

金矿中金元素标准测试方法分析其成矿机制研究

武云倩 张毅恒 张金燕 李才有
河南省第一地质矿产调查院有限公司
DOI:10.12238/jpm.v4i7.6142

[摘要] 在矿资源开发利用过程中，金矿中金元素检测是一项重要工作。而在检测过程中，金元素标准测试方法的使用将会极大地影响到检测的结果，因此，正确地使用金元素的标准测试方法进行比较和分析十分关键。针对这一现状，本文重点讨论了几种不同的黄金矿石中的黄金含量测定方法的比较和分析，以期为黄金矿石中的黄金含量测定工作，提高其测定的精确度。并通过案例分析了其成矿机制。

[关键词] 金矿；金元素；标准测试方法；对比分析；成矿机制

Study on the metallogenic mechanism of the standard test method of gold element in gold mine

Wu Yunqian, Zhang Yiheng, Zhang Jinyan, Li Caiyou

Henan First Geological and Mineral Survey Institute Co., LTD. Luoyang, Henan 471000

[Abstract] In the process of exploitation and utilization of mineral resources, the detection of gold elements in gold mine is an important work. In the detection process of gold element, the use of the standard test method of gold element will greatly affect the results of the detection, so it is critical to compare and analyze the standard test method of gold element correctly. In view of this situation, this paper focuses on the comparison and analysis of several different gold content determination methods in gold ore, in order to improve the accuracy of gold content determination in gold ore. The mineralization mechanism is analyzed by case study.

[Key words] gold mine; gold element; standard test method; comparative analysis; metallogenic mechanism

引言：

金属元素在自然界中的含量较低，金元素主要分布在自然金以及天然合金中。而最近几年，伴随着工业化建设的持续加速，金元素的标准测试也有了重大的突破，多种测试方法的涌现，不仅可以提升检测的品质，还可以提升检测的效率，能够满足企业对金元素的需求。但是总的来说，各种检测方式在难易程度、准确率以及所需要设备的复杂度方面都存在着差异，所以，在检测的过程中，选择合适的检测方式，同样也是促进行业可持续发展的一个关键的基础和基本前提。

1 常用的几种金元素测试方法

表1 金属元素标准测试方法对比

测试方法	优点	缺点
火法试金	1. 适应范围广 2. 分析结果的准确度较高	火法试金工艺过程繁琐，运行费用较高。长期运行，无法满足公司的生产要求
离子	1. 设备应用简	如果使用方法不正确，

交换树脂法	易，作业成本低 2. 在作业过程中具有较高的回收率 3. 工作流程简单	很容易对测试结果产生影响；在操作过程中使用乙醚，无法保证其安全性。
活性炭吸附法	1. 具有极高的回收率 2. 操作简单，成本与物资消耗低 3. 设备应用简易	1、活性炭的选用难度很大，市场上大部分的活性炭都是不可用的，尤其是用煤炭制成的。 2、在制作吸附柱时，很可能会导致测定值过低。
泡沫吸附法	1. 具有极高的回收率 2. 操作简单，成本与物资消耗低 3. 设备应用简易	1. 泡沫和塑料的吸附性能能对测试结果有直接的影响。 2. 市面上销售的泡塑种类繁多，质量参差不齐，选用错误会对试验结果造成影响。

从表1来看，在最近几年，伴随着社会主义市场经济的持

续发展和经济管理体制的不断健全,在企业建设规模和数量继续增长的同时,金属元素的需求量也在继续增长。与此同时,金属元素的标准测试方法应用的科学性、合理性和有效性,会对企业和社会的整体发展产生重大影响。从以上的比较和分析可以看出,火法试剂和离子交换树脂在作业的时候,对环境具有一定的破坏性,这不符合目前国家“可持续发展”的政策方针。泡沫吸附会受到地域的影响,在海拔较高的地方,吸附时的温度会受到很大的影响。所以,从整体上来看,与其他几种方法相比较,活性炭吸附法在企业中的应用相对较多,不受温度、地理环境等多个因素的影响,所以在矿山企业化验室操作过程中的应用也更为广泛^[1]。

2 活性炭吸附火焰原子吸收法标准测试作业流程概述

在目前新产业时代背景下,随着城乡一体化的快速发展,金元素作为重要的金属元素,如何加速金元素的勘查工作成为当前基层产业机构和相关部门的核心发展方向。但是,相对于其他大部分的金属元素来说,在自然界中的金元素的存在状态较为复杂,通常只在几种特殊的金矿石中出现,并且在金矿石中的分配不均匀。在实际的开采操作中,为了增加金元素的回收率,减少公司的成本,需要在获取金元素之前,对基层产业机构和有关部门的工作人员进行大量的样本分析。样本金通常可划分为颗粒金和超微细分散金两种,在样品检测时,颗粒金对样品检测的代表性有很大的影响,在采样时应予以重视。在对各种样品展开类比分析的时候,为了从根本上保证分析数据的代表性、可靠性和科学性,工作人员在采样时,对不同样品的采样量也是不一样的,也就是:取地球化学勘探样品10g,取一般位置矿石20g,用湿法分析,取重要矿物40g~100g,用火法试金。抽样完成后,在相关工作人员进行标准测试之前,为了保证检验的科学性、合理性及精确性,检验工作必须遵照以下程序进行。

(1)对样品进行灼烧

众所周知,因为金矿石的组成成分比较复杂,除了金元素外往往还包含其他有害性元素,所以在进行金元素提取测试时,为了避免受到其他元素对检测的影响,在采样完成之后,工作人员需要先对样本进行灼烧,具体操作步骤如下,即:把样品放进马弗炉里→排列整齐→把样品加热到400摄氏度→保持1个小时→把样品升到650摄氏度→保持1个小时。

在样品加热的过程中,全部加温均要在有氧状态下进行,因此,炉口需要预留一些空隙。

(2)王水溶解

在样本灼烧完毕后,为了让样本彻底的分解,工作人员需要继续进行王水的溶解,具体的操作步骤如下:在灼烧的样品烧杯中加盖表面皿→用水湿润→然后加入100毫升1+1的王水→加热溶解→直至瓶子里只剩下20毫升的王水。在进行王水溶解过程中,为保证样品完全地分解,对样品的溶样温度不宜太高,应使样品处于微沸腾的状态。

(3)活性炭吸附

在金矿石中金元素的标准测试作业中,活性炭的吸收是检测的重要步骤。通过上述分析可知,由于市场上的吸附活性炭型号杂乱、质量不等。所以,如果选用的活性炭不适当,将会极大地影响到测试的效果,所以,在使用活性炭的时候,为了保证测试的科学性、合理性和有效性,需要尽可能地选用符合测试要求的活性炭,并且为了保证测试的准确性,在开始测试之前,需要用盐酸和氟化氢对活性炭中的杂质进行浸泡处理。吸附柱的制作过程较为关键,每个步骤都要将水分抽干,纸浆与炭浆要有明显分层,在吸附柱壁上不能有炭浆和粉炭,不然结果将会出现偏差^[2]。

(4)硫脲解脱

将已完全溶解的样本放入一个锥形瓶中→加入自来水稀释→添加活性炭→盖上塞子→放在振荡器里→振荡半小时→拿出活性炭→用体积密度为5%的盐酸清洗→挤干→放到盛有20ml密度为30g/L硫脲的比色管里→把比色管放在沸水中→静置30分钟→用手将比色管振荡数次→用大头玻璃棒反复挤出泡塑,5次到6次之后,再把活性炭用玻璃棒提高液面→挤出大部分的活性炭溶液。为了从本质上保证操作的科学性 & 数据的准确性,在进行硫脲解脱操作的时候,基层产业机构和有关主管部门的工作人员需要对提取的时间和温度进行严格的控制,这是由于,时间过久会使样品的体积汽化,温度降低会使反应逆向进行,这都会对试验的结果产生不利的影响。

(5)火焰原子吸收仪测定

在对火焰原子吸收仪进行测定时,为保证测量结果的有效性,在实际操作的时候,工作人员需要做好以下几点工作,称出0.1g纯黄金→置入100毫升烧杯中→加10毫升盐酸和5毫升硝酸溶解→在水浴上蒸干→用(1+9)王水溶解→移入1000毫升容器中→用(1+9)王水稀至刻度。仪器的工作条件如下:光源空心阴极灯位金灯→波长为242.8nm→灯的电流为7mA~8mA→燃烧器高度4mm→狭缝0.7mm→空气流量5L/min→乙炔流量1.5L/min^[3]。

3.成矿机制

以位于中国东北吉黑成矿带的赤卫沟金矿床为例,这个金矿在1960年代被发现后,各种生产单位和科研机构,根据各自的研究方向为依据,对其展开了大量的研究。研究的主要内容是:基础地质和成矿流体。并根据流体包裹体研究成果及蚀变矿物组合,将其判定为与火山岩有关的低硫化型浅成低温热液型金矿床。中国东北部的中生代火山岩活动可以分为六个阶段:晚三叠世、早一中侏罗世、晚侏罗世、早白垩世、早白垩世晚期、晚白垩世。尽管对吉黑成矿区域内六个不同阶段的火山岩体的成因还存在较大的分歧,但是对其成因机制的认识已经得到了普遍认可,即认为该区域自侏罗纪开始的岩浆作用是由环状太平洋构造域控制的。前人研究认为,赤卫沟金矿床中的方解石脉体和火山岩体分别为140Ma和149.5Ma,与矿脉体密切相关的闪长玢岩形成于109.3Ma±2.1Ma,据此推

测赤卫沟金矿床应形成于 109~140 Ma, 该时期正值太平洋板块向欧亚大陆板块俯冲阶段。前人的研究结果显示, 火成碳酸岩主要发生在拉张背景下。自燕山时期起, 该地区经历了从古太平洋板块向西侧欧亚大陆板块俯冲作用影响, 在中生代晚期, 该地区由于持续的俯冲作用造成区域内岩石圈加厚, 在 145 Ma 早期由于不稳定的引力而产生了大量的折返, 并在 120-130 Ma 期间出现了明显地拉张减薄现象。赤卫沟金矿床中的方解石脉体是在早期地壳拉伸作用中出现的, 与前人得出火成碳酸岩形成于拉张构造背景下的结论吻合。与碳酸岩熔体形成相关的部分熔融作用可发生在岩石圈地幔, 也可以发生在软流圈地幔, 这是目前已知的最深岩浆源区之一, 这些区域的碳同位素组成都与板块的俯冲密切相关^[4]。在此期间, 蛇绿碳酸岩、蚀变玄武岩和碳酸盐岩等均发生了不同程度的脱碳反应, 其中一小部分由岛弧岩浆释放, 另一部分碳酸盐被带至地幔深部。通过对过渡带和下地幔金刚石中碳酸盐熔体的高温高压试验, 以及对过渡带和下地幔中碳酸盐岩的多相包体等的分析, 已经证明这些碳酸盐岩可以随着海洋板块的板块运动进入到过渡带, 并最终进入到下地幔。岩相学研究显示, 赤卫沟金矿床含金方解石脉中伴有石英产出, 且矿区内发育大量霞石和绢云母, 显示出富硅、富碱的特征。在早白垩世时, 太平洋板块的俯冲作用导致了一次大范围的拉张减薄, 在富硅富碱地幔源区形成高钙、高硅和高碱的碳酸盐岩浆作用下, 地幔中的金以金硅络合物 (AuH_3SiO_4) 或胶体的形态存在, 并随岩浆作用进入到地壳浅

部运移, 与大气降雨发生了相互作用, 从而导致了温度和压力的下降和 SiO_2 沉淀。

结论:

总之, 为了适应目前矿山企业对金元素的检测要求, 为了保证金元素检测结果的准确性, 在各种不同作业环境下, 选用适当的标准检测方式是十分重要的。在以上的基础上, 并结合以往的研究结果, 认为赤卫沟金矿床含金方解石脉为火成碳酸岩岩浆成因, 为中生代晚期太平洋板块俯冲背景下局部伸展环境的产物, 它是在太平洋板块的俯冲作用下, 形成的一种区域性拉张作用。在地壳浅部就位过程中与大气降水混合, 使温度和压力下降, 并产生脱碱性, 在此过程中, 金被沉积下来, 形成了矿。

[参考文献]

- [1]张生莲. 金矿中金元素标准测试方法对比及分析[J]. 世界有色金属, 2020(7):269-270.
- [2]黄彩红. 金矿中金元素标准测试方法的对比及分析[J]. 科学与财富, 2021, 13(7):189.
- [3]吴洪彬, 王炜晓, 郑成龙, 等. 柴北缘赛坝沟金矿床中英云闪长岩的锆石 U-Pb 年龄、地球化学特征及地质意义[J]. 西北地质, 2022, 55(1):101-113.
- [4]侯亚茹, 陆继龙, 范玉超, 等. 原子吸收光谱法测定岩石中铜、铅和锌的不确定度评定及方法改进[J]. 光谱学与光谱分析, 2022, 42(7):2101-2106.