

浅谈镉异常在火山热液型金矿 普查中的应用效果

朱细创

(江西地矿局物探大队·南昌向塘)

本文从 Cd 元素的物理、化学及地球化学性质出发,探讨了火山热液型金矿中 Cd 异常的形成机理。根据西藏洞嘎金矿化点土壤中 Cd 异常的特征,推断其与金矿体的关系,取得了较好的地质效果。

关键词 Cd 的物理化学性质 土壤地球化学测量 回归分析

F、Hg、As、Sb、Bi 及 Se、Te 等元素作为找金指示元素的矿例,在许多文献中均有报道,而分散元素 Cd 的异常能作为找金矿指示元素的矿例报道很少。本文根据西藏洞嘎金矿点的土壤地球化学测量资料成果,试图描述 Cd 异常与金矿化具有一定的内在联系。用以指出次生晕 Cd 异常在金矿普查过程中具有较好的指示作用。

Cd 的物理、化学性质 及异常形成机制

Cd 在化学元素周期表上属第五周期、第 48 号元素,与 Hg、Zn 同属第 II 族副族元素,其特征电子为 $d^{10}s^2$,为亲硫铜型离子。Cd 的地壳丰度值很低,仅为 0.2×10^{-6} ,是 Zn 的 1/350,但在热液中 Cd 的富集程度比 Zn 高。Cd、Zn 在自然界的硫化物中共生,这是由 Cd、Zn 物理、化学性质相似所致。从以下物理常数来看,密度:镉为 8.65g/cm^3 ,锌为 7.14g/cm^3 ;熔点:镉为 320.9°C ,锌为 419.5°C ,沸点:镉为 767°C ,锌为 907°C ;硬度:镉为 2,锌为 2.5;导电性:镉为 13,锌为 16。从化学特性来看,Cd 比 Zn 的电离能高,较不易氧化,易与 S 形

成稳定的化合物,自然界中 CdS 较 ZnS 更为稳定。在还原条件下,中低温成矿期 Cd^{2+} 多进入闪锌矿、黄铜矿等一类四面配位体的硫化物中;高中温期多进入黝锡矿晶格中。Cd、Zn 与 S 化合时共生,与氧化合时分离。在氧化条件下,Cd 与 6~8 次配位离子在一起存在于 Na、Ca、Mn 的矿物中。在表生条件下,Zn 一般趋于分散,而 Cd 则相反。这是因为在强氧作用下, $\text{CdS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CdSO}_4$,也可被 CO_3^{2-} 交代,形成更稳定的 CdCO_3 ,Cd 的硫酸盐和碳酸盐微溶或不溶于水;而 $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4$,或者被 CO_3^{2-} 交代形成 ZnCO_3 ,二者溶解度均较大,很容易随地下水或地表水流失。因此,土壤中的 Cd 比 Zn 相对富集而形成异常,在土壤地球化学测量中如有明显的 Cd 异常显示,可能预示该区有良好的找矿前景。

洞嘎金矿点的地质 及 Cd 异常分布特征

1. 地质概况

洞嘎金矿点位于雅鲁藏布江断裂北侧,区内大面积出露白垩纪中酸性火山碎屑岩,

本文 1992 年 11 月收到,李春兰编辑。

主要岩性为杂色凝灰岩；岩浆岩广泛分布，有燕山期花岗岩、喜山期闪长岩和次火山相隐爆流纹斑岩、花岗斑岩。矿化体总体呈北西向雁式展布，单个矿化体的走向为东西或北西向，矿化体多受硅化带或硅化破碎带控制。区内矿化蚀变普遍，且种类繁多，主要蚀变有硅化、钾化、绢云母化、红化、青磐岩化、高岭土化、角岩化、阳起石化等，与金矿关系较密切的蚀变主要是前五种。主要金属矿化有自然金、黄铜矿化、方铅矿化、闪锌矿化、黄铁矿化、毒砂矿化及孔雀石、铜蓝、褐铁矿化等。

2.Cd 的分布特征

洞嘎地区 Cd 的背景含量为 145×10^{-9} ，

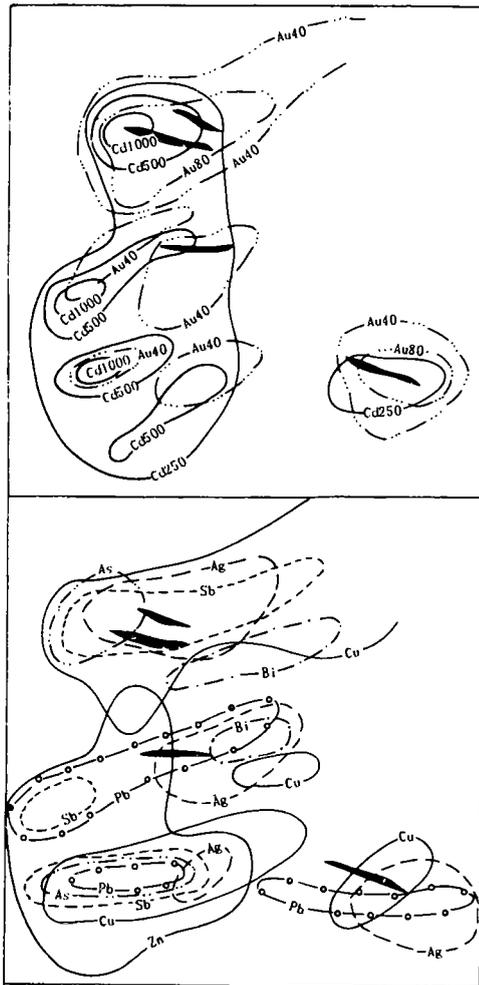


图1 洞嘎金矿化地段元素异常分布图

略高于维诺格拉多夫 1962 年统计的 Cd 的地壳丰度值 (130×10^{-9})，低于泰勒 1964 年统计的地壳丰度值 (200×10^{-9})，显示了该区 Cd 量不丰富的特征。事实上，区内尚未发现 Cd 的独立矿物，其他矿物以闪锌矿、黄铜矿含 Cd 最高。

在洞嘎地区的 5 个 Au 异常地段，均有次生 Cd 异常分布，其中，普钦木 10、12、14 线的 60-70 号点，雄村 4、5、6 线的 10-30 号点，洞嘎 18~22 线的 Au 异常分布地段，Cd 异常非常发育，Cd 含量在 $250 \times 10^{-9} \sim 1300 \times 10^{-9}$ 之间 (图 1,2)，在上述 Au、Cd 异常分布地段，已发现达到边界品位的金矿化体。在金矿化体周围的土壤中，Cd 异常比 As、Sb、Bi 等元素的异常清晰，显示了很好的找矿指示作用。

Cd 异常在金矿普查中的找矿效果

Cd 在低温热液矿床中主要赋存于闪锌

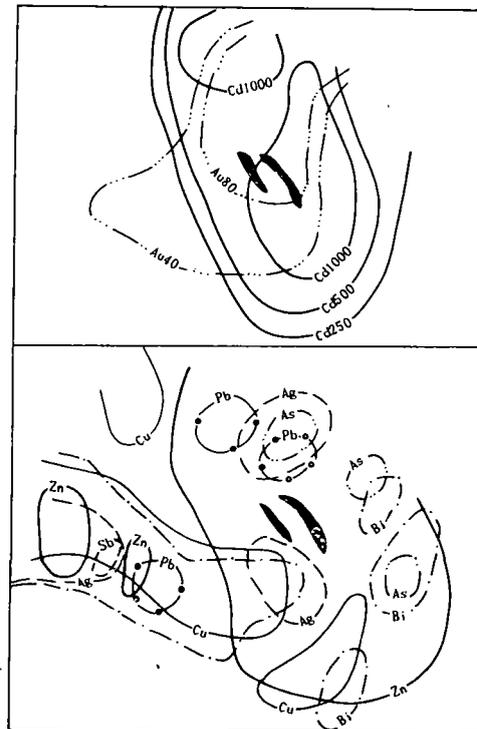


图2 雄村金矿化地段元素异常分布图

矿、黄铜矿一类四面体晶格的矿物中，并能形成独立的硫镉矿 (CdS)。在表生地球化学作用下，Cd 易富集于土壤中。因此，Cd 的次生异常对寻找与硫化物关系密切的火山热液型金矿具有良好的指示意义。

图 1、2 所示的是洞嘎金矿点两个异常地段各元素的次生晕异常。从图中可以看出，Cd、Au 异常分布基本一致，并在异常中心均见有金矿化体产出。在雄村矿化地段，Pb、As、Bi、Ag 等的异常主要分布在金矿化体周围，显示出异常元素具水平分带特征。在洞嘎金矿化地段，Cu、Ag、Sb 异常与金矿化体分布具一致性。上述各元素异常的分布特征表明，Cd 异常对找金的指示作用更好。

为了进一步揭示 Au、Cd 异常的内在关系，抽取普钦木矿化地段的 14 件土壤样品的 Au、Cd 分析数据进行线性回归分析，

Au、Cd 的相关系数为 0.79，回归方程为：

$$Au = -3.58 + 0.02Cd$$

抽样地段的土壤样品中，Au 平均含量为 58.5×10^{-9} ，最高含量为 550×10^{-9} ；而矿化体中 Au 的平均品位为 44.3g/t，最高为 71.5g/t。表明 Au 从岩石至土壤的迁移过程中，其贫化度 (P) 为 1/760。为使公式运算合理，取置信度 $D=0.5$ ，可按以下公式由土壤中元素含量推算达边界品位的矿化体。即：

$$Au(\text{矿化体}) = D/P(-3.58 + 0.02Cd)$$

推算结果表明，凡 Au、Cd 异常叠加地段，Au 含量高于 40×10^{-9} ，Cd 含量高于 250×10^{-9} ，就有可能发现达边界品位的金矿化体。根据这一推断结果，在洞嘎和雄村矿化地段发现了 6 条矿化体，Au 平均含量为 0.87g/t ~ 4.78g/t。说明 Cd 异常应用于该区普查找金可取得很好的地质效果。

Using Cd as a Tool to Search Volcano-Hydrothermal Gold Deposit

Zhu Xipao

Formation mechanism of Cd anomaly over volcano-hydrothermal gold deposit is discussed in this paper based upon its physical-chemical and geochemical properties. By making use of Cd anomalous characteristics of Dongga gold mineralized point in Tibet, referring the relationship between Cd anomaly and gold orebody has achieved better results.

确定金矿床元素分带序列的新方法*

李扬 邱德同 季峻峰

(南京大学地球科学系)

矿床元素分带序列的确定通常是基于对地球化学剖面的研究，可由矿床原生晕图直接归纳出来。这种方法以其直观明了的特点得到了广泛的应用。但是，在具体工作过程中，完整的典型剖面选择常常具有一定的困难，根据剖面圈定的元素分带序列就显得不够全面、准确。本文利用一种新方法，即逐步回归多元统计方法来确定金矿床元素的分带序列。

1. 方法原理

基于逐步回归的基本原理，笔者以赣西北地体两个典型金矿床为例，针对 Au 矿化强度不同的样品组合，分别进行回归分析，确定不同矿化阶段中 Au 的回归方程，揭示微量元素在不同矿化阶段中的地球化学行为，从而阐明整个矿化过程中微量元素的活动历史，建立元素的分带序列。

* 国家自然科学基金资助项目。

本文 1992 年 5 月收到，11 月改回，李春兰编辑。