

某黄铁矿型多金属矿的成矿成晕模式

魏富有

(四川省冶金地质勘探公司 605 队)

概 况

工作区位于龙门山褶皱带北段的槽子沟、毛坝子、大坪河一带。区内出露元古代刘家坪组海底火山喷发的细碧角斑岩，寒武纪邱家组浅海相碎屑沉积物。岩浆岩以斜长花岗岩为主。黄铁矿型铜铅锌多金属矿体，呈不规则状或透镜状，产于次生石英岩化石英角斑岩与石英角斑凝灰岩接触带的含锰夕卡岩中。上部见锰夕卡岩和铁锰帽；块状铜铅锌多金属矿居中；下部是以铅锌为主的浸染状多金属矿。主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿，脉石矿物有石英、绿

泥石、萤石和重晶石。矿物穿插关系表明，其生成顺序为：早期黄铁矿→方铅矿、黄铜矿→闪锌矿→后期黄铁矿。 δS^{34} 变化范围为+6.2~+10‰，具火山热液型矿床的硫同位素特征。共生的黄铁矿、方铅矿测温确定其成矿温度为312~367℃。

围岩蚀变主要有黄铁矿化、强硅化、铁锰矿化、锰夕卡岩化、绿泥石化、萤石化和重晶石化、黄铁矿化次生石英岩是成矿前的蚀变产物，发生在火山热液早期，呈面状分布，是多金属矿化的地质背景；铁锰矿化多出现在石英角斑凝灰岩与其他岩层的交界处；后期的气液作用形成锰夕卡岩，风化后呈铁锰帽，是

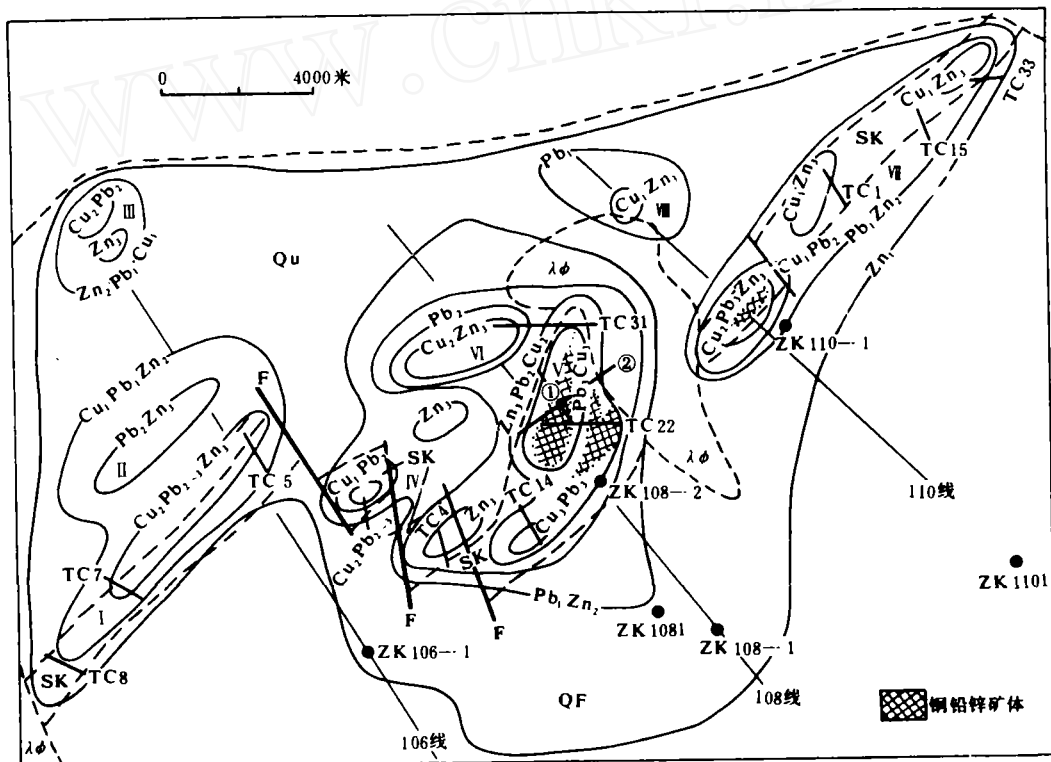


图1 槽子沟矿区原生晕异常平面图

QF—石英角斑凝灰岩；Qu—黄铁矿化次生石英岩；SK—锰夕卡岩和铁锰帽；γ—花岗岩；λφ—钠长斑岩；I~Ⅶ—异常编号；Cu₁Pb₁—80ppm；Cu₂Pb₂—150ppm；Cu₃Pb₃—300ppm；Zn₁—150ppm；Zn₂—300ppm；Zn₃—1000ppm

含矿带的找矿标志,并控制着矿化的规模和范围,绿泥石化、萤石化和重晶石化是多金属矿的近矿围岩蚀变。

原生晕的空间发育特征

(一) 地表原生晕特征

地表Cu, Pb, Zn原生晕异常呈北东向断续分布,与锰夕卡岩和铁锰帽的展布方向基本一致(图1)。异常以槽子沟108线为中心,东部有火成岩侵入,西部被断裂破坏,将异常分为三段。中部地形切割厉害,

部分块状铜铅锌矿及下部浸染状铅锌矿体已出露地表,故异常强度高、范围大。东西两部分异常多由隐伏矿体引起,其强度和范围比中部小。就单个异常(I~Ⅷ)而论,其均匀性和连续性都较好,异常中心明显。由于各异常位于不同的地质体中,除主要异常元素(Cu, Pb, Zn)强度有差异外,各异常的元素组合也略有不同(表1)。

(二) 成矿成晕元素的垂向分带特征

通过对比出露矿体、探槽和钻孔原生晕资料,归纳出成矿成晕元素的垂向分布特征(表2)。

矿区原生晕特征一览表

表1

异常编号	元素组合及主要异常元素强度	地质特征
I	Cu ₂ , Pb ₂₋₃ , Zn ₃ , Ag, Ba, Mo	地表为锰夕卡岩、铁锰帽,下部见矿
IV	Cu ₂₋₃ , Pb ₂₋₃ , Zn ₃ , Ag, Ba, Mo	地表见锰夕卡岩和铁锰帽
V	Cu ₁ , Pb ₁ , Zn ₁ , Ag, Ba, Mo	见块状和浸染状矿
Ⅶ	Cu ₁ , Pb ₂ , Zn ₃ , Ag, Ba	见锰夕卡岩和铁锰帽
II	Cu ₁ , Pb ₂ , Zn ₃ , Ag, Ba	含锰夕卡岩与次生石英岩接触带
VI	Cu ₂ , Pb ₂ , Zn ₃ , Ag, Ba, Mo	地表同II,深部见以铅锌为主的多金属矿体
III	Cu ₂ , Pb ₂ , Zn ₃ , Ag, Ba, Mo	火山岩与花岗岩接触破碎带
Ⅷ	Cu ₁ , Pb ₂ , Zn ₂ , Ag	火山岩与花岗岩接触破碎带

注: Cu, Pb的1、2、3级含量分别为30、100、500 ppm, Zn的1、2、3级含量分别为200、500、1000 ppm。

成矿成晕元素含量(ppm)垂向变化趋势

表2

位置	工程	样数	Cu	Pb	Zn	Ag	Ba	As	Mn	Mo	Zn/(Cu+Pb)	Ba/(Cu+Pb+Zn)
锰夕卡岩、铁锰帽 (块矿上部)	Tc 33	7	33	49	2067	0.4	5500	60	5667	0.9	25	2.6
	Tc 1	8	9	52	588	0.2	725	94	2938	2	10	1.1
	Tc 15	5	34	26	2430	0.5	5600	60	5700	1	40	2.2
	Tc 4	5	38	26	1100	0.9	4400	70	9000	3	17	3.7
	Tc 14	8	35	45	850	2.9	3125	106	8750	6	11	3.3
	Tc 5	10	34	144	820	1.9	3750	70	3470	3	5	3.7
	Tc 7	5	16	30	550	0.6	2000	100	8600	2	12	3.4
	Tc 8	4	10	28	400	0.8	1625	150	10000	2	11	3.7
铜铅锌矿体 (块矿)	剖 ①	4	3287	3825	5500	10	6125	262	5450	7	1	0.5
	剖 ②	5	5250	5400	6250	5.3	7000	50	6750	100	1	0.4
	Tc 22	10	2199	2455	3980	4.0	4400	95	4240	25	1	0.5
	Tc 31东	6	1800	2783	5667	4.6	3166	126	2333	3	1	0.3
	ZK1081上	6	1109	3689	4969	6.6	5000	86	8857	6	1	0.5
细脉浸染矿 (块矿下部)	Tc 31西	5	1800	200	3800	0.8	800	86	1900	0.5	2	0.1
	ZK 1081下	5	3825	4250	5750	6	2000	125	1950	3	1	0.2

由表2可见,矿上部的铁锰帽和锰夕卡岩,以含Cu, Pb较低、Zn, Ba高为特征;中部块状铜铅锌矿体中Cu, Pb, Zn, Ag, Ba, As, Mn, Mo

含量都较高;下部细脉浸染状铅锌矿则以Mn, Ba含量低为特征。如将上述三部分分别作为矿床上部晕、矿床晕和矿床下部晕,其特征指标是:矿床上部晕

Cu, Pb: 100 ppm, Zn/(Cu+Pb) > 10, Ba/(Cu+Pb+Zn) 1; 矿床晕Cu, Pb, Zn, Ag, Ba, As, Mn, Mo 含量高, Zn/(Cu+Pb) < 1, Ba/(Cu+Pb+Zn) 0.3~0.8; 矿床下部晕Ba, Mn 含量在 1000~2000ppm; Zn/(Cu+Pb) = 1~2, Ba/(Cu+Pb+Zn) = 0.1~0.2。对于单个矿体的头部、中部和尾部晕特征, 因工程揭露不充分, 有待

今后总结。

成矿成晕模式及铁锰帽评价

(一) 成矿成晕模式的探讨

根据矿物组合、蚀变分带和地表物化探异常特征, 试将矿床的形成过程归纳为如下几个阶段。成矿成晕模式见图2。

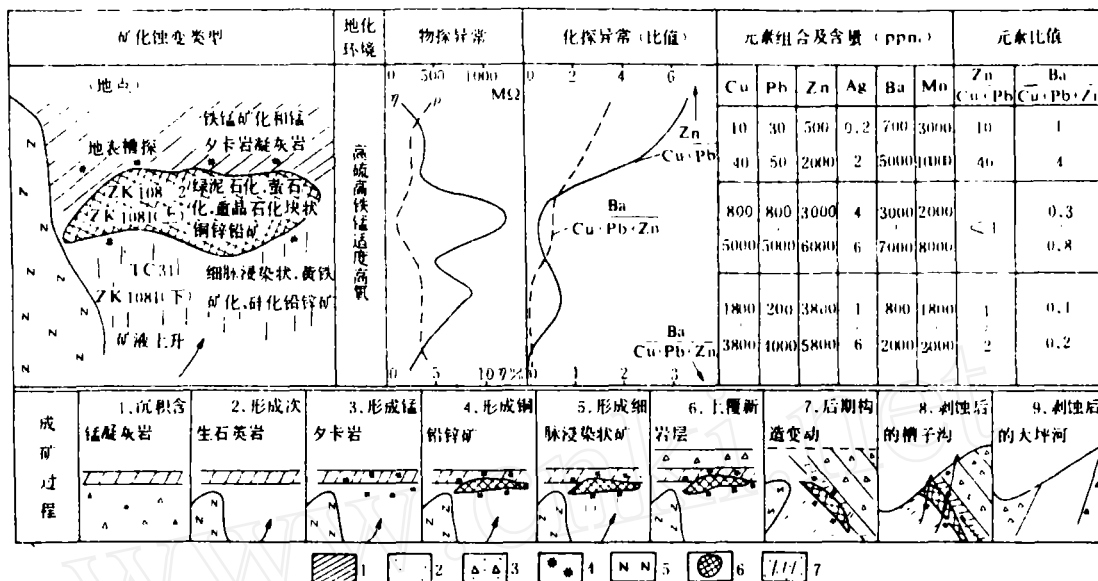


图2 槽子沟黄铁矿型多金属矿床成矿成晕模式

1—含锰凝灰岩; 2—一次生石英岩; 3—石英角斑岩; 4—锰夕卡岩; 5—钠长斑岩;
6—块状铜铅锌矿; 7—细脉浸染状铅锌矿

1. 海底火山喷发的后期, 在细碧角斑岩上面沉积了一层凝灰岩, 局部有铁锰富集。

2. 在火山喷发逐渐减弱过程中, 有次火山相的钠长斑岩侵入, 并伴有富含硫的酸性火山气液沿构造软弱带进入火山岩中, 使之产生大面积黄铁矿化和次生石英岩化。这些蚀变作用为成矿作用的前导。

3. 后期的成矿气液活动使部分富铁锰的凝灰岩形成锰夕卡岩, 其中含大量铁锰石榴石、蔷薇辉石、绿帘石等含铁锰高的矿物, 而钙铝石榴石、硅灰石、阳起石和磁铁矿、赤铁矿极少。推测这一阶段为低氧高铁锰环境, 有利于内生多金属硫化物矿的形成, 因此, 锰夕卡岩的发育程度可作为多金属矿化强度的标志。

4. 随时间推移和温度的降低, 成矿热液变为碱性, 在高硫、富铁锰、适度富氧的条件下, 热液沿破碎带和较疏松的夕卡岩充填交代, 形成多金属块状硫化物矿。伴随的绿泥石化、萤石化和重晶石化等蚀变, 可

作为直接找矿标志。

与此同时, 在热液通道的下部, 沿破碎裂隙带形成以铅锌为主的细脉浸染状多金属矿。

5. 在火山活动成矿作用旋回之后, 又发生了一个喷发旋回, 在矿体上部沉积了一层新的喷发物, 所以该矿床的上盘晕要比下盘晕弱。

6. 矿床形成后又经历了构造运动和风华剥蚀。剥蚀较深的槽子沟出露了块状矿和细脉浸染状矿; 剥蚀最深的大坪河一带仅出现细脉浸染状多金属矿; 地势较高的部位多见锰夕卡岩和铁锰矿化。

(二) 部分异常和铁锰帽的评价验证

黄铁矿型多金属硫化物矿体上方, 激电和低电阻异常都很清晰, 块状和细脉浸染状矿上激电异常特别高。矿体垂向的不同部位, 元素组合和异常强度有差异, 元素比值各具特征值。根据地表所获物化探异常特征, 对本区部分异常和铁锰帽作了初步评价和验证。

1. 矿区西段 I、II 号异常, 地表铁锰帽发育, 有激电异常显示。化探出现多元素组合异常, 其强度仅次于出露的地表矿, $Ba/(Cu+Pb+Zn) = 2 \sim 4$, 与矿上部晕相似, $Zn/(Cu+Pb) = 3.4 \sim 3.7$, 近于矿床晕的特征值。经初步检查, 局部铁帽中多金属含量已达工业品位, 可以圈出矿体。

2. 在矿区东侧的毛坝子, 铁锰帽发育, 化探多元素异常的特征值为: $Cu 50 \sim 60$, $Pb 30 \sim 80$, $Zn 1000 \sim 3000$, $Ag 1 \sim 5$, $Ba 5000 \sim 10000$, $Mo 9 \sim 10$,

$Mn 1000 \sim 10000$, $As 50 \sim 70 ppm$, $Ba/(Cu+Pb+Zn) = 2 \sim 4$, $Zn/(Cu+Pb) = 10 \sim 30$, 具有矿上部晕的特征, 预测深部有矿, 经验证为侧火山管道成矿。

3. 矿区南部的大坪河异常, 地表黄铁矿化、次生石英岩化发育, 有较强的激发电位异常, $Ba/(Cu+Pb+Zn) = 0.1 \sim 0.2$, $Zn/(Cu+Pb) = 1 \sim 2$, 属矿床下部晕特征, 预测矿体剥蚀程度较深。经检查, 仅发现两处细脉浸染状铜铅锌多金属矿化, 其中黑林沟矿化强度较大。

壤中吸附相态汞测量影响因素的初步探讨

栾继深 赵友方 姚锦琪 顾祖伟

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

壤中吸附相态汞测量, 是近几年发展起来的一种化探新方法。该方法在常规化探找矿效果不佳的厚层基岩覆盖区和厚层运积物覆盖区, 已显示出较好的找矿效果, 许多研究者已作过报道。实践表明, 该方法的影响因素虽比壤中气汞测量要少, 但仍不可忽视, 否则会影响找矿效果。近几年来, 我们对壤中吸附相态汞(简称壤中汞)测量方法的影响因素作了探讨, 在识别和消除部分干扰因素、正确评价壤中汞量异常方面做了一些尝试, 取得了点滴经验, 现简介如下。

(一) 地质影响因素

1. 矿床类型和矿种因素: 汞在各类金属矿床和单矿物中的含量远高于各类岩石中的丰度。低温热液矿床及表生氧化矿床的含汞量高于高温热液矿床; 硫化物矿床的含汞量高于非硫化物矿床。汞在不同类型矿床和矿种中的汞量差异, 导致壤中汞量异常发育程度的差异。如安徽马山中低温热液硫金矿床, 壤中汞量异常强度高, 峰值达 96 ppb; 而广西大厂高温锡石硫化物矿床, 壤中汞量异常峰值仅 5 ppb。虽然二者异常强度差异很大, 但都能清晰地反映出盲矿体的赋存部位。非硫化物矿床能否形成壤中汞量异常, 则取决于矿石矿物中是否有含汞的矿物, 特别是含汞的硫化物。如安徽白象山高温气液交代层控铁矿床中, 磁铁矿含汞量极微, 壤中汞量均小于 1 ppb, 矿体上方基

本无汞异常显示; 吉林大栗子沉积变质类型铁矿床, 矿石中伴生大量黄铁矿、方铅矿和闪锌矿等硫化物, 故壤中汞量浓度平均值达 50.8 ppb, 矿体上方壤中汞量异常清晰。

2. 岩性因素: 许多研究资料表明, 汞在各种地质体中的含量差异很大, 炭质和沥清质沉积岩、角页岩、片岩含汞较高, 超基性岩和碱性岩含汞也较高。因此, 在工作中要特别注意因岩性含汞量不同而形成的壤中汞量干扰异常。如铜陵地区龙潭组(P_{2l})和孤峰组(P_{1g})炭质页岩、板岩或煤层的风化产物, 常出现壤中汞量干扰异常。代家冲 III 号异常, 宣城新田磁异常地段的汞量异常, 都属于这类干扰异常; 凤凰山 1 线也有较高的壤中汞量异常(图 1)。评价时发现汞量随岩性变化而变化。炭质页岩形成的土壤中, 汞量在 12 ppb 左右, 而灰岩形成的土壤中, 汞量只有 4 ppb 左右。故认为该异常是由炭质页岩引起的非矿异常, 经 CK 101 孔验证, 与预测结果一致。

对于不同岩性成壤所造成的壤中汞量干扰异常, 可采用分别统计背景值和异常下限的方法加以消除。

3. 构造因素: 试验表明, Hg^0 和 $HgCl$ 主要沿断裂破碎带迁移, 在一个矿田中, 构造裂隙发育处, 往往壤中吸附相态汞异常亦发育。但在同一断裂带上, 赋矿地段异常强度和宽度要比无矿地段大。另外, 矿