维普资讯 http://www.cqvip.com

技术·方法

一个高品位铂矿地球化学标样的可行性研究

成杭新[1]，沈瑞平[2]，赵传冬[1]，庄广民[1]，刘英汉[1]

（1. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所，廊坊 065000；2. 石家庄职业技术学院，石家庄 050000）

[摘 要]大岩子铂－铜矿床的富矿石铂含量高达6600×10^{-9}。我国已有的系列铂族元素地球化学标样中缺乏高品位的铂矿地球化学标准物质。通过对大岩子铂－铜矿床富矿石铂矿物粒度的初步研究，发现矿石中有>5μm的颗粒铂和≤5μm的超微细铂，颗粒铂的粒径介于4.7～11.9μm之间。颗粒铂占矿石样品总铂的0.015%，超微细铂占99.99%，表明该矿石样适合制作高品位铂矿地球化学标准物质。

[关键词]铂矿石 铂矿物 颗粒铂 超微细铂 地球化学标准物质 大岩子

[中图分类号]P618.53 [文献标识码]A [文章编号]0495－5331(2005)01－0048－03

目前国内外有许多岩石、矿物、矿石、土壤和水系沉积物的地球化学标准物质，用来监控不同实验室、不同分析方法、不同时期地质样品的分析质量。而专门用于监控铂族元素分析质量的地球化学标准物质极其有限，仅有法国的两个铬铁矿标准物质、南非的SARM7铂矿和加拿大的UMT－1[1,2]。我国于1987年开始准备铂族元素的地球化学标准物质，经连续10年的分析技术攻关和样品制备，于1998年研制出专门针对铂族元素的GPt－1、GPt－2、GPt－3、GPt－4、GPt－5、GPt－6、GPt－7[3,4]。在这7个铂族元素地球化学标准物质中，仅有一个为铂钯贫矿石标准物质（GPt－6），铂、钯的含量分别为440×10^{-9}、568×10^{-9}。显然缺乏更高含量的铂矿地球化学标准物质。

制备高含量的铂矿地球化学标准物质，关键在于能否采集到微细粒铂矿物的矿石样品，以保证制备出的标准物质是均匀的。通常地球化学标准物质是在样品加工、分析、制备后采用方差分析进行均匀性检验，这意味着在制备标样的过程中存在巨大的风险，一旦方差分析检验均匀度不合格，就不能鉴定为地球化学标准物质。因此选择合适的矿石样品是制备高含量铂矿地球化学标准物质的关键。在研制标样之前如何判断样品中铂族矿物的粒度就显得尤为重要。

本文利用光谱矿物定量方法，初步讨论大岩子铂－铜矿床中高品位铂矿石的铂族金属矿物的粒径大小，以及用来制作高品位地球化学标准物质的可行性。

1 地质概况及样品采集

大岩子铂－钯矿床的大地构造位置为康滇地轴中段攀西裂谷带，按造山带观点，位于扬子地台西缘龙门山—锦屏山陆内造山带的锦屏山前缘基底隆起带上[5]。

矿区出露地层以震旦系灯影组白云岩为主，次为白垩系小坝组（K_1x）泥质砂岩及第四系坡残积层，其中震旦系灯影组白云岩第三段下部（Zbd_2^{3-2}）为含矿岩系。主要岩石类型有条带状、条纹状含矿白云岩、砖红色含矿白云岩和黄褐色含矿白云岩。

主要矿石矿物有砷铂矿、铜锑钯矿、碲铋钯矿、黄铜矿、斑铜矿、自然铜、自然金、银金矿、黄铁矿及孔雀石、蓝铜矿、蓝辉铜矿等[6]。

本项研究的样品采自于平垌PD1，样品主要为砖红色、黄褐色、条带状、条纹状含矿白云岩，样品质量1000kg。

2 粒度测试方法

研究样品中矿物颗粒的大小通常可采用显微镜观测、电子探针、扫描电镜甚至高分辨率透射电镜或过筛分离计数法，前者的缺点是上述方法不可能将样品中的所有矿物颗粒一一测试出来，后者所获得矿物颗粒的分布也只是一种近似的结果[7,8]。

[收稿日期]2004－03－30；[修订日期]2004－05－08；[责任编辑]余大良。

[基金项目]国土资源部"九五"科技项目（编号：992034）、国土资源大调查项目（编号：F.8.1.3、200120130090）和国家重点基础研究发展规划项目（编号：G1999043212）联合资助。

[第一作者简介]成杭新（1964年－），男，2001年毕业于吉林大学，获博士学位，教授级高工，现主要从事铂矿化探与生态地球化学评价研究工作。

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.1 基本原理

光谱矿物定量法是由我国学者沈瑞平1976年研制的,其主要目的是查明稀有元素在矿石中的赋存状态,并对可能存在的矿物进行定量[9~11]。

铂族元素成矿的主要矿物包括自然铂族元素和金属互化物或硫化物、似硫化物或砷化物等两大类,以后者出现的矿物种类居多[12]。前者的矿物形状多呈粒状,具延展性;后者以脆性为主,形状上以粒状或不规则状为主,板状次之。

由于地质样品中铂矿物颗粒以上述两大类矿物出现的两种可能性均存在,故需分别研究这两大类铂矿物的粒径。

沈瑞平(1977)[10]年曾给出被测矿物颗粒的绝对含量与粒径的关系式:

$$G = \frac{a^3}{12}(6+\pi)nd \qquad (1)$$

其中 n 为拟定被测矿物的粒数,d 为被测矿物的密度(mg/cm^3),a 为被测矿物的平均粒径(μm),G 为被测矿物的绝对含量(ng)。

由于公式(1)中没有考虑单矿物中被测元素所占的百分比,故对该公式需作修改。

当铂矿物主要为硫化物、似硫化物、砷化物时,其密度 d 平均为10.6mg/cm^3,而这些单矿物中纯铂含量为 B(%),其中砷铂矿纯铂含量为57%,硫铂矿中纯铂含量为86%,硫砷铂矿中纯铂含量为65%,故 B 取其平均值为70%;则有被测硫化物、似硫化物、砷化物铂矿物的粒径为:

$$a = \sqrt[3]{\frac{12G}{(6+\pi)dB}} \qquad (2)$$

当自然铂族元素或金属互化物铂矿物颗粒以圆片状出现在样品中,在圆片厚度:粒径=1:5的条件下,圆片的直径为 a(μm),铂的密度为 d(mg/cm^3),铂矿物中纯铂的含量是 B(%),则一粒铂矿物中铂质量为 W,则自然铂或金属互化物的铂矿物颗粒粒径为:

$$a = \sqrt[3]{\frac{20W}{\pi \times d \times B}} \qquad (3)$$

这里 d 为21.45g/cm^3,B 取80%。

2.2 粒度测试方法

研究中测定试样质量为100g,加工破碎到150目,对样品经脱泥、淘洗、得其精矿后即移入塑料烧杯中,遂用盐酸加热,溶去铁矿物及碳酸盐矿物;再以氢氟酸溶解精矿中的脉石矿物;蒸干冷却。摄谱的组合数按化学处理后的干物质量及其颜色来确定,试样采用日产微量缩分器进行缩分,遂装入Φ=1.5×2(mm)的小孔电极中,全部试样装完后压紧;使用WP-1一米光栅(2级光谱)光谱仪进行摄谱,交流电弧,220V,12A,暴光20s。分析线为Pt 306.47nm、Pd 324.27nm、p标尺,得被测元素的绝对含量。本项研究中铂检出限为0.6ng,这也就是说当Pt矿物为硫化物、似硫化物或砷化物时,铂矿物颗粒的粒径检出限为4.7μm,当铂矿物颗粒为自然铂族元素或金属互化物时,其粒径检出限为6.1μm。

3 大岩子铂铜矿床矿石中铂矿物粒度的分布

3.1 颗粒铂的粒度分布

据公式(2)和(3)计算,大岩子矿床矿石中铂矿物颗粒的粒径示于表1。

表1 大岩子铂-铜矿床矿石中铂矿物颗粒粒径

铂颗粒	绝对含量 Pt/ng	粒径/μm DPt-s	粒径/μm DPt-c	铂颗粒	绝对含量 Pt/ng	粒径/μm DPt-s	粒径/μm DPt-c
1	1.1	5.8	7.4	32	0.6	4.7	6.1
2	4.5	9.3	11.9	33	0.6	4.7	6.1
3	2.4	7.5	9.6	34	3.3	8.4	10.7
4	2.7	7.8	10.0	35	0.6	4.7	6.1
5	2.7	7.8	10.0	36	2.4	7.5	9.6
6	4.5	9.3	11.9	37	1.5	6.4	8.2
7	2.7	7.8	10.0	38	0.6	4.7	6.1
8	0.6	4.7	6.1	39	0.6	4.7	6.1
9	2.7	7.8	10.0	40	0.6	4.7	6.1
10	1.5	6.4	8.2	41	1.5	6.4	8.2
11	1.5	6.4	8.2	42	1.1	5.8	7.4
12	0.6	4.7	6.1	43	0.6	4.7	6.1
13	1.5	6.4	8.2	44	2.4	7.5	9.6
14	2.4	7.5	9.6	45	1.5	6.4	8.2
15	1.5	6.4	8.2	46	0.6	4.7	6.1
16	1.5	6.4	8.2	47	2.4	7.5	9.6
17	1.1	5.8	7.4	48	1.1	5.8	7.4
18	3.3	8.4	10.7	49	2.7	7.8	10.0
19	0.6	4.7	6.1	50	1.1	5.8	7.4
20	2.4	7.5	9.6	51	2.4	7.5	9.6
21	0.6	4.7	6.1	52	0.6	4.7	6.1
22	1.5	6.4	8.2	53	1.1	5.8	7.4
23	1.5	6.4	8.2	54	1.5	6.4	8.2
24	1.1	5.8	7.4	55	1.5	6.4	8.2
25	0.6	4.7	6.1	56	1.5	6.4	8.2
26	0.6	4.7	6.1	57	2.4	7.5	9.6
27	1.1	5.8	7.4	58	1.5	6.4	8.2
28	0.6	4.7	6.1	59	4.5	9.3	11.9
29	1.1	5.8	7.4	60	2.7	7.8	10.0
30	2.4	7.5	9.6	61	2.4	7.5	9.6
31	1.1	5.8	7.4	62	3.3	8.4	10.7

注:DPt-s:硫化物、砷化物或似硫化物;DPt-c:自然铂或金属互化物。

表中示明:当铂矿物颗粒为硫化物、砷化物或似硫化物时,铂矿物颗粒的粒径介于4.7~9.3μm之间,平均粒径为6.4μm;当铂矿物颗粒为自然铂或金属互化物时,铂矿物颗粒的粒径介于6.1~11.9μm之间,平均粒径为8.2μm。图1示出的是铂矿物颗粒-粒径分布图,图中也表明铂矿物颗粒

维普资讯 http://www.cqvip.com

的粒径变化较小,分布相对均匀。

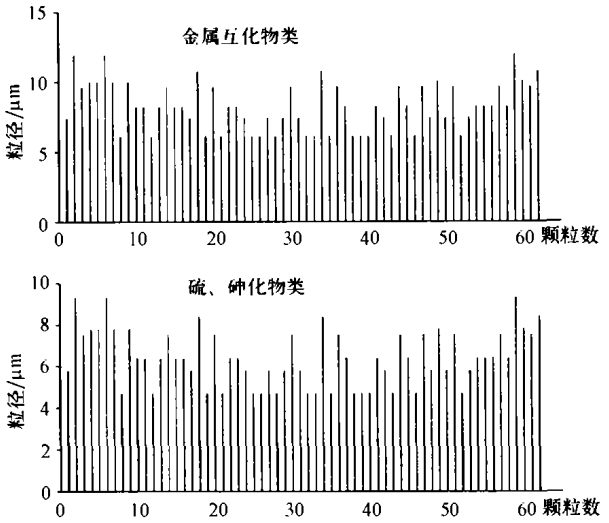


图 1 大岩子矿石颗粒铂粒径径分布图

3.2 超微细铂的分布

金矿化探的文献中常将粒径大于 5μm 的金矿物称为颗粒金,小于 5μm 的金矿物称为超微细金[13,14]。

对该矿石样品中铂含量的 30 余次初步测定,铂的平均含量为 6600×10^{-9}。将样品中大于 5μm 的铂矿物颗粒的铂绝对量换算成样品的铂含量后,发现样品中铂矿物颗粒的铂含量远不能代表整个样品实际分析测试所获得的铂含量(表 2),据此推测样品中大量存在粒径小于 5μm 的超微细铂。

表 2 大岩子矿石样中颗粒铂与超微细铂所占比例

样品铂含量/10^{-9}	大于5μm 的铂矿物颗粒		小于5μm 的超微细铂	
	含量/10^{-9}	比例/%	含量/10^{-9}	比例/%
6600	1.05	0.015	6598.95	99.99

4 初步结论

通过对大岩子铂-铜矿床矿石中铂矿物颗粒粒径的研究,发现大岩子铂-铜矿床矿石中铂矿物有颗粒铂和超微细铂两种粒径的铂矿物,颗粒铂的粒径在 4.7~11.9μm,其中颗粒铂占样品总铂的 0.015%,超微细铂站 99.99%,表明矿石样品中铂矿物颗粒粒度极其细小,分布均匀,适合制作高品位铂矿地球化学标准物质。

研究工作得到谢学锦院士的多次指导,特表感谢。

[参考文献]

[1] Potts P J, Gowing C B and Govindaraju K. Preparation, homogengity, evaluation and cooperative study of two new chromitite reference samples CHR-PT and CHR-Bkg [J]. Geostandards Newsletter, 1992, 16:81~108.

[2] Steele T W, Levin J and Copelowitz I. The preparation and certification of a reference sample of a precious-metal ore. National Institute of Metallurge [M], South Africa, Report No. 1996.

[3] 鄢明才,王春书,顾铁新,等. 铂族元素地球化学标准物质的研制 [J]. 岩矿测试,1998,17(1):1~21.

[4] Yan Ming-cai, Wang Chun-shu, Gu Tie-xin et al. Platinum-group element geochemical certified reference materials (GPt1-7) [J]. Geostandards Newsletter, 1998, 22(2):235~246.

[5] 骆耀南,俞如龙. 龙门山-锦屏山陆内造山带[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1998,93~122.

[6] 张光弟,李九玲,熊群尧,等. 四川会理大岩子铂矿矿化特征与成因初探 [J]. 矿床地质,2002,21(增刊):763~766.

[7] Day S, Fletcher W K. Particle size and abundance of gold in selected stream sediment, Southern British Columbia, Canada [J]. Journal of Geochemical Exploration, 1986, 26:203~214.

[8] Shelp G S, Nichol I. Distribution and dispersion of gold in glacial till associated with gold mineralization in the Canadian Shield[J]. Journal of Geochemical Exploration, 1987, 28:315~336.

[9] 沈瑞平. 光谱矿物定量方法的基本原理 [J]. 地球化学, 1976,4:251~255.

[10] 沈瑞平. 光谱矿物定量方法的基本实验 [J]. 地球化学, 1977,1:47~54.

[11] 沈瑞平. 光谱矿物定量方法的实际应用 [J]. 地球化学, 1977,3:194~202.

[12] 中国科学院地球化学研究所. 铂族元素矿物鉴定手册[M]. 北京:科学出版社. 1981. 25~102.

[13] 王学求,谢学锦. 金的地球化学勘查 [M]. 济南:山东科技出版社,2000. 27~65.

[14] Xie X J and Wang X Q. Geochemical exploration for gold: a new approach to an old problem [J]. Journal of Geochemical Exploration, 1991, 40:25~48.

FEASIBILITY STUDY OF HIGH GRADE PLATINUM-GROUP ELEMENT GEOCHEMICAL GUIDE SAMPLE

CHENG Hang-xin[1], Shen Rui-ping[2], ZHAO Chuan-dong[1], ZHUANG Guang-min[1], LIU Ying-han[1]

(1. *Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Chinese Academy of Geological Sciences, Langfang* 065000;
2. *Shijiazhuang College of Professional Technology, Shijiazhuang* 050000)

Abstract: Pt content in ores at Dayanzi Pt-Cu deposit is 6600×10^{-9}. There is lack of high grade platinum-group element geochemical guide sample in China. Preliminary study of Pt-mineral size in rich ores at Dayanzi show that there exist >5μm Pt particles and ≤5μm ultra-fine Pt particles in diameter. The size of Pt minerals is between 4.7 and 11.9μm. Particle Pt occupies 0.015% of total Pt in ores and ultra-fine particle Pt 99.99%. It is concluded that Pt ores in Dayanzi Pt-Cu deposits are suitability to be used as high grade platinum-group element geochemical guide sample.

Key words: platinum ore, platinum mineral, particle platinum, ultra-fine particle platinum, geochemical guide sample, Dayanzi