

前震旦系碧口群层控黄铁矿型 铜金矿的一些基本特征

赵绳武

(西北冶金地质勘探公司)

碧口群黄铁矿型铜金矿床产于前震旦纪古蛇绿岩套中。矿体受一定层位控制,分段集中,成群分布;赋存于基性火山岩及其凝灰岩向沉积碎屑岩过渡的部位,与透镜状含碧玉的磁(赤)铁矿石英岩密切相关,与围岩整合。矿体倾向延深大于走向长度。矿石以铜金为主,含一定量的钴、银和微量锌。

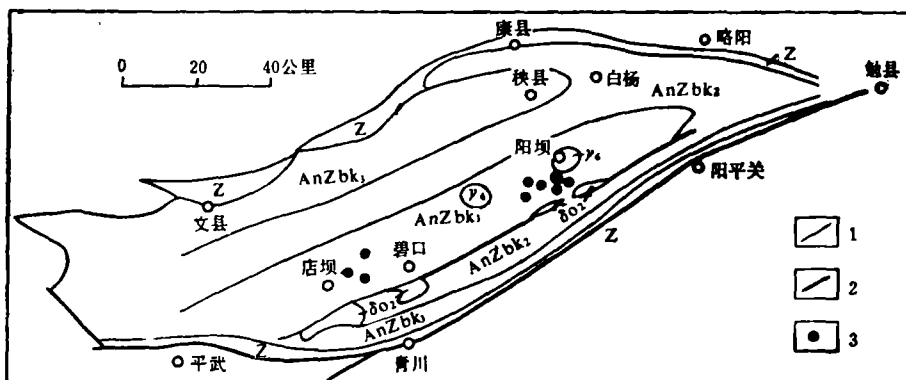
关键词: 前震旦系;层控黄铁矿型;铜金矿床特征

西秦岭南缘的碧口群(见图),跨川、甘、陕三省,西起平武县虎牙关,东达勉县,长约220km,南北宽约50km,构成一北东东走向、西宽东窄的复式背斜褶皱带。在其核部店坝至阳坝间,分布着一个与基性火山岩有关的层控黄铁矿型铜金矿带,其成矿特征的某些方面在国内有独特之处,故归纳总结,供研究参考。

碧口群及其时代归属

碧口群为一套巨厚碎屑岩夹火山岩且经

变质的绿片岩系,总厚度约20000m。依其火山喷发活动、沉积建造、含矿特征、区域总体构造形态等,从下而上分为:①阳坝组,以细碎屑岩为主夹基性火山岩。为黄铁矿型铜金矿的赋存层位,如阳坝铜矿坡铜金矿床;②白杨组,为碎屑岩夹中酸性火山岩。赋存有磁铁石英岩型铁矿层,如略阳鱼洞子铁矿床。③秧田组,以粗碎屑岩为主夹少量火山岩。从下而上总的表现为:碎屑岩,细屑减少,粗屑增加,火山岩,由多到少,从基性到中酸性的变化规律。



碧口群分布区地质略图

Z—震旦系, AnZbk₁—前震旦系碧口群秧田组, AnZbk₂—前震旦系碧口群白杨组, AnZbk₃—前震旦系碧口群阳坝组; δO_2 —晋宁期石英闪长岩; γ_4 —印支期花岗岩; 1—地质界线; 2—断裂; 3—黄铁矿型铜金矿点

碧口群的时代,长期以来,多有争议。

近几年来,由于在其周边的上覆层位,勉县—略阳间、文县临江及东峪口、青川县乔庄等地,先后发现了大量震旦纪藻类及微古植物化石^{[1]●●●}。且从岩性组合序列、含磷

- ① 王明加,对“陕西泥盆纪磷矿”成矿时代的商榷,1979年。
- ② 曹志霖等,“碧口群”研究的新进展,1981年。
- ③ 《西南地区区域地层表》(四川分册),第670页。

锰矿石建造等,均可与我国南方震旦系对比。故划归震旦纪确属无疑。其下部砂砾岩层的砾石成分,主要由下伏碧口群的岩石组成,且形态及结构构造又具冰碛性质。另从碧口群的总貌特征,和东部的西乡群,西南的通木梁群、黄水河群非常相似,可以对比^[2,4],加之局部地区同位素年龄证据^①,目前绝大多数人都趋向于把碧口群的时代划归前震旦纪。

含矿岩系

1. 沉积建造特征

含矿岩系位于阳坝组下部,属碧口群的最低层位。由海相细碎屑岩及微量碳酸盐岩夹基性火山岩,以及顺层侵入的基性、超基性岩体,共同组成了古蛇绿岩套^[3,5]^②。在具代表性的阳坝地区,从下而上分为4个岩段:

铜矿坡段 绢云石英千枚岩、凝灰质千枚岩、凝灰质砂岩夹细碧岩及细碧凝灰岩。夹含铜磁(赤)铁石英岩,铜矿坡铜金矿床产于此岩段中。厚1875~3125m。

铁炉沟段 上部细碧岩及细碧凝灰岩与绢云千枚岩互层,夹含铜金磁(赤)铁石英岩;下部以绢云石英千枚岩、凝灰质千枚岩、凝灰质砂岩为主,与细碧岩、细碧凝灰岩呈不稳定互层。细碧凝灰岩中产有含铜金黄铁矿矿体。厚500~2500m。

龙潭段 细碧岩及细碧凝灰岩与绢云千枚岩、凝灰质千枚岩互层,偶夹条带状大理岩。厚1000~2070m。

孟家坡段 厚层块状细碧岩及细碧凝灰岩,夹绢云石英千枚岩及凝灰质千枚岩。下部夹似层状白云石大理岩。厚>3000m。

总观含矿岩系,厚度超过1万m,沉积岩以硅泥质为主,反映该区早期沉陷较深;火山岩呈似层状,在地层中和沉积岩相间分布,其数量从下而上逐渐减少,说明为间歇喷发;从早到晚,强度渐趋减弱。火山

岩岩石化学成分:SiO₂普遍小于53%,Na₂O平均大于3%,K₂O普遍小于2%,主要属拉斑玄武岩系列,其来源幔源型为主。

2. 矿化特征

(1) 在区域分布上,受一定地层层位控制,纵向上处于火山喷发旋回的特定部位。目前已知铜金矿点,均限于含矿岩系上部的铁炉沟及铜矿坡两岩段中,为正常沉积岩夹多层基性火山岩,或正常沉积岩与基性火山岩呈交互韵律层组合,而且矿体均分布于细碧岩或细碧凝灰岩向千枚岩、凝灰质砂岩的过渡处,与围岩整合接触。反映早期大量强烈火山喷发之后,晚期少量频繁喷发之间隙,是铜金沉积的有利时期,火山岩或火山沉积岩向正常碎屑沉积岩的过渡,是铜金沉积的有利部位。

(2) 铜矿化与一定的磁(赤)铁石英岩密切相关。按矿物组合及所赋岩性,可分为含铜金磁(赤)铁石英岩及含铜金细碧凝灰岩两种类型,但二者往往在同一矿体中相互过渡;归根结底,均与磁(赤)铁石英岩有关。含矿岩系中,磁(赤)铁石英岩透镜体广泛存在,但含铜金者仅极少数。据甘肃106地质队研究^③,含矿的磁(赤)铁石英岩矿物成分以含碧玉为重要标志;岩石化学成分中贫Al₂O₃、MgO、CaO,而富Fe₂O₃(表1);微量元素以亲硫元素为主,其组合有Cu、Zn、Co、Mo、V,属Cu—Zn(Co)型;不含铜金者,以亲氧元素为主,其组合有Cu、Ni、Ti、Mn,属Cu—Mn(Ti)型(表2)。

由上述特征推断,含铜金磁(赤)铁石

① 赵统,对铜厂铁矿南地层作Rb-Sr全岩等时线年龄测定(>592±32Ma),1981年。

② 李裕能,甘肃文县范坝含铬基性—超基性岩及其矿化特征,1983年。

③ 杜元杰,甘肃铜矿坡铜矿床地质特征,1979年。

阳坝地区磁(赤)铁石英岩主要化学成分(%)表

表 1

岩石类型	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
含铜金磁(赤)铁石英岩	77.59	0.98	18.28	2.08	0.28	0.45	0.05	0.10
	74.85	1.24	12.54	5.80	0.28	1.57	0.15	0.10
不含铜金磁(赤)铁石英岩	76.56	4.90	5.29	3.10	1.29	2.74	0.10	0.10
	82.70	6.28	2.71	2.65	1.45	3.13	0.20	0.35

阳坝地区磁(赤)铁石英岩微量元素含量(%)表

表 2

岩石类型	样数	Cu	Pb	Zn	Ni	Co
含铜金磁(赤)铁石英岩	26	0.236	0.002	0.026	0.0016	0.0062
不含铜金磁(赤)铁石英岩	23	0.0111	0.0025	0.0085	0.0051	0.0027
岩石类型	Mo	Cr	V	Ti	Mn	In
含铜金磁(赤)铁石英岩	0.0016	<0.001	0.0096		0.0035	0.001
不含铜金磁(赤)铁石英岩	<0.0006	<0.001	0.0047	0.0713	0.5549	0.0007

英岩,来自火山喷发的碧玉状硅质物。在海底基性喷发的沉积环境中,当硅质溢出,沉积介质稍有改变,引起铜金的聚集。

(3) 矿点分段集中,成群分布。该矿带上已知铜金矿点20余处,集中分布于店坝、阳坝两地区,尤以阳坝一带最为集中,占已知黄铁矿型铜金矿点总数80%,而火山岩在整个含矿岩系中的分布,也是在该带相对比较集中,可见成矿与火山活动、火山构造密切相关。

阳坝地区铜金矿体长度与延深对比表

表 3

矿点名称	矿体号	走向长度(m)	倾向延深(m)	延深/长度
铜矿坡	I	262	约680	2.6
	II	129.5	340	2.63
铁炉沟	I	矿体 110, 外加矿化10	40~55, 深部仍见矿化	
	II-2	110~120	270	2.25
杜坝	G ₁	245	钻孔控制60, 未到底	
柯家河	G ₁	181	钻孔控制70, 无变化	

(4) 矿体总的为似层状、透镜状,倾向延深大于走向长度,是该带黄铁矿型铜金矿的一个突出特点(表3)。

结合区内火山岩沿走向剧烈相变的事实,说明当时在东西向的海槽盆地中,存在有近南北向的凹陷。同时也反映本区剥蚀程度相对较浅,矿体主要部分仍还保留。

(5) 矿石物质组成

① 矿物成分:主要金属矿物有磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿、赤铁矿、斑铜矿;主要脉石矿物有石英、绿泥石。按其矿化类型,可分为两种矿物组合:含铜金磁(赤)铁石英岩型,为磁铁矿—赤铁矿—黄铁矿—黄铜矿组合;含铜金细碧凝灰岩型,为黄铁矿—黄铜矿组合。

② 化学成分:为典型的铜金元素组合,铜含量普遍接近或大于1%,金一般0.5~1 g/t,且含一定量钴和银(表4)。铜矿坡铜金矿床矿石,经选矿试验,金、钴、银能在精铜矿中显著富集,便于回收,综合利用。单矿物分析,金钴主要赋存于黄铜矿中,银主要富集于斑铜矿中(表5)。从该类黄铁矿型

阳坝地区与国外含铜黄铁矿型矿床主要金属元素含量表

表 4

地 区	矿床(点)名称	Cu	Au*	Ag*	Co	Zn	Ag/Au	时 代	备 注
阳坝地区	铜矿坡	1.74	0.81	8.13	0.024	0.1	10	前震旦纪	Zn为个别样品
	杜 坝	0.97	0.505	7.4			9		
	柯家河	0.93	0.095	1.55		0.1	16		
塞浦路斯	斯科里奥蒂萨		0.33	2.02			6.1	白垩纪	高品位矿石 半氧化矿石
	马弗罗沃尼	4.2	0.025	0.25		0.4	10		
	马弗里迪亚	1.1	2.0	5.5		0.33	2.75		
	利姆尼	1.41	1.79	15.9			8.1		
土耳其	埃尔加尼—马登	10.02	1.4	21.9			15.6	第三纪	高品位矿石
	库 里	2.37	2.2	11.0		0.01	5	中生代	典型块状矿石
菲律宾	希克思巴	9.36	0.11	0.98			8.5	白垩纪—始新世	

* Au、Ag单位为g/t，其余为%。

铜矿坡单矿物金银结合含量表 表 5

矿 物	Au, g/t	Ag, g/t	Co, %
黄 铜 矿	6.5	23.3	0.157
磁 铁 矿	0.9	5.7	0.028
斑 铜 矿	2.9	286.0	0.01

矿床的元素组合和Ag/Au值看，与国外蛇绿岩套中的矿床类似。

(6) 矿石组构与主要矿物共生关系。矿石构造主要为浸染状、条带状，次为块状、脉状和角砾状等。主要结构为自形—他形粒状、交代溶蚀等。磁铁矿呈自形、半自形粒状，大部分与石英共生；赤铁矿主要为细粒状集合体，构成不规则脉状，少量呈尘状、显微粒状散布于石英晶体中；黄铁矿主要为半自形粒状集合体，与磁铁矿或黄铜矿等金属矿物共生；黄铜矿呈他形充填于磁铁矿或黄铁矿颗粒间。常见黄铜矿交代磁铁矿、黄铁矿，黄铁矿又交代磁铁矿等现象。主要金属矿物生成顺序为：磁（赤）铁矿—黄铁矿—黄铜矿。

矿石的条带状构造，某种程度上反映了沉积环境，条带状黄铁矿、黄铜矿，应为原生沉积之物。矿石明显的交代结构，矿物颗粒的自形程度及其生成顺序，说明在后期变

质作用过程中，含铁火山硅质岩，硅铁熔体分离结晶，磁铁矿形成，部分黄铁矿、黄铜矿是经熔体充填交代的结果。

(7) 围岩蚀变 主要为区域性的绿泥石化、绿帘石化、纤闪石化。近矿围岩蚀变不明显，仅见硅化、绿泥石化。矿体本身，特别是含铜金磁（赤）铁石英岩中，常见含铜绿泥石—石英脉及石英脉穿插，但均未穿出矿体，表现了变质热液“就地取材”的形成特点。

(8) 在阳坝地区各主要铜金矿体上，共采硫稳定同位素样6件，其中黄铁矿4件， δS^{34} 值为2.45~3.61‰；黄铜矿2件， δS^{34} 值分别为1.24‰及-3.5‰。变化范围较窄，且为正值，说明硫源主要来自地幔，和一般黄铁矿型矿床一致。呈负值的黄铜矿样品，采自不规则石英脉发育处，反映矿床的后期改造性质。

(9) 后期动力作用的强烈改造，一方面表现为矿体本身的“透镜化”，膨胀紧缩，尖灭再现。如铜矿坡铜金矿床最大的I号矿体，实际上是由若干个透镜体组成，厚度变化系数为134%。各透镜体之间，有间断或重叠，略成右行雁行斜列，说明矿体受后期反时针方向压扭作用的强烈影响。另一方面矿体所赋岩石，都不同程度地具压碎现象，

矿物颗粒长轴方向平行岩石片理,反映区域岩石受挤压应力的作用。

成因探讨

综上所述,成矿与火山活动密切相关,受一定地层层位控制,与围岩整合产出,和特定的岩石组合有关,矿石具条带状构造等,这说明它是由火山喷发沉积形成的。但从矿石具有一些交代结构,脉状、角砾状构造,以及矿体的“透镜化”等,反映成矿后的改造性质,故应属变质(热液)改造的火

山喷发沉积矿床。

文中所用资料,除笔者野外实际搜集外,主要来自甘肃有色公司106队,甘肃地矿局7队、5队,陕西地矿局8队,在此深表谢忱!

主要参考文献

- [1] 秦锋等,地质学报,1979,第1期
- [2] 刘益康,地质与勘探,1981,第3期
- [3] 冯本智等,长春地质学院学报,1979,第3期
- [4] 耿树方,中国地质,1986,第11期
- [5] 陶洪祥等,西安地质学院学报,1986,第3期

Some Basic Features of the Stratabound Pyrite Type

Cu-Au-deposit in the Precambrian Bikou Group

Zhao Shengwu

The pyrite type Cu-Au-deposit is located in the ophiolite suite of the Precambrian Bikou Group. Ore bodies, being controlled by a stratigraphic horizon, concentrated in segmentation and distributed in crowds, occur in a position of transition from basic volcanic rocks and their tuff towards the sedimentary clastic rocks. They are closely related with the lenticular jasper-bearing magnetite (hematite) quartzite and lie in conformity with host rocks, with their depth extents along the dip larger than their strike lengths respectively. The ores chiefly contain copper and gold as well as cobalt and silver (in small quantities), also associated with a trace amount of zinc.

可变径扩底灌注桩施工的新钻具 ——YGK系列大口径扩底钻具

当前,随着大型建筑工程施工任务的日益增多,大口径扩底桩钻进技术越来越受到重视。为使建筑物的基腿穿过浅部软土,扎根于坚实的土层之中,采用大口径扩底桩基具有明显的优越性。这种桩基可以代替现用的大口径圆柱桩基。它不仅承受很高的垂直载荷,有利于调整差异沉降,而且可以提高建筑物的抗震和抗水平推力的能力,同时节省注浆材料和劳动工时。

为改变当前靠机械钻孔(冲孔)打大直径桩基、大直径扩底桩基和人工扩孔底的现状,我所研制出YGK系列大口径扩底钻具。它是一种与回转式钻井设备配套的机具,主要用于塑性粘土层、粘土质砂土层、强风化层等软基础处理工程中钻扩孔底,以形成扩底灌注桩基。

YGK系列可变径大口径扩底钻具的扩孔原理是:在已完成的圆柱垂直孔中下入钻具,并将其静盘支撑于孔底,在缓慢转动中依靠钻具自重和施加于钻具的轴向载荷,使三个扩孔翼撑开并刻取土层,以达到扩大底径的目的。被剥离下的土块和残渣随泥浆一起排出孔外。在YGK系列可变径大口径扩底钻具的结构中,采用了可改变行程的新机构,使一种规格的钻具可钻扩直径1600~2800mm的钻孔,以适应工程施工的需要。钻具可分为1m、1.2m和1.5m以上不同系列,各系列中的大部分部件可互换。同时,主要机件采用结构件,从而避免了铸造上的缺陷,又减轻了部件重量,便于现场维修。

(冶金部第一地质勘探公司探矿所 黄成富)