

中国东部次火山岩型铜银多金属矿床找矿评价标志

耿文辉^{1,2}, 饶玉学², 姚金炎²

(1. 成都理工大学, 成都 610059; 2. 桂林矿产地质研究院, 桂林 541004)

[摘要] 次火山岩型铜银多金属矿床是我国东部中生代火山岩区重要的矿床类型, 次火山岩发育地区是寻找该类矿床的有利地区, 硅化、绢云母化、冰长石化等是重要的找矿标志, 化探是寻找该类矿床较有效的方法。

[关键词] 铜银矿床 评价标志 中国东部

[中图分类号] P618.41; P618.52 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2004)03-0001-04

通过耿文辉^[1,4]、姚金炎^[2], 耿文辉、王滋平^[3]等的研究, 认为我国东部中生代陆相火山岩区中的大部分铜银多金属矿床属于次火山岩型矿床, 他们具有相类似的成矿环境与成矿条件, 产于火山岩区, 成矿与火山机构、次火山岩浆侵位及隐爆关系十分密切。本文从地质、地球物理、地球化学等方面探讨该类型矿床的找矿评价标志。

1 矿床地质评价标志

1.1 次火山岩评价标志

1) 次火山岩的岩性是次火山岩型矿床的一个很重要的评价标志。一般说来, 成矿与酸性次火山岩有关的矿床往往形成银铅锌矿床, 岩性多为次花岗岩、次石英斑岩、次霏细斑岩、次石英霏细斑岩、次流纹斑岩等。成矿与中酸性—中性次火山岩有关的矿床往往形成铜金或铜矿床, 岩性多为次英安玢岩、次英安岩、次石英闪长玢岩、次闪长玢岩、次斜长斑岩、次斜长花岗斑岩等, 我国东部中生代次火山岩型矿床主岩岩石化学成分特征(表1)表明了这一现象。

2) 次火山岩体或岩脉发育程度常常是预示大中型矿床存在的一个重要标志。某一矿床中次火山岩发育程度可从3个方面来衡量。第一个方面是次火山岩种类, 如果在同一成矿时间内次火山岩的种类多, 则往往形成大中型矿床。次火山岩的种类多表明次火山岩岩浆分异演化好, 有利于矿质的浸出和富集。例如内蒙古林西县大井铜银多金属矿床,

区内次火山岩种类繁多, 有次安山玢岩、次英安玢岩、次霏细斑岩(或流纹斑岩); 内蒙古突泉县闹牛山铜矿区有次斜长石英斑岩、次花岗斑岩、次长石斑岩、次煌斑岩及辉绿石; 浙江天台县大岭口银多金属矿区有次石英斑岩、次流纹斑岩、珍珠斑岩、次霏细斑岩、闪长玢岩等。

第二个方面, 从成岩期次上讲, 在同一成矿时间内如果次火山岩是多期次形成的, 则伴随的矿化也是多期次性的, 并叠加形成大中型矿床。例如: 江西银山多金属矿中的次石英斑岩、次英安玢岩、次安山玢岩分别是3个期次形成, 每期都伴随着矿化并叠加; 福建紫金山铜金矿区, 与成矿有关的次英安玢岩、次石英斑岩也可划分4次, 而且最强烈的主金属矿化时间是与矿区次火山岩最发育的期次相伴生。

第三个方面次火山岩岩脉和岩株分布程度。次火山岩岩脉和岩株分布集中, 在一个构造空间中有多个岩脉和小岩株产出的地区或地段是形成大中型矿床的有利地区, 往往在此一个构造空间中形成的单一矿体即可达大中型矿床规模。浙江天台县大岭口银多金属矿、内蒙古东部甲乌拉银多金属矿的主矿体均产于该构造空间中。

因此, 次火山岩种类多, 期次多, 岩浆演化好, 构造空间开放的地区或地段, 成矿作用表现为多期次、多种矿化叠加, 易形成大中型次火山岩矿床。反之, 次火山岩不发育的地区, 次火山岩类简单的地段, 往往矿床规模较小, 常为单一矿体。

[收稿日期] 2003-08-14; **[修订日期]** 2003-10-08; **[责任编辑]** 曲丽莉。

[第一作者简介] 耿文辉(1956年-), 男, 1978年毕业于中南矿冶学院地质系, 获博士学位, 教授级高级工程师, 现主要从事次火山岩型金银铜矿床地质地球化学和找矿方法研究工作。

表 1 与铜银多金属矿床有关的火山一次火山岩岩石化学成分

类型	区域	矿床	成(含)矿岩石	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	ω _B /%
									$\frac{K_2O}{Na_2O}$
铜多金属	大兴安岭	莲花山	霏细斜长花岗斑岩(2)	69.94	14.85	1.81	3.50	4.54	0.77
		布敦化	黑云母花岗闪长玢岩(1)	64.18	15.48	3.72	2.78	4.22	0.66
		大井	次英安玢岩(30)	67.39	15.03	2.13	3.09	3.07	1.01
	东南沿海	东坞山	次花岗斜长斑岩(4)	68.99	16.59	3.61	2.44	1.59	1.53
			花岗闪长玢岩(1)	64.02	16.49	1.11	3.72	0.11	33.8
			次英安玢岩(4)	65.66	13.77	2.05	4.15	0.63	6.59
			次流纹英安玢岩(5)	67.28	13.86	0.38	4.28	0.10	42.8
			次英安玢岩(4)	64.80	15.30	0.50	5.33	0.93	5.73
		紫金山	次英安玢岩(3)	69.09	16.62	0.42	4.54	1.35	3.36
			英安岩(1)	61.70	15.78	4.45	3.50	2.67	1.31
银多金属	大兴安岭	甲乌拉	斜长花岗斑岩(2)	73.01	13.05	0.97	3.85	3.41	1.13
			次石英斑岩(1)	80.40	11.25	0.70	3.57	0.06	5.95
			次石英斜长斑岩(1)	67.03	14.40	2.08	2.46	5.08	0.48
			次石英正长斑岩(2)	67.51	15.16	1.39	5.90	3.41	1.73
		查干布拉根	次花岗斑岩(2)	73.49	12.87	1.04	4.74	0.17	27.8
			流纹岩(2)	73.37	12.86	0.91	2.56	4.78	0.53
	东南沿海	大岭口	次霏细斑岩(2)	75.10	13.42	0.14	5.39	1.46	3.69
			次流纹斑岩(2)	74.35	13.38	0.36	0.85	3.17	1.84
			次石英斑岩(1)	78.96	11.49	0.29	5.37	0.23	23.3

注:括号内数字为样品数,氧化物比值无量单位。

1.2 区域构造和火山构造评价标志

控制次火山岩型矿床、矿体定位的主要构造有:主干断裂附近的次级张性、张扭性断裂破碎带,火山口及火山颈,与火山机构有关的放射性、环状断裂(图1)。在火山机构与区域构造叠加的部位,代表火山岩浆长期活动的中心地带,是岩浆地热系统活跃的场所,常有大中型矿床产出。多种类型、多期次构造的叠加,有利于成为良好的储矿空间和赋矿部位。次火山岩(岩脉)与围岩的内、外接触带部位,尤其是隐爆角砾岩体(脉、带)与断裂带的叠加复合部位是成矿最有利的空间位置,浙江大岭口银多金属矿床就是产于漏斗状火山口的隐爆角砾岩中(图2)。隐爆热液角砾岩的形成代表成矿早期有极强的气液作用,它有利于成矿溶液的分异,促进成矿溶液物理化学条件的改变,致使成矿物质的迁移和沉积。

1.3 矿化围岩蚀变评价标志

1.3.1 次火山岩型矿床矿化围岩蚀变专属性

1) Ag 多金属矿床有关的围岩蚀变为:

强硅化,包括硅化帽、次生石英岩、石英脉,是最普遍的蚀变,东南沿海火山岩带的次火山岩型矿床常常有蛋白石化、玉髓化。与硅化伴生有黄铁矿化、绢云母化。青磐岩化较普遍,常分布在矿体边部和底部。

含锰碳酸盐矿物蚀变和碳酸盐化,在矿化带或矿体脉石矿物中常有菱锰矿、含锰碳酸盐等矿物产出。少数矿区有蔷薇辉石、锰铝榴石等矿物产出。它们在地表氧化形成极为醒目的铁、锰帽,是寻找银

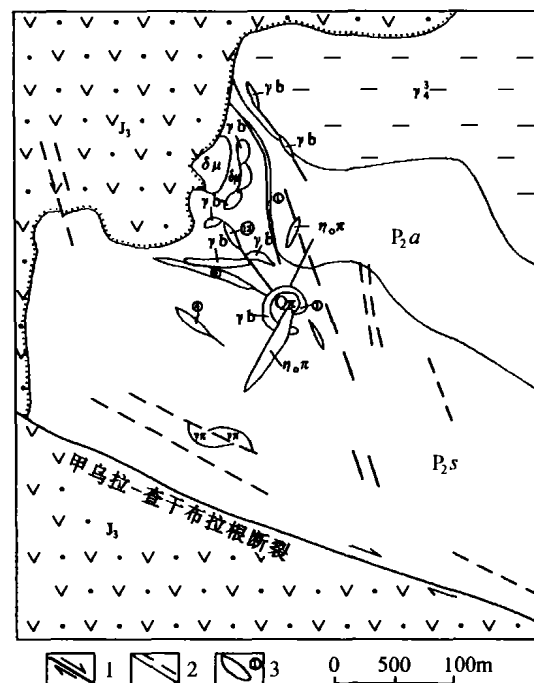


图 1 内蒙古东部甲乌拉矿区地质简图

(据黑龙江有色地勘局 706 队资料修改)

J₃—侏罗系上统酸性火山岩;P₂S—二叠系上统砂板岩、砂砾岩;
P₂a—二叠系上统安山岩;η₀π—石英二长斑岩;γπ—花岗斑岩;
Qπ—石英斑岩;γb—长石斑岩;δμ—闪长玢岩;γ₄—海西期斜长
花岗岩;1—平移剪切断层;2—实测与推测断层;3—矿脉及编号

矿床的重要标志。

萤石化、水白云母—伊利石(叶腊石)化亦常为某些火山岩银多金属矿床重要蚀变标志。

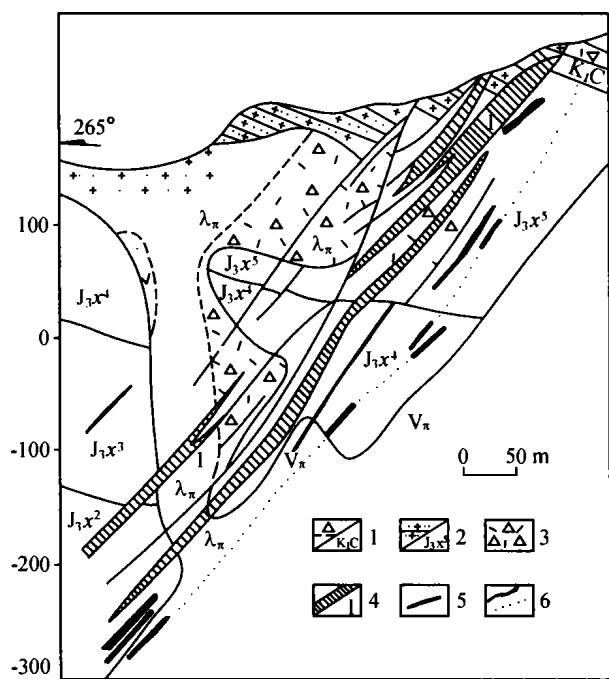


图2 大岭口矿区5线地质剖面图

1—晶屑凝灰岩、沉火山角砾岩;2—凝灰岩、凝灰质砂岩、砂岩;
 J_3x^4 —集块岩、角砾凝灰岩; J_3x^3 —凝灰岩、熔凝灰岩、沉凝灰岩;
 J_3x^2 —沉凝灰岩、沉火山角砾岩; $\lambda\pi$ —流纹斑岩; $v\pi$ —霏细斑岩;
 3—隐爆角砾岩;4—矿体及编号;5—断层;6—实测、推测地质界线

2) Cu (Au) 矿床有关的围岩蚀变有:

硅化,个别矿床有硅化帽,与金成矿有关的硅化其石英常为烟灰色、灰色。

黄铁绢英岩化,是铜(金)矿床最重要、最常见的一种成矿围岩蚀变,可分为“面型”蚀变与“线型”蚀变两类。面型蚀变范围较大,为成矿前的蚀变,线型蚀变则为主要成矿阶段的蚀变,一般叠加于面型蚀变上,常分布于矿化带、矿脉两侧。例如紫金山深部铜矿床的围岩蚀变即为此类。

电气石化、角闪石化—阳起石化,也是较为重要的一种成矿围岩蚀变。在内蒙古东部的莲花山铜矿、闹牛山铜矿,电气石、角闪石—阳起石等产于成矿的隐爆角砾岩中,呈胶结物形式出现,与铜矿物密切伴生。

明矾石化,最典型的矿床是紫金山铜金矿,成矿期前“面型”蚀变明矾石呈均匀浸染状;成矿期的浅红色明矾石呈不规则线状产于铜矿脉两侧,铜矿化与该期蚀变密切伴生。以金为主的某些矿床有冰长石化。

由上看出,次火山岩型矿床矿化围岩蚀变专属性表现为:铜金矿化围岩蚀变主要是硅化、黄铁绢英岩化、明矾石化,其次是电气石化、阳起石(角闪石)化;银多金属矿化围岩蚀变主要是硅化、黄铁矿化、

绢云母化、含锰碳酸盐化、碳酸盐—绿泥石化(青磐岩化)等围岩蚀变。

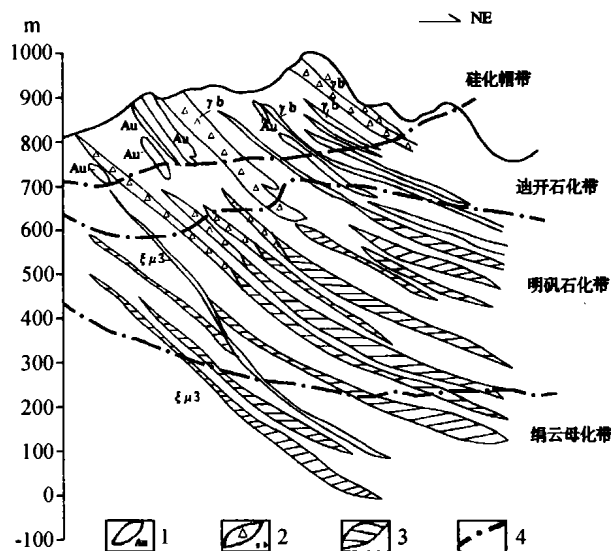


图3 福建紫金山铜金矿床蚀变分带示意图

1—金矿体;2—隐爆热液角砾岩;3—铜矿体;4—蚀变分带界线;
 $\xi\mu^2$ —次安山玢岩

1.3.2 次火山岩型矿床矿化围岩蚀变分带性

次火山岩型矿床围岩蚀变常具有分带性,并与矿化分带有一定对应关系。以福建紫金山铜金矿床为代表的铜金多金属矿床其分带性:垂向上表现出(图3)上部强硅化带(硅帽 Au 矿化),中部石英—地开石—明矾石化带(Au、Cu 矿化),深部石英—绢云母化带(Cu 矿化)。

以内蒙古东部甲乌拉银多金属矿为代表的银多金属矿床,其蚀变分带为:上部水白云母—伊利石化;中部硅化、绢云母化、碳酸盐化、萤石化;下部:青磐岩化(绿泥石—绿帘石化)。银多金属矿主体与硅化、绢云母化带有十分密切关系。浙江大岭口银多金属矿床也有类似蚀变分带。

次火山岩型矿床金属矿化分带的特征表现为:铜金多金属矿床由浅到深部一般为 Au—Au、Cu—Cu 的分带。银铅锌多金属矿床由浅到深为:Ag (Pb、Zn)—Pb、Zn、Ag—Pb、Zn (Cu) 的分带。

2 次火山岩型矿床区域地球物理标志

已知次火山岩矿床就位的地球物理背景场特征如下:①在布格异常图上,矿床多分布在重力场局部升高或异常等值线发生扭曲和变宽部位。一般说,延伸长度大,梯度陡,等值线平直密集的梯度带上,没有中型以上矿床。②重、磁同正,以明显孤立局部场为依托,矿床多产在局部正布格重力异常和区域正磁场异常的边部场值低缓部位。重、磁正局部场可能是次火山岩体深部岩浆库或矿源中心的反

映,矿液沿着火山机构和次火山岩体周边断裂构造或接触带上侵就位形成矿床。

3 地球化学异常评价标志

地球化学异常(分散流、次生晕、重砂)是找矿评价的一个重要标志。找矿实践也证明化探方法是最为有效的普查评价方法之一。近 20 年来一些大中型 Au、Ag 矿,都是由区域化探的扫面,地面异常检查而发现的。在不同的自然地理景观条件下,用次生晕或分散流,结合重砂异常,可为找矿提供靶区。内蒙古东部甲乌拉大型银多金属矿床就是通过土壤地球化学测量方法圈定异常,通过评价验证而发现。甲乌拉地区属半干旱低山丘陵草原区,浮土掩盖厚,水系不发育,沟谷宽缓,风成物质在地势平坦处广泛覆盖。用 1:5 万土壤地球化学测量方法,以半定量分析结果圈定出 Ag、Pb、Zn、Cu、Mo 组合异常。通过异常检查和浅部工程探查,表明组合异常反映了脉状银铅锌矿床地表异常晕的特征,从而发现了甲乌拉及其周边的查干布拉根两个大型银多金属矿床,取得了十分有效的找矿效果。

福建紫金山铜金矿床发现也与 1:20 万水系沉积物测量和 1:1 万土壤测量成果有关。在紫金山地区发现显著的 Au、Cu、Pb、Ag、Sn、Mo 等地球化学异常,面积达几十平方千米,异常强度 Cu 100×10^{-6} ~ 150×10^{-6} ,最高 300×10^{-6} ,Au 10×10^{-6} ~ 100×10^{-6} ,最高 635.5×10^{-6} 。元素异常值为区域背景值几倍至几十倍。异常基本围绕紫金山复式岩体分布,浓集中心明显,多种异常互相重叠,Cu、Au 异常分布范围大致反映了铜金矿田的分布范围。在 13.3 km^2 面积内,发现金异常点 50 个($>3 \times 10^{-6}$ 两个),异常带 3 条,Ⅱ类金异常晕 3 个,Ⅲ类 2 个。后经详细的地表工作和深部工程,发现了紫金山大型铜金矿床。

本次研究对甲乌拉和紫金山两矿床的地球化学组合异常评价标志进行了优选。测定了地表岩石、土壤中的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、V、Ti、As、Sb、Mo、Bi、Sr、Ba、Cr、Be、Fe、Ca、Mn、W、Sn 等 22 个元素。

1) 紫金山铜金矿床:金铜矿体上方的岩石中 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Mo、Bi、Sn 等 10 个元素都有不同程度的异常显示,各元素异常的分布位置基本一致,较好的指示了深部矿化体的赋存部位。在金矿体上方的土壤中只有 As、Sb、Mo、Au、Bi、Pb、W 等 7 个元素异常比较明显,且从金矿体中心向上盘围岩大致具有 As、Sb - Au - Mo、Bi、Pb 的分带趋势。原生晕异常组合主要为成矿元素、挥发组分、和高温成矿组分,显示了中低温 - 高温的成矿过程。土壤金属量测量组合异常也显示中低温 - 高温成矿过程。表明该组合异常代表了成矿过程,可指导找矿评价。

2) 甲乌拉铅锌矿床:甲乌拉矿床主要成矿元素及伴生元素的空间分布特征表现为从上至下 Ag、Pb、Zn 的含量于低→高→低的变化趋势。Cu 则随深度增大,其含量有增加的趋势。从上到下矿石中主要成矿元素及伴生元素大致具 As、Sb→Pb、Zn→Ag→Cu、W、Bi、Co 的分带特征。其矿体前缘晕是 As、Sb,矿头晕是 Pb、Zn、Cd、S,矿中晕为 Ag、Hg,矿尾晕是 Cu、Mo、Bi、Co。矿体原生晕组合异常代表了银多金属成矿过程。挥发组分分布在前缘,指明找矿方向;中部为成矿主元素组分;深部则是与火山岩浆有关的高温组分。

在成文的过程中参考了桂林矿产地质研究院的工作成果;成都理工大学倪师军教授、张成江教授阅读了全文,在此表示感谢。

[参考文献]

- [1] 耿文辉,姚金炎.中国东部次火山岩型铜银多金属矿床找矿规律[J].矿产与地质,1999,13(4):193~198.
- [2] 姚金炎,耿文辉.次火山岩型和斑岩型矿床地质对比[J].矿产与地质,1999,13(5):264~267.
- [3] 耿文辉,王滋平,姚金炎.中国东部中生代陆相次火山岩型铜银矿床成矿地球化学特征[J].地质与勘探,2000,36(1):10~13.
- [4] Geng Wenhui, Yao Jinyan. Geochemistry of Subvolcanic - Type Copper - Silver Deposits in Eastern China. ACTA Geologic Sinica, 2000, 74(3): 511~515.

PROSPECTING CRITERIA OF SUBVOLCANIC - TYPE COPPER - SILVER DEPOSITS IN THE EASTERN CHINA

GENG Wen - hui^{1,2}, RAO Yu - xue², YAO Jin - yan²

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059; 2. Guilin Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin 541004)

Abstract: The subvolcanic - type copper - silver deposits are important ores in volcanic rock area in the eastern China. Distributing area of subvolcanic rocks is favorable region for prospecting. Silicification, sericitization and adularization are better guide of prospecting. Geochemical exploration is more efficient method for search the deposits.

Key words: prospecting, subvolcanic - type copper - silver deposits, eastern China