

鲁西铜石金矿田外围找矿的困境与对策

司荣军^{1,2}, 杨升岐³, 臧学农³, 高 鹏³, 周登诗³, 谭德军³

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039; 3. 山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006)

摘 要: 铜石金矿田是新发现的新类型金矿田, 该矿田金矿化类型较多, 隐爆角砾岩型金矿化是最主要的类型。但以往常用的某些化探指示元素在大型金矿床附近也只有孤立的 Au、Ag 元素异常; 而在不具有工业价值的斑岩型、夕卡岩型金矿点附近形成了高浓度的多元素组合异常。以前常用的化探指示元素已经不能满足该区野外找矿的需要。为了强化矿致异常, 弱化非矿异常, 该矿田外围找矿应利用分散元素 Te、Se 和卤素元素 F 的指示作用。

关键词: 铜石金矿田; 碱性杂岩体; 归来庄; Te; Se; F

中图分类号: P612; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2005)04-0254-04

铜石金矿田位于山东省平邑县南东约 20 km 处, 地理坐标: 东经 117°48', 北纬 35°22'。该矿田是一个新发现的新类型金矿田——围绕中生代碱性杂岩体分布的隐爆角砾岩型金矿田。不少地质、科研单位到该地区开展地质找矿及矿床研究工作并认为该区成矿地质条件优越, 找矿前景广阔。可是外围找矿一直没有大的突破。使人感到这里找矿也越来越困难, 甚至对矿田外围找矿失去信心。

笔者认为铜石矿田目前发现的皆为地表矿, 现在地表工作程度已经很高, 再有新的突破十分困难。该区应着重寻找埋藏矿床和隐伏矿床。但是铜石矿田是一个新类型, 以往常见的某些指示元素在该区没有明显的指示作用。为强化矿致异常, 在一个新类型矿田找矿, 就应该根据新类型矿田具体特点敢于尝试和创造新方法。

1 铜石金矿田地质特征

铜石金矿田位于铜石杂岩体分布区, 地处中朝准地台东南缘、郯庐断裂带中段西侧, 东距郯庐断裂带约 70 km。区域性 NWW 向燕甘断裂控制了区内地层、构造、岩浆岩及金矿田的分布。铜石杂岩体为中生代浅成碱性杂岩体, 主要由闪长-二长质斑岩及

隐爆角砾岩组成, 呈近等轴状圆形, 分布面积约 30 km²。岩体周边地层以古生代寒武系、奥陶系地层为主。结晶基底为太古代花岗闪长岩及古元古代二长花岗岩, 基底中零星出露太古界泰山岩群山草峪组变质岩残留体。



图 1 铜石金矿田矿床(点)分布图

Fig. 1 Distribution of gold deposits in Tongshi gold field

1. 铜石岩体 2. 大型金矿体 3. 小型金矿体
4. 金矿点 5. 断裂

收稿日期: 2004-10-27; 修订日期: 2005-01-05

基金项目: 国家自然科学基金(49872038)和中国科学院“百人计划”项目资助。

作者简介: 司荣军(1966-), 男, 山东郯城人, 高级工程师, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业, 研究方向矿床地球化学。

该区主要金矿类型为隐爆角砾岩型(归来庄、卓家庄)和层间破碎带蚀变岩型(梨坊沟、磨坊沟),二者又属于中低温热液微细浸染型金矿床。其中隐爆角砾岩型金矿最具有经济价值,分别形成了大型归来庄金矿床和特富小型卓家庄矿床。归来庄矿床矿体厚度大,储量大,而卓家庄金矿品位高($w(\text{Au})$ 平均超过 100×10^{-6})、全筒式矿化,具有极高的经济价值。

2 铜石地区外围找矿困境

利用 1:10000 土壤测量异常是目前铜石地区找矿的先行手段,该手段控制面积大、成果周期短、投资费用少,能迅速缩小靶区,使一线地质人员实施野外踏勘和工程验证做到有的放矢,减少盲目性。但是在铜石地区以往的化探指示元素组合已经不能满足野外找矿工作的需要。主要表现为:

(1) 矿致异常元素单调。土壤金属量测量(1:10000)归来庄异常是该区惟一的矿致异常,该异常位于归来庄金矿北测,异常元素组合只有 Au、Ag 两种元素(图 2)。

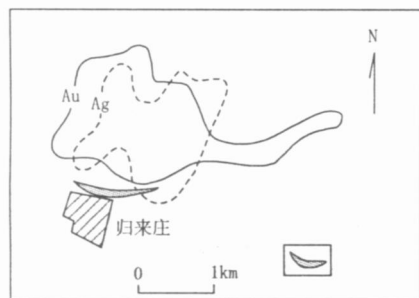


图 2 归来庄金矿土壤金属量组合异常图

Fig.2 Soil anomaly in Guilaizhuang Au deposit

(2) 非矿异常元素组合多。在铜石岩体周围,有很多 Au、Ag 等多元素 1:1 万土壤化探异常,这些异常规模大,异常强度也很高。如宝古山异常长 900 m,宽 500 m,是 Au、Ag、Cu、Pb 多元素组合异常,且各元素基本套合一致,其中 Au 元素浓集中心明显,分带清晰。Au 最大丰度值 380×10^{-9} , Ag 最大丰度值 1100×10^{-9} ,经工程验证,金品位一般只有 $0.2 \times 10^{-6} \sim 0.3 \times 10^{-6}$,最高 5.453×10^{-6} 。银洞沟异常也为 Au、Ag、Cu、Pb 多元素组合,异常强度大(最高达 460×10^{-9}),元素套合一致,分带清晰,可是经

过工程验证,矿化由硅化二长斑岩引起,没有工业价值。另外还有刘家庄北岭、西皋、小黄家庄等异常具有和银洞沟相似的特点。

不具有工业价值的矿(化)点形成了多元素组合且异常面积大、浓度高,这很容易误导野外地质人员。如地质二队曾经在异常组合较佳的银洞沟、宝古山、刘家庄北岭、西皋等投入了较大的工作量实施异常验证,结果证明这些异常是由斑岩型金矿化(如银洞沟)、夕卡岩型金矿化(如西皋)引起,不具有工业开采价值。这说明了原来的指示元素已经不适应铜石地区的金矿化特征。

3 铜石地区找矿对策

铜石地区主要有 4 种金矿化类型,隐爆角砾岩型金矿化,矿化元素组合 Au-Ag-Te。层间破碎带型金矿化,矿化体呈似层状产于层间破碎带及层间裂隙中。斑岩型金矿化,位于岩体内部,矿化元素组合 Au-Mo-Cu。夕卡岩型金矿化,多位于岩体与灰岩接触带,矿化元素组合 Au-Cu-Fe。目前的野外勘查情况显示以往常用的元素组合对后两种矿化类型由较强的指示作用,对前两种矿化指示作用较弱,而恰恰是前两种矿化能够形成工业矿体。在铜石地区找矿,主要寻找前两种类型金矿。为了发挥化探的先行指示作用,有必要在化探中增加针对隐爆角砾岩型和层间破碎带型矿化体的指示元素,以强化矿致异常、弱化无矿异常。

3.1 将分散元素 Te 和 Se 作为重要指示元素

Te、Se 的地壳丰度值很低,Te 地壳丰度值为 0.001×10^{-6} ,Se 为 0.05×10^{-6} [1]。Te、Se 与 S 在元素周期表中都位于第五周期 A 族,与硫的结晶化学及某些地球化学性质相似[3]: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 $S^{2-} = 1.15$, $Te^{2-} = 0.95$, $Se^{2-} = 1.10$;所以碲、硒具有亲硫性。

碲、硒与碱性岩浆活动关系密切,在火山及喷气活动中,硫、碲、硒是典型元素,在热液活动阶段,硒呈类质同像进入硫化物晶格中,碲除少部分进入到硫化物的晶格中外,更主要的受金、银等沉淀剂元素的控制,以独立矿物晶出,形成金、银或其他金属的碲化物。这就是应用碲、硒探索金矿床的地球化学理论基础。

表生作用过程中, 碲被氧化成自然碲, 较为稳定混入附近的氧化物中, 碲易从破坏的硫化物晶格解离出, 形成自然碲或 Te_2O_3 沉淀下来, 通常不远离。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, 其异常距原生露头很近, 是指示金矿床空间位置的重要地球化学标志。

陈永清等^[2]建立了归来庄地球化学找矿模型。岩石剖面测量显示矿体上具有显著 Au, Ag, Te, As, Sb, F, Mo, W 地球化学异常(图)。Au-Ag-Te 组合是归来庄矿床典型元素组合, Te 异常几乎与 Au-Ag 异常同步。相关分析也表明它们具有显著相关性 ($r_{\text{Au-Ag}} = 0.904$, $r_{\text{Au-Te}} = 0.907$)。Au-Ag-Te 成矿元素组合主要分布在隐爆角砾岩相, 在上盘向外依次为 Se-Sb-Bi 组合 → W-Mo-As 组合 → 萤石化(F); 在下盘向外为 Se-Sb-Bi 组合。因此 Au-Ag-Te 为成矿指示元素组合, Se-Sb-Bi 为近矿指示元素组合。Te 是仅次于 Ag 的指示元素, Te 异常具有重要的找矿意义。

国内同类型金矿中 Te, Se 地球化学信息也值得借鉴。豫西熊耳群火山岩系中发育同归来庄金矿相似的与碱性岩有关的隐爆角砾岩型金矿矿床, 矿床规模大且富含 Te, Se。研究结果显示^[3]: 金矿床中碲、硒的含量高于熊耳群火山岩系和无矿化的构造蚀变带 1~2 个数量级; 矿床中金与碲、硒呈现不同程度的正相关, 尤其是地表富矿段 Te, Se 含量最高, 而熊耳群火山岩和无矿化构造蚀变带中相关性较差甚至负相关; 矿体中 Au 与 Te, Se 相关系数地表高于深部。这表明不仅碲、硒异常, 而且金与碲、金与硒相关系数也是该区探寻金矿床的重要地球化学信息标志。这些重要的信息都应在铜石金矿田外围找矿时借鉴。

国外同类型金矿的研究成果也显示了 Te 的地球化学信息的重要性。张招崇^[4]对世界范围内的碲化物浅成低温热液型金矿产出的地质背景、地质地球化学特征及其时空分布特征研究后指出, Te 的地球化学异常可以作为该类型金矿有效的地球化学找矿标志。碲化物在该类金矿中靠近矿体的上部, 又由于碲化物在氧化带中相当稳定, 矿床一般存在 Te 的地表异常。

3.2 将卤素元素 F 作为重要指示元素

卤素元素因其挥发性强, 常可形成比金属元素更大更强的扩散晕, 近年来, 人们越来越重视利用卤素元素异常来进行地球化学找矿。

陈永清等^[5]研究了铜石 4 种类型的金矿床(点)的异常元素组合(分析项目为 Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, W, Mo, F, K_2O , SiO_2)。隐爆角砾岩型金矿床异常组合(根据富集系数大小) Au-Ag-W-Sb-F-Mo-As- K_2O ; 层间破碎带型金矿床为 Au-Ag-F-Sb-Pb-Zn-As-Mo-W; 斑岩型金矿点异常元素组合 Au-Ag-W-Pb-Sb-Mo-As- K_2O , 贫化 Cu, F, Na_2O ; 夕卡岩型金矿点为 Mo-Au-W-Cu-Ag-Sb-As-F, 贫化 Pb, Na_2O , SiO_2 。F 在具有工业价值隐爆角砾岩型金矿床和层间破碎带型金矿床上异常显示清晰, F 主要出现在金矿化带上盘, 异常宽约 110 m(未封闭, 图 3), F 为远程指示元素。在不具有工业价值的斑岩型、夕卡岩型金矿点上几乎没有异常显示。这对区别有矿异常和无矿异常很有帮助。

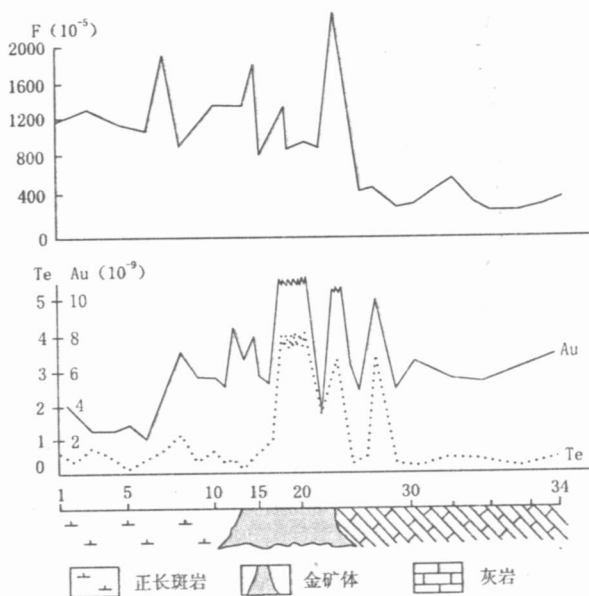


图 3 鲁西归来庄金矿岩石化学剖面图

(据陈永清, 1995。横坐标为样品号)

Fig. 3 Petrochemical profile of Guilaizhuang Au deposit

F 在金矿床中的地球化学信息的研究还很多。张忠^[6]对贵州金牙、名山等金矿研究表明, 矿床中 F 与金有明显的相关性, 含量变化从远矿 → 近矿 → 围岩 → 矿化岩 → 矿体明显呈依次递增趋势, 可以作为指示元素, 并且提出了把指示元素 F 富集系数 $E > 5$, $5 \sim 0.5$ 和 $0.5 \sim 0.1$ 分别作为矿床、矿田和矿带的指示标志。这组参数也值得借鉴。

3.3 其他

分散元素 Tl, Cd 等也是比较典型的低温成矿元素, 在结晶化学及地球化学性质上具亲硫性, 常与 Au, Hg, As, Sb, Fe, Cu, Pb, Zn 等低温热液成矿元素

共生,在某些金矿床中也是非常重要的指示元素,甚至是第一指示元素^[7,8,9,10],但是在铜石金矿田中的指示作用还有待研究。

4 结语

铜石金矿田是一个新发现的新类型金矿田,以往常用的某些指示元素在本区弱化了矿致异常,强化了无矿异常,已经不能满足地质找矿需要。为了强化矿致异常,弱化无矿异常,在以后的化探工作中应重视分散元素 Te, Se 和卤素元素 F 的指示作用,不断提高化探找矿效果。

归来庄金矿是我国发现的第一例碲金浅成低温热液金矿床^[6],那么铜石地区也是国内第一个浅成低温热液碲金矿田,在该区如果探索出一种有效的化探找金方法,不仅有助于对本区外围找矿突破,而且对全国成矿条件相似地区找矿具有指导意义。从第一个矿床的发现到现在毕竟只有十几年的时间,铜石矿田仍然是一个在新地区新发现的新类型金矿田,要建立一套成熟的适于该区的找矿模式,还需要大量的工作。本文旨在抛砖引玉,意欲解决这一新类型金矿田野外生产中遇到的实际问题。不妥之

处,望批评指正。

参考文献:

- [1] 涂光炽,高振敏,胡瑞忠,等.分散元素地球化学及成矿机制[M].北京:地质出版社,2003. 69-380.
- [2] 陈永清,纪宏金,李森乔.铜石金矿田地球化学找矿模型[J].地质与勘探,1995,31(6):49-53.
- [3] 任富根,李双保,赵嘉农,等.熊耳群火山岩系金矿床中的碲(硒)地球化学信息[J].地质调查与研究,2003,26(1):45-51.
- [4] 张招崇,李兆霖.一个值得重视的金矿类型——碲化物型[J].贵金属地质,1994,3(1):59-64.
- [5] 陈永清,夏庆霖.应用地质异常单元圈定矿产资源体潜在地段——以鲁西铜石金矿田为例[J].地球科学——中国地质大学学报,1999,24(5):459-467.
- [6] 张忠.卡林型金矿指示元素研究[J].地质地球化学,1996,(1):35-38.
- [7] 朱细创.浅谈锡异常在火山热液型金矿普查中的应用效果[J].地质与勘探,1993,29(12):45-47.
- [8] 朱平.绍兴—江山石英闪长岩金矿带元素地球化学规律的多元统计分析[J].有色金属矿产与勘查,1994,3(4):230-233.
- [9] 龙江平,张宝贵,张忠.铈的地球化学异常与金矿找矿[J].地质与勘探,1994,30(5):51-67.
- [10] 潘家永,张宝贵.铈——寻找微细浸染型金矿床的指示元素[J].矿物学报,1997,17(1):45-49.

DIFFICULTIES AND COUNTER MEASUREMENT FOR ORE SEARCH IN THE SURROUNDINGS OF TONGSHI Au ORE FIELD IN THE WEST SHANDONG PROVINCE

SI Rong jun^{1,2}, YANG Sheng qi³, ZANG Xue nong³, GAO Peng³, ZHOU Deng shi³, TAN De jun³

(1. State Key Laboratory for Mineral Deposits, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 55002, China; 2. Graduate School, Chinese Academy, Beijing 100039, China; 3. The 7th Geological Exploration Institute of Shandong Province, Linyi 276006, China)

Abstract: Tongshi is a new type of ore field discovered recently with multi-mineralization types recognized. Crypto-explosion breccia Au mineralization is the major one. Indicator elements used in other ore field show only Au, Ag anomaly in large Au deposit. Whereas high concentration and multi-element combination occur at uneconomic porphyry and skarn Au ore occurrences. Therefore, the indicator elements formerly used can not meet needs of ore search in the area. The disperse elements such as Te, Se and halogen element F should be fully made use of for indication and strengthening the ore-caused anomaly and weakening the non-ore anomaly.

Key words: Tongshi Au ore field; alkaline complex; Guilaizhuang; Te; Se; F