

# 铜镍硫化物和海山富钴结壳的 Re-Os 标准物质研制

屈文俊<sup>1</sup>, 杜安道<sup>1</sup>, Yang G<sup>2</sup>, 李超<sup>1</sup>, Stein H J<sup>2,3</sup>, Hannah J L<sup>2,3</sup>

(1 国家地质实验测试中心, 北京 100037; 2 AIRIE Program, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523-1482, USA;  
3 Geological Survey of Norway, 7491 Trondheim, Norway)

Re-Os 同位素系统是研究金属矿床成矿年代和成矿物质来源最直接和有效的方法, 该方法的研究及应用, 不但可以解决一大批金属矿床的成矿年代问题, 而且将对区域成矿理论、成矿规律以及成矿学本身的发展产生深远的影响。另一方面, 富钴结壳的年代学是目前结壳地质基础理论研究中的难点和热点之一, 由于 Os 同位素能够提供一些其他同位素如 Pb、Nd、Sr 所无法给出的重要信息, 在示踪物源、古海洋环境、古气候及古陆地风化等方面, 具有明显的优势, 因此, Os 同位素地层学测年法也被视为最有发展前景的结壳定年手段。样品的准确测定研究的关键, 目前存在的问题是, 对于铜镍硫化物以及海山富钴结壳类样品 Re-Os 同位素系统的研究测定, 国际上还没有相应标准物质的监控。本研究主要目的, 就是按照国家一级标准物质技术规范 (JJG1006-94), 填补这方面的空白。

## 1 标样候选物的选择

### 1.1 铜镍硫化物 (JCBY)

经过初步测定甘肃金川铜镍硫化物矿床、新疆阿尔泰东南部喀拉通克铜镍硫化物矿床和吉林省红旗岭铜镍硫化物矿床等样品, 最后选定在国际上有较高影响的金川铜镍硫化物矿二矿区 (JCBY) 的网状硫化物样品为本研究的标准物质的目标物。

### 1.2 海山富钴结壳 (RCOR)

目标物 (RCOR) 由“大洋一号”船采自中太平洋海山区。原样由大洋协会青岛大洋样品库提供, 样品类型比较复杂, 典型的板状结壳较少, 主要为不同形状 (扁球、椭球) 的结核状结壳。

## 2 标准物质样品制备及分装

### 2.1 铜镍硫化物

样品经球磨粉碎至 200 目后, 再进行人工混匀, 然后直接分装于 150 个棕色玻璃瓶中, 每个瓶中所装样品重量为 20 g, 待测。

### 2.2 海山富钴结壳

首先要将结壳与基岩剥离, 去除大部分基岩、碎屑的样品在低温干燥后进行颚式破碎至 20 目, 进一步剔除异物后低温 (60℃) 干燥, 趁热加入球磨机加工至 200 目, 进行均匀样品。最后采用流化床式气流磨将样品进行超细加工处理。

## 3 样品粒度、矿物组成及主次量成分

### 3.1 铜镍硫化物

首先对样品进行了粒度分布、主量成分分析, 结果表明, 80.8% 的样品粒度小于 40  $\mu\text{m}$ , 94.3% 的样

品粒度小于 80  $\mu\text{m}$ 。样品中的主要矿物成分为斜纤蛇纹石和绿泥石, 主量成分为  $\text{SiO}_2$  和  $\text{MgO}$ , 次量成分为  $\text{Ni}$  和  $\text{Cu}$ , 硫含量达到 4.26%。

### 3.2 海山富钴结壳

其平均粒度 (D50) 仅为 1.8  $\mu\text{m}$ 。样品的主要成分还是  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$ , 分别为 15.4% 和 21.4%,  $\text{Co}$  的含量为 0.62%。RCOR 主要矿物成分为  $\delta\text{-MnO}_2$ , 有少量石英和微量的氟磷灰石。

## 4 均匀性和稳定性检验

采用方差分析法, 即通过组间方差和组内方差的比较来判断各组测量值之间有无系统误差, 结果表明, 由方差计算出的  $F$  值均小于  $F(0.05)$  的临界值, 说明样品瓶间  $\text{Re}$ 、 $\text{Os}$  含量以及  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  同位素比值不存在系统误差, 样品是均匀的。同时, 在跟踪测量的近 4 年间, 样品的成分未发生变化, 样品是稳定的。

## 5 标准物质定值

通过美国 Colorado 州立大学 AIRIE 研究组  $\text{Re-Os}$  同位素实验室和国家地质实验测试中心  $\text{Re-Os}$  同位素实验室, 采用等离子体质谱 (MC-ICP-MS、HR-ICP-MS、ICP-MS), 负离子热表面电离质谱 (TRITON、MAT-262) 协同定值, 采用国际上通用的 Isoplot 软件利用加权的方法对数据进行处理, 通过总不确定度的评估, 最终确定所研制的铜镍硫化物和海山富钴结壳的  $\text{Re}$ 、 $\text{Os}$  含量以及  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  同位素比值的标准值, 见下表。

表 1 铜镍硫化物 (JCBY) 的标准值和不确定度

	$w(\text{Re})/10^{-9}$		$w(\text{Os})/10^{-9}$		$^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$	
	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度
JCBY	38.61	0.54	16.23	0.17	0.3363	0.0029

表 2 海山富钴结壳 (RCOR) 的标准值和不确定度

	$w(\text{Re})/10^{-9}$		$w(\text{Os})/10^{-9}$		$^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$	
	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度
RCOR	0.022	0.015	1.126	0.051	0.8782	0.0102

所研制的铜镍硫化物和海山富钴结壳的  $\text{Re}$ 、 $\text{Os}$  含量以及  $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$  同位素比值标准参考物质, 待申报国家一级标准物质。

志 谢 感谢金川集团公司田毓龙博士、中国地质科学院矿产资源研究所张作衡研究员和国家地质实验测试中心王毅民研究员对本工作的帮助。