOSITS AND VOLCANIC ROCK FACIES

Cui Qiao

(Geological Bureau of Gansu Province)

Abstract

The genetic relationship between massive sulfide deposits and volcanic rock facies finds its expression in three aspects:

1. Ore-bearing portions lie mostly at the transitional positions between different volcanic rock facies. In the volcanic sedimentation section, ore beds occur where lithological characters alter in each cycle, especially where relatively basic volcanic rocks are replaced by relatively acid ones.

2. Ore deposits of different types are distributed regularly in specific volcanic, rock facies, volcanic-sedimentary deposits, volcanic exhalative-hydrothermal sedimentary deposits and volcanic ore-magmatic effusive deposits, all formed in sea-floor environment, are found respectively in sedimentary volcanoclastic rocks of distant zone, volcanoclastic rocks of intermediate zone and highly alkalic and sodium-rich basic volcanic rocks closely around the crater; volcanic ore magma-filled deposits and volcanic hydrothermal metasomatic deposits, produced at very shallow depths, are observed respectively in highly alkalic and sodium-rich basic lava of volcanic vent facies and acid volcanic rocks of volcanic vent facies and explosion facies; volcanic porphyry type deposits, formed at certain depths below the surface, mostly occur in subvolcanic and hypogene volcanic facies.

The formation of different industrial types of massive sulfide deposits seem also to have been obviously under the domination of volcanic rock facies; copper-bearing pyrite type deposits and pyrite type copper-zinc deposits occur chiefly in volcanic rocks of vent or near vent facies; pyrite-polymetallic deposits and kuroko deposits exist primarily in tuff of transitional facies and distant carbonatite-terrigenous rocks-tuffaceous facies.

3. Ores are noticed to occur in certain volcanic rock facies which have some distinctive characteristics in constituent, chemical composition of near-ore country rocks, texture and structure as well as mechanical properties.