

熊耳群火山岩系金矿床中的碲(硒)地球化学信息

任富根, 李双保, 赵嘉农, 丁士应, 陈志宏

(天津地质矿产研究所, 天津 300170)

摘 要:熊耳群火山岩系中构造蚀变岩型金矿(北岭金矿、庙岭金矿)和爆破角砾型金矿(店坊金矿)中的元素 Au 与 Te、Se 呈不同程度的正相关性,且金品位在地表高于深部,富矿石是火山浅成热液成矿的标志。熊耳群火山岩无(弱)矿化构造蚀变带中 Au 与 Te、Se 的相关性较差,进而出现负相关性。Au 与 Te、Se 的正相关性信息是探寻火山岩系中金矿床的重要标志,尤其是浅部产出的富碲化物的金矿床。

关键词:熊耳群; 火山岩; 蚀变岩型金矿; 地球化学; 相关性

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2003)01-45-07

豫西熊耳群火山岩系中金矿床类型多样,有构造蚀变岩型、构造蚀变岩-石英脉复合型、石英脉型、爆破角砾岩型等,其中以构造蚀变岩型为主。矿床规模较大,多为大中型矿床^[1]。应用水系沉积物 Au、Ag 及多金属元素的组合异常,首先在熊耳群火山岩系中发现了大型上宫金矿,打破了熊耳群找矿希望不大的看法^①。此后逐渐加强了熊耳群的金矿地质专题研究^[1,2,3]和找矿工作,从而不断取得新的进展。

地球化学信息是反映地质体中物质组份经历长期地质演化历史的现存状态,表现为元素的组合、浓集程度和分布特征,应用水系沉积物、基岩岩石测量金及其有关的元素,明确元素组合、浓集程度,圈定异常和空间分布位置。地球化学信息通常是用来分析研究 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、W、Sn、Bi、V、Ti、Mn、Ti 等 19 种元素的数量变化、组合关系,圈定异常、探寻矿床的,因而地球化学信息是金矿(化)的定位标志^[1]。金矿地质找矿工作的实践证实,地球化学信息的运用是卓有成效的。

80 年代以来发现了碲金矿床,国内有上宫^[4]、北岭^[4]、东坪^[5]、杨寨峪、溧水、银坑、大水沟^[6]等,并开展研究;国外有巴比亚新几内亚 Porgera^[7]、斐济 Emperor^[8]、美国 Cripple Creek^[9]、古巴 Forencia^[10]等。同时,Mc-Queen 等(1990)、Bowell 等(1990)

和 Johanson(1989)探讨热液金矿床的碲矿化作用,Chil-Sup 研究含碲、硒的浅成低温金-银矿化。这就明确了碲金矿床中金与碲、硒的密切关系,表明碲、硒是探寻金矿的指示元素。所以,应该用碲、硒地球化学信息来探寻金矿床。

目前所知熊耳山-外方山地区不同类型或同一类型的金矿床具有不同的元素组合(表1)。本文中以熊耳群火山岩系中的北岭、上宫、庙岭、店坊等金矿床为例,研究金与碲、硒的相关性,并与熊耳群火山岩、无矿化构造蚀变带对比,探索应用碲、硒地球化学信息寻找金矿床的可行性。

1 地质背景

熊耳山-外方山地区大中型金矿床多赋存在熊耳群火山岩系不同层位中,下熊耳群张合宙组有上宫金矿床;中熊耳群焦园组有庙岭金矿床、店坊金矿床;上熊耳群坡前组中有北岭金矿床。此外,下伏的太华及其与下熊耳群相邻部位产出康山金矿床和祁雨沟金矿床。

熊耳群火山岩系不同层位产出的金矿床都显示硫化物较少、总硫量低的特征,尤以北岭、庙岭金矿床最为显著。上宫、北岭金矿床先后发现有多达 12 种碲化物(斜碲银金矿、碲金矿、碲银矿、碲金银矿、碲铅矿、碲镍矿、碲镍钴矿、碲铅矿、碲汞矿、碲铁矿、斜方碲金矿、自然碲);庙岭金矿床

收稿日期:2002-10-12

基金项目:国家自然科学基金(49772117)

作者简介:任富根(1935),男,研究员,长期从事前寒武纪地质和矿床地质研究工作。

①河南省地质矿产厅第一地质调查大队,河南省小官构造蚀变岩型金矿地质特征及找金经验,1985。

也发现有碲银矿；店坊金矿床中出现有斜碲银金矿。上宫金矿床主要载金矿物黄铁矿也富含碲、硒， $Te = (5.6 \sim 748) \times 10^{-6}$ 、 $Se = (3.55 \sim 36.6) \times 10^{-6}$ 。碲与金、银、铅、锌、汞、镍、

铁的化合物以及黄铁矿中富含碲(硒)，表明碲(硒)是本区某些类型金矿床特定矿物的信息标志。这就是应用碲(硒)地球化学信息探寻有关金矿的地质依据。

表1 熊耳山—外方山地区金矿床的元素组合

Table 1 Element assemblage of the gold deposits in Xongershan - Walfangshan area

类型	矿床名称	水系沉积物	原生晕
构造蚀变岩型	上宫	Au - Ag - Pb - Zn - Mn	Au - Sb - S - As - Mo - Ag (Au - As - Sb - Hg - S)
	北岭	Au - Pb - Zn	Au - Ag - Mo - Pb - Ge - Sb - As - Ba (Au - Ag - Te - Se)
	庙岭	Au - As - Zn - Cr - Mn - Ni - Co	(Au - S - Sb - As - Te - Se)
蚀变岩 - 石英脉复合型	麻山	Au - Ag - Pb - Bi - As	Au - Ag - Sb - Bi
爆破角砾岩	祁雨沟	Bi - Cu - Pb - Au - Ag - As	Au 与 Ag, Cu, Sn, W 呈明显的正相关
	店坊	Au - Pb - Ag - Zn	Au - Ag - Zn - Pb - Sb - Hg (Au - Te - Ag - Pb - Se)

注:括号内系分析研究 Cu, Ag, Te, Se, As, Sb, Hg, S 等元素的组合关系(下同)

赋存在火山岩系中的金矿床以火山浅成热液成因观点分为碲化物型、低硫型(绢云母 - 冰长石型)、高硫型(明矾石型)。北岭、上宫金矿床为碲化物型^[4]，庙岭金矿床为低硫型(绢云母 - 冰长石型)。

关于碲化物型金矿床的划分存有不同的认识,以往没有作为一个单独类型。1983年 Bonhan 和 Giles, 1984年 Bonham 将其划分为一个亚类;而 Heald - Wetlafer (1983年)则认为是一个单独类型。本区地质研究工作实践表明,碲化物一般发育在矿化晚期浅部、与低温产出的硅化蚀变作用关系密切。北岭金矿床的碲化物主要发育在矿区东侧大红椿沟 884 矿段晚期的硅化角砾岩中;西侧 881 矿段仅在顶部见有碲化物,而在深部很少见碲化物。上宫金矿床是最早发现碲化物的,主要是在上部的矿脉中,在深部(坑道、钻孔)近年难觅碲化物的踪迹。这表明碲化物是在浅部产出的,与较深部位含硫化物较少的金的成矿作用具有成因联系,是低硫型金矿成矿作用在不同阶段、不同空间部位的产物,这为应用碲(硒)地球化学信息探寻金矿床扩展了范围。

总之,从赋矿岩系(火山岩系)、金矿床的矿物组份和成矿作用的演化过程可见碲(硒)地球化学信息可作为探寻金矿床的重要标志。

2 碲、硒元素的地球化学行为

碲、硒是分散元素,具有亲硫性。在岩浆作用

过程中,硅酸盐熔融体和含硫化物熔融体随着温度降低逐渐冷却结晶,二者发生熔离,碲、硒与硫同时进入到硫化物熔融体中,明显富集,大大高出克拉克值。在不同岩浆中硫的溶解度存有差异,硫的溶解度在硅酸盐熔融体系($Na_2O - Al_2O_3 - SiO_2$)中,花岗岩为 0.014%,霞石二长岩为 0.029%,随熔融体碱性的增加,硫的溶解度显著上升。因此碱金属含量较高的岩浆中,硫的含量较高,相应地碲、硒含量也较高。表明碲、硒与碱性岩浆活动的密切关系。

碲、硒易呈类质同像进入硫化物晶格中,因为硫、碲、硒的结晶化学及某些地球化学性质相似(离子半径 $S^{2-} = 0.184 \text{ nm}$, $Te^{2-} = 0.211 \text{ nm}$, $Se^{2-} = 0.191 \text{ nm}$, 离子电位 $S^{2-} = 1.09 \text{ eV}$, $Te^{2-} = 0.95 \text{ eV}$, $Se^{2-} = 1.05 \text{ eV}$, 晶格能系数 $S^{2-} = 1.15$, $Te^{2-} = 0.95$, $Se^{2-} = 1.10$)^[11], 硫与硒更为相近,硒较易进入硫化物晶格中;在硫的浓度显著低的条件下,才较少地形成独立矿物,多为碲化物,硒化物少见。在岩浆成因的矿床中,硒呈类质同像进入硫化物晶格中,碲则不同,主要以独立矿物产出,呈显微状分泌物。在火山及喷气活动中,硫、碲、硒是典型元素,主要作用阶段是在热液活动过程中。硒主要以类质同像进入硫化物晶格中,受温度条件的控制,中高温形成的硫化物富含硒,低温形成的硫化物含硒少而且分散,并在硫少、硒多的条件下可形成独立的硒化物。碲少部分进入到硫

化物的晶格中,更主要的是以独立矿物析出,受金、银、汞、铋等沉淀剂元素的控制,形成金、银或其它金属的碲化物,这就是应用碲(硒)探索金矿床的地球化学基础。

表生作用过程中,硫、碲、硒地球化学行为不同。硫易氧化呈 S^{4-} 被长距离搬运;碲则氧化成自然碲,较为稳定混入附近的氧化物中;碲的活动性最小,当氧化时,碲从破坏的硫化物晶格解离出,易形成自然碲或 Te_2O_3 沉淀下来,通常不远离作用圈,因而碲在硫化物氧化带中的含量与原生矿石带几乎没有变化。碲(硒)在氧化带相当稳定,且距原生露头很近,可作为指示与碲、硒有关金矿床空间位置的地球化学标志。

3 金与碲、硒的相关性

3.1 金矿区金与碲、硒的相关性

3.1.1 北岭金矿区

样品分别采自地表东侧 884 富矿段剖面(15 个样品)和反映深部的 881 矿化构造带钻孔 ZK303(17 个样),有围岩、蚀变岩、矿石。化学分析金为 $(4.6 \sim 1\,575\,000) \times 10^{-9}$, Ag $(1.5 \sim 2\,233.3) \times 10^{-6}$, Te $(0.01 \sim 20.5) \times 10^{-6}$, Se $(0.02 \sim 7.50) \times 10^{-6}$ 。相关性研究表明北岭金矿区呈 Au - Ag - Te - Se 组合, Au, Ag, Te, Se 呈显著的正相关(图 1), $\gamma(Au - Ag) = 0.999\,97$, $\gamma(Au - Te) = 0.996\,81$, $\gamma(Au - Se) = 0.908\,18$ 。

表 2 北岭金矿区金与碲、硒的相关系数

Table 2 The correlation coefficient of Au and Te, Se in Beiling gold deposit

	北岭金矿区(全区)	884 富矿段	ZK303
$\gamma(Au - Te)$	0.996 81	0.997 86	0.674 06
$\gamma(Au - Se)$	0.908 18	0.924 13	0.286 87

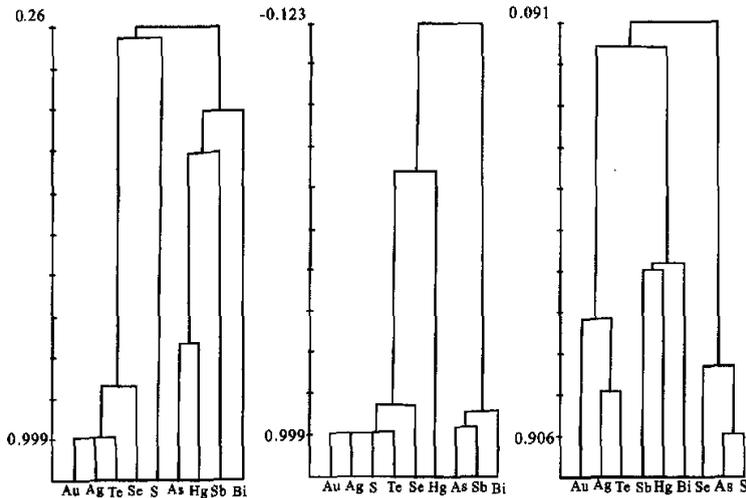


图 1 北岭金矿区金与碲、硒的相关性

Fig.1 The correlativity of Au and Te, Se in Beiling gold deposit

1-1.北岭金矿全区;1-2. 884 富矿段;1-3 Xk302

地球化学组合及金与碲、硒的相关性和深度有关。地表 884 富矿段为 Au - Ag - S - Te - Se 组合(图 1-2), Au 与 Hg 也呈正相关, $\gamma(Au - Hg) = 0.385\,65$; Au 与 As, Sb, Bi 呈负相关。ZK303 为 Au - Te - Sb - Ag - S - As 组合(图 1-3), Au 除了与 Te, Ag 呈正相关外, Au 还与 Sb, As 呈正相关, $\gamma(Au$

- Sb) = 0.477 ~ 45, $\gamma(Au - As) = 0.341 \sim 66$, Au 与 Bi, Hg 呈负相关。地表浅部晚期成矿的 884 富矿段,金与碲、硒的相关性最为显著, $\gamma(Au - Te, Se) > 0.90$;较深部位(ZK303)金与碲、硒相关性则较差, $\gamma(Au - Te, Se)$ 为 0.28、0.67(表 2),但与铋、砷有较高的相关性。这是北岭金矿床地球化学组合

随深度变化的标志,具有重要的启示意义。

3.1.2 庙岭金矿区

119个样品分别采自0线、41线、36线地表、坑道和深部钻孔,包括围岩、蚀变岩、矿石。金的含量最高为 5.870×10^{-9} 、最低为 3×10^{-9} ,以0线地表最为富集。碲、硒含量分别为 $(0.02 \sim 2.88) \times 10^{-6}$ 、 $(0.02 \sim 1.12) \times 10^{-9}$ 。相关性研究表明庙岭金矿床 Au-S-Sb-As-Te-Se(图2) $\gamma(Au-S) = 0.65433$, $\gamma(Au-Sb) = 0.61842$, $\gamma(Au-As) = 0.49893$, $\gamma(Au-Te) = 0.23146$, $\gamma(Au-Se) =$

0.22615 , $\gamma(Au-Hg) = 0.19046$ 。

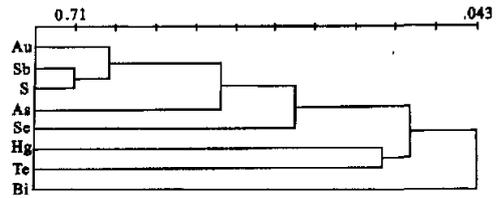


图2 庙岭金矿区 R型聚类分析图

Fig.2 R-type cluster analysis in Miaoling gold deposit

表3 庙岭金矿床 Au、Te、Se、As、Sb、S、Hg 以及 Te、Se 的相关系数

Table 3 The correlation coefficient of Au, Te, Se, As, Sb, S, Hg in Miaoling gold deposit

	地球化学组合	$\gamma(Au-Te)$	$\gamma(Au-Se)$	$\gamma(Au-As)$	$\gamma(Au-Sb)$	$\gamma(Au-S)$	$\gamma(Au-Hg)$	$\gamma(Te-Se)$
0线地表(24)	Au-As-Se-Te-Bi-Sb	0.49854	0.65774	0.92448	0.28479	-0.19600	0.03875	0.84587
ZK004(19)	Au-Sb-S-Hg-As-Se-Te	0.12404	0.17473	0.24058	0.609.2	0.48257	0.41499	0.13363
41线地表(25)	Au-Bi-As-Sb-Hg-Te	0.45519	0.18333	0.84758	0.70537	-0.00802	0.49308	0.33147
ZK4104(15)	Au-S-Sb-As-Hg-Bi-Te	0.22767	0.10954	0.74331	0.80004	0.091851	0.65618	-0.01945
36线地表(24)	Au-Ta-S-Sb-As	0.80399	-0.13234	0.20271	0.27988	0.42771	0.05389	0.11359
ZK3602(12)	Au-Se-Sb-As-S-Te	0.27854	0.88504	0.70572	0.76864	0.64506	0.26050	0.03800

注:括号内表示样品数

0线(43个样)、41线(40个样)、31线(36个样)分别为 Au-S-Sb-As-Se-HS、Au-As-S-Sb-Hg-Bi、Au-S-Sb-As-Te 组合。地表、钻孔(坑道)的组合以及金和其他元素的相关性都有差异(表3)。钻孔(坑道)金与 Sb、S、Hg 的相关系数较高,地表金与 Te、Se 相关系数较高(除36线 $\gamma(Au-Se)$ 外)。Te 与 Se 的相关性与深度有密切的关系,地表高于钻孔。金和碲、硒以及碲和硒的相关性地表高于深部。金和硫相关性则反之,深部高于地表。金和砷无论是地表还是深部都显示有密切的相关性, $\gamma(Au-As)$ 一般都较高。Au、Te (Se) 主要是浅部组合, Sb、Hg 是较深部位组合, As 则是贯通浅部和较深部位的元素。这就表明, Au、Te (Se) 和 As、Sb、Hg 元素组合的空间关系和密切联系。

3.1.3 上官金矿区

原生晕地球化学组合为 Au-Sb-S-As-Mo-Ag^①, 94年采自不同高度坑道7个矿石样,探索金与碲、硒的相关性,金、碲、硒含量分别为 $(566 \sim 23850) \times 10^{-9}$ 、 $(0.02 \sim 0.46) \times 10^{-6}$ 、 $(0.02 \sim 0.26) \times 10^{-6}$ 。相关性研究表明为 Au-As-Sb-Hg-S 组

合(图3),金与砷、锑、汞有较显著的相关性, $\gamma(Au-As) = 0.69802$, $\gamma(Au-Sb) = 0.61386$, $\gamma(Au-S) = 0.60301$, $\gamma(Au-Hg) = 0.55580$,金与碲、硒呈负相关关系, $\gamma(Au-Te) = -0.55580$, $\gamma(Au-Se) = -0.39243$ 。金与砷、锑、汞的相关性在庙岭金矿区钻孔(坑道)和北岭金矿区 881 矿化构造带 ZK303 甚为相似,是较深部位地球化学组合的标志。上官金矿床曾有多种碲化物物(针碲银金矿,碲金矿,碲银矿,碲金银矿,碲铅矿,碲镍矿,碲镍铅矿等),主要是在80年代初期地表浅部工作发现的。随着开采工作的进行,坑道不断加深,在深部就很少出现碲化物类同北岭金矿区 881 矿化构造带和庙岭金矿区的特征。

3.1.4 店坊金矿床

原生晕为 Au-Ag-Mo-Pb 组合。86年采自钻孔中的矿石、围岩、蚀变岩16个样。测定 Au、Ag、Pb、Co、Ni、Te、Se、S、B。金、银、碲、硒、硫含量分别是 $(0 \sim 25600) \times 10^{-9}$ 、 $(0.4 \sim 309) \times 10^{-6}$ 、 $(0 \sim 93) \times 10^{-6}$ 、 $(6 \sim 1.85) \times 10^{-6}$ 、 $(0.16 \sim 8.01) \times 10^{-6}$ 。相关性研究表明为 Au-Te-Ag-Pb-Se-Ni-S 组合

①天津地质矿产研究所,河南地矿厅第一地质调查大队. 熊耳山通沟地区金矿成矿条件和远景区测报告,1996.

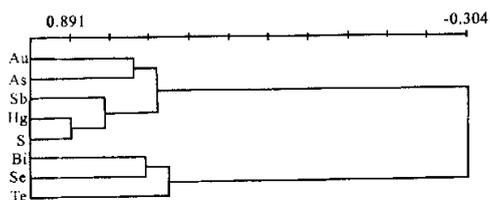


图 3 上宫金矿区坑道部分矿石的 R 型聚类分析谱系图

Fig.3 R - type cluster analysis of the part ore in the gallery, Shangguan ore deposit

(图 4), 金与碲、银、铅、硒呈显著的相关性, 相关系数大于 0.95, $\gamma(Au - Te) = 0.98529$, $\gamma(Au - Ag) = 0.96189$, $\gamma(Au - Pb) = 0.95786$, $\gamma(Au - Se) = 0.95219$ 。碲与硒 $\gamma(Te - Se) = 0.94643$ 、银与铅 $\gamma(Ag - Pb) = 0.93884$ 密切相关。硫与硒、金与硫也显示相关性, 分别为 $\gamma(S - Se) = 0.77070$ 、 $\gamma(Au - S) = 0.6245$ 。

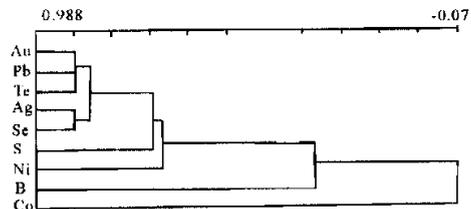


图 4 店坊金矿区 R 型聚类分析谱系图

Fig.4 R - type cluster analysis in Dianfang gold deposit

店坊金矿床是爆发角砾岩型金矿床, 有别于构造蚀变岩型, 上述表明金与碲、硒同样存在密切的相关性。

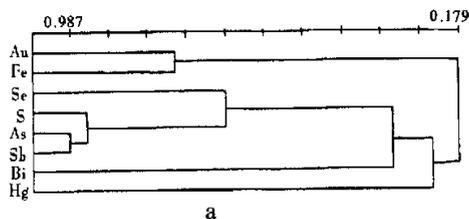
3.2 矿石中金与碲、硒的相关性

选取 11 个矿石样, 除了北岭、庙岭金矿床的矿石样外, 还有谢岭、龙潭沟、寺沟、七亩地、焦沟等, 主要为构造蚀变岩型金矿(点)的矿石样, 金、碲、硒含量分别是 $(1043 \sim 55500) \times 10^{-9}$ 、 $(0.06 \sim 7.07) \times 10^{-6}$ 、 $(0.04 \sim 2.1) \times 10^{-6}$ 。相关性研究表明为 Au - Te - Sb - As - S 组合(图 5a), 金与碲相关系数最大, $\gamma(Au - Te) = 0.66809$, 显著高于 $\gamma(Au - Sb) = 0.11149$ 、 $\gamma(Au - As) = 0.06368$ 、 $\gamma(Au - S) = 0.04893$ 。标志金与碲的密切关系。硫、砷、锑呈显著正相关。相关系数 $\gamma > 0.90$, 硫与硒呈正相关, $\gamma(S - Se) = 0.27806$ 。

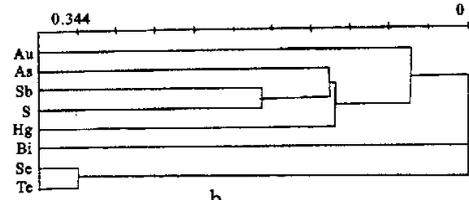
3.3 无矿化构造蚀变带金和碲、硒的相关性

没路沟位于庙岭南北向矿化构造带的南延部分, 为进一步探索矿化情况, 采自地表 20 个样品。金含量为 $(2 \sim 60) \times 10^{-9}$, 基本上无金矿化, 碲、硒含

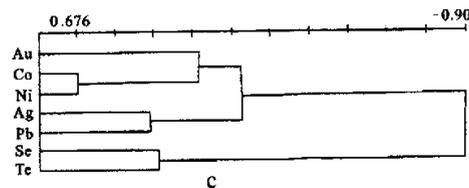
量分别为 $(0.02 \sim 0.58) \times 10^{-6}$ 、 $(0.02 \sim 0.08) \times 10^{-6}$ 。相关性研究金与砷、锑、碲、硫都为负相关(图 5b), $\gamma(Au - Sb) = -0.3209$ 、 $\gamma(Au - S) = -0.31913$ 、 $\gamma(Au - As) = -0.01217$ 、 $\gamma(Au - Te) = -0.16358$ 。金与汞、硒呈弱正相关 $\gamma(Au - Hg) = 0.052281$ 、 $\gamma(Au - Se) = 0.03485$ 。碲 - 硒显示正相关 $\gamma(Te - Se) = 0.34398$ 。



a



b



c

图 5 其他岩石/矿石的 R 型聚类分析谱系图

Fig.5 R - type cluster analysis in other rocks/ores

a.北岭金矿;b.无矿化构造蚀变带;c.熊耳群火山岩

3.4 熊耳群火山岩金和碲、硒的相关性

采自焦园剖面的金、银、碲、硒的含量分别为 $(0.3 \sim 1.1) \times 10^{-9}$ (14 样平均 0.42×10^{-9})、 $(40 \sim 160) \times 10^{-9}$ (16 个样, 下同, 平均 56×10^{-9})、 $(0.08 \sim 0.027) \times 10^{-6}$ (平均 0.0094×10^{-6})、 $(0.08 \sim 0.19) \times 10^{-6}$ (平均 0.11×10^{-6})。金的含量低于各类岩石的丰度($n \times 10^{-9}$), 银接近于各类岩石丰度, 而碲、硒较高, 显示了特有的特征。相关性研究(图 5c)表明, 金与碲、硒呈负相关, 金与钴、镍呈正相关, $\gamma(Au - Co) = 0.478$ 、 $\gamma(Au - Ni) = 0.178$, 金与其它元素相关性较差。

焦园剖面火山岩的金、碲、硒含量和金与碲、硒呈负相关是本区地球化学组合背景特征的反映。类似的特征也出现在没路沟无矿化的构造蚀变带上,

明显区别于金矿区和金矿石。

4 应用碲、硒地球化学信息探寻金矿床

赋存在熊耳群火山岩系金矿床(构造蚀变岩型、爆破角砾岩型)金、碲、硒的含量除了部分围岩

外其它都属于熊耳群火山岩系和无矿化的构造蚀变带。金(表4)一般高出4-5数量级,碲、硒高出1-2个数量级;金与碲、硒的相关性与无矿化构造蚀变带熊耳群火山岩也有明显的区别,前者为正相关性,特别是金与碲。这表明碲、硒是本区探寻金矿床重要的地球化学信息标志。

表4 熊耳山—外方山地区金、碲、硒含量及相关系数

Table 4 Contents and correlation coefficient of Au, Te, Se in Xongershan - Walfangshan area

类别		Au, Te, Se 含量、 相关数	Au(10^{-4})	Te(10^{-6})	Se(10^{-6})	$\gamma(\text{Au} - \text{Te})$	$\gamma(\text{Au} - \text{Se})$
构造蚀变岩型	北岭(32)	4.6 - 1 575 000	0.01 - 20.5	0.02 - 7.5	0.996 81	0.908 18	
	庙岭(119)	3 - 5 870	0.02 - 2.88	0.02 - 1.12	0.131 79	0.275 66	
	上宫(7)	500 - 23 850	0.02 - 0.46	0.02 - 0.26	-0.555 80	0.392 43	
爆破角砾岩型	店坊(20)	0 - 25 600	0 - 93	0 - 1.85	0.985 29	0.952 19	
金矿石(11)		1 043 - 55 500	0.06 - 7.07	0.04 - 21	0.668 09	0.002 87	
没路沟 无矿化构造蚀变带(24)		3 - 60	0.02 - 0.58	0.02 - 0.08	-0.163 58	-0.034 85	
焦园组熊耳群火山岩(16)		0.03 - 1.1	0.08 - 0.15	0.08 - 0.27	-0.044 82	-0.212 29	

注:括号内系样品数

北岭、庙岭、上宫三个金矿区的地球化学元素组合标志着低硫型金矿床的元素组合系列及空间分布规律。北岭金矿区 Au - AS - Te - Se 指示上(浅)部元素组合,庙岭金矿区 Au - S - Sb - As - Te - Se 指示中部元素组合,上宫金矿区 Au - As - 5b - Hs - S 则为深部元素组合,表现出金与碲、硒不同的相关性。因此,碲、硒是探寻火山岩浅成热液低硫型金矿床的重要地球化学信息,特别是浅部-中上部、晚期形成的富矿标志。从低硫型元素组合系列空间分布规律出发,碲、硒也是探寻深部金矿体的有利信息,进而发现大而富的金矿床。同时也是探寻爆破角砾岩型店坊金矿床重要的地球化学信息。

碲、硒在表生作用中地球化学行为较为稳定,一般距后生露头不远。碲、硒元素异常可以作为金矿(体)确切空间位置的地球化学定位标志。

碲、硒与碱性岩浆活动关系密切,是探寻火山岩系中低硫型金矿成矿作用中不同阶段、不同空间部位金矿床的重要地球化学信息,作为新的找矿方法和途径,值得进一步实践验证。

参考文献

- [1]任富根,李维明,等.熊耳山—崂山地区金矿成矿地质条件和找矿综合评价模型[M].北京:地质出版社,1996.
- [2]任富根,李增慧,高亚东,等.熊耳群火山岩系金矿特征及含金性[J].天津地质矿产研究所所刊,第23号,1989,25-26.
- [3]任富根,李增慧,高亚东,等.熊耳群火山岩系金的成矿作用[A].秦巴金矿论文集[C].北京:地质出版社,1993.190-209.
- [4]任富根,李增慧,赵嘉农,等.豫西元古宙碲化物金矿作用[A].“八五”地质科技重要成果学术交流会议论文集[C].北京:冶金工业出版社,1996.318-321.
- [5]宋官祥.一个与碱性岩有关的金矿床—冀北东坪金矿床[J].地质与勘探,1991,27(8):1-8.
- [6]毛景文,陈毓川.四川石棉大水沟磅金的金矿床[A].第五届全国矿床论文集[C].北京:地质出版社,1993.437-439.
- [7]Richards, J. P. and Kerrich, R. The Porgera gold mine. Papua ew Guinea. magmatic hydrothermal to epithermal evolution of an alkali-type precious metal deposits[J]. Econ. Geol. 1993, 88:1017-1052.
- [8]Ahmad M, Walshe J L. Mineralogical and geochemical studies of the Emperor gold: elluride deposit. Fiji[J]. Econ. Geol. 1987, 82: 345-370.
- [9]Thompson T B, et al. Mineralized veins and breccias of the Creek district. Colorado[J]. Econ. Geol. 1985, 8:1669-1688.
- [10]Bortnikov et al. Paragenesis of gold and silver tellurides in the Florenzia deposit. Cuba[J]. Inter. Geology Rev. 1988, 31:74-91.
- [11]刘英俊,曹励明.元素地球化学导论[M].北京:地质出版社,1987.

Te(Se) Geochemical Ore – hunting Information from the gold Deposits in the Volcanic Rocks of Xonger Group

REN Fu – gen, LI Shuang – bao, ZHAO Jia – nong, DING Shi – ying, CHEN Zhi – hong

(*Tianjing Institut of Geology and Mineralization, Tianjin 300170*)

Abstract: The element Au is increased with the increase of Te and Se on different extent in the tectonic – altered – rock type gold deposits in Xonger Group (Beiling gold deposit and Miaoling gold deposit) and the explosion – breccia type gold deposit (Dianfang gold deposit). And the grade of the gold in the surface is higher than in the deep part. The rich ore is from the mineralization of the shallow volcanic hydrothermal solution. In the non – mineralization belt, no correlation between Au and Te, Se was found. So the correlation is the sign of exploring the gold ore in the volcanic rocks of Xonger Group, especially in the gold ore rich in Te at the shallow part.

Key words: Xonger Group; volcanic rocks; altered – rock gold deposit; geochemisitry; correlativity

Recovery of Structure Style in the Orogenic Belt and its Significance on Tectonic Environment

BAI Jin

(*Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170*)

Abstract: Orogenic belts are mainly developed at or near plate boundaries. Recumbent fold systems in company with ductile shear zones are the typical regional structural styles. Folds with vertical axis plane or antifan shaped folds in company with reversed faults are the indicators of intracontinental rift – zones. Due to polyphase deformations and subsequent disturbances, the structural style and orientation of the orogenic belt cannot be differentiated directly. Therefore, systematic observations must be taken to distinguish deformational structure elements and their generational relationships. The essential data of orientation should be obtained to carry out structural analyses suiting measures to local conditions, in order that the original tectonic style and its orientation can be recovered. It is suitable to propose available evidences determining the features of tectonic environment and to compile the map of continental tectonic regime.

Key words: orogenic belt; structural analysis; tectonic style; tectonic orientation