

# 河北承德大庙式黑山铁矿床矿石中铂族元素 含量特征

李立兴, 李厚民

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

河北承德大庙式岩浆型铁矿是中国仅次于攀西地区的第二大岩浆型铁矿集中区, 铁矿产于大庙斜长岩杂岩体中, 以黑山铁矿床最典型, 规模最大, 为大型矿床。

## 1 成矿地质背景

矿区地处华北地台北缘燕山台褶带与内蒙地轴的交接地带, 区域上北有丰宁-隆化深断裂, 南有古北口-承德-平泉深断裂; 红石砬-大庙深断裂从矿区南部穿过。矿区出露的地层以新太古界单塔子群变质岩系和中生界侏罗-白垩系火山碎屑岩为主。本区岩浆活动比较强烈, 规模较大, 分布范围遍及全区, 其中与铁矿具有成因联系的是中元古代沿红石砬-大庙深断裂侵入的大庙斜长岩杂岩体。

大庙斜长岩杂岩体是我国唯一的岩体斜长岩, 平面形态呈三角形, 侵位于太古宙单塔子群角闪斜长片麻岩中, 中部受到中生代侏罗-白垩系火山沉积地层的覆盖。大庙斜长岩杂岩体主要由斜长岩、苏长岩和纹长二长岩组成, 相互间呈侵入接触关系。

## 2 矿床地质特征

黑山铁矿床成矿与斜长岩杂岩体关系密切, 主要受大庙岩体次生构造控制。矿区目前有 I 号和 II 号两个采区: I 采区有①、②号两个矿体群, 由近百个矿体(盲矿体)组成, 由于受压扭性构造控制, 矿体向西偏南雁行斜列侧伏; II 采区中矿体主要为③、⑥和⑧号矿体群, 矿体多呈不规则脉状成群出现。黑山铁矿的矿石类型可分为钒钛磁铁矿石、含硫化物铁矿石和铁磷矿石。矿石金属矿物主要为钒钛磁铁矿、钛铁矿, 次有含钴黄铁矿、黄铜矿及磁黄铁矿等, 脉石矿物主要有绿泥石、斜长石和紫苏辉石等。矿石结构以交代溶蚀结构、粒状镶嵌结构、海绵陨铁结构、固溶体分离结构及嵌晶结构最为发育; 矿石构造主要有浸染状构造、块状构造、条带状构造、斑杂状构造及角砾状构造等。

## 3 矿石铂族元素含量分析

产于基性-超基性岩中的钒钛磁铁矿床常伴生有铂族元素(PGE)矿床, 如我国攀西地区红格、白马、渡口、巴硐和新街基性-超基性层状侵入体都以钒钛磁铁矿化为主, 并伴有 PGE 矿化。

本次工作选择了黑山钒钛磁铁矿床中不同类型的矿石和蚀变含矿岩石进行了 PGE 分析, 样品分析在国家地质实验测试中心完成。分析流程主要为: 首先将待测样品与碳酸钠、硼酸钠、硼砂、玻璃粉、硫磺、面粉混合并倒入坩埚中, 然后加入适量钨稀释剂在 1150°C 高温炉内熔融, 将熔体倒入铁模中冷却后取出铁扣, 用 HCl 溶解钨扣滤出不溶物, 在封闭溶样器中用王水溶解滤渣, 最后在 ICP-MS 上测定 Pt、Pd、Rh、Ir、Ru 和 Os, 全流程空白值为 Os、Ir、Ru、Pd 为 0.3 ng, Pt、Rh 为 0.06 ng。分析结果见表 1。

由表 1 可以看出, 黑山铁矿床含硫化物贫铁矿石、块状铁矿石、含硫化物铁矿石、铁磷矿石中的 PGE 含量变化不大, 其  $w(\text{Os})$  为 0.09~0.14 ng/g,  $w(\text{Ir})$  为 0.08~0.13 ng/g,  $w(\text{Ru})$  为 0.51~0.87 ng/g,  $w(\text{Rh})$  为 0.01~0.02 ng/g,  $w(\text{Pt})$  为 0.20~0.41 ng/g,  $w(\text{Pd})$  为 0.26~0.51 ng/g; 但富硫化物蚀变含矿岩石中 PGE 含量明显高于矿石中 PGE 含量, Os、Ir、Ru、Rh、Pt、Pd 含量分别为 0.84 ng/g、1.11 ng/g、2.86 ng/g、0.61 ng/g、3.02 ng/g、19.30 ng/g。黑山铁矿床不同类型铁矿石 PGE 含量均很低, 甚至低于华北地台大陆地壳 PGE 丰度, 说明其没有发生 PGE 矿化。富硫化物蚀变含矿岩石中 PGE 含量相对较高, 除 Pt 含量

低于具 PGE 矿化的攀西地区新街层状基性岩体中辉长岩 Pt 含量外, 其他 PGE 含量均高于新街 PGE 矿化的辉长岩和玄武岩中 PGE 含量, 说明其发生了 PGE 矿化, 且具硫化物越富, 铂族含量越高的特征。

表 1 黑山铁矿床矿石和蚀变含矿岩石的 PGE 分析结果 (w(B)/ng/g)

样品编号	样品特征	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Pd	资料来源
hs-1	含硫化物贫铁矿石	0.10	0.13	0.87	0.02	0.24	0.26	本文
hs-3	富硫化物蚀变含矿岩石	0.84	1.11	2.86	0.61	3.02	19.30	本文
hs-12	块状铁矿石	0.14	0.12	0.78	0.02	0.41	0.49	本文
hs-50-1	含硫化物铁矿石	0.10	0.09	0.59	0.01	0.20	0.26	本文
hs-52	含硫化物铁磷矿石	0.09	0.08	0.51	0.02	0.38	0.51	本文
	原始地幔	3.89	3.848	5.696	1.072	7.92	4.48	Bennett et al., 2000
	华北地台大陆地壳丰度	0.052	0.028	0.05	0.056	1.2	1.1	鄯明才等, 1997
	新街辉长岩	0.73	0.70	0.74		9.19	11.82	张成江等, 1998
	新街玄武岩		0.027	0.056	0.048	1.20	10.7	钟宏等, 2006

在原始地幔标准化图解上(图 1), 黑山铁矿床不同类型矿石标准化曲线非常相似, PGE 分异作用弱, 具 Ru 正异常和 Rh 负异常, 明显不同于岩浆成因矿石标准化曲线左倾的特点。该特征与野外观察中发现的穿插于斜长岩中的铁磷矿脉、磁铁矿硫化物矿脉有热液成矿作用的显示相符(李立兴等, 2010)。富硫化物蚀变含矿岩石中 Pd 相对原始地幔明显富集, 其他元素分异作用弱, 没有元素异常。Pt、Pd 在热液作用过程中明显富集, 主要赋存在黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿中, 并呈 As、Te、Sb、Bi 化合物形式产出(梁有彬等, 1998)。黑山铁矿床富硫化物蚀变矿石相对于矿石 PGE 相对富集, 两者标准化曲线的形态也明显不同, 说明 PGE 主要赋存于硫化物中, 是蚀变交代作用导致了黑山铁矿床中 PGE 的富集。

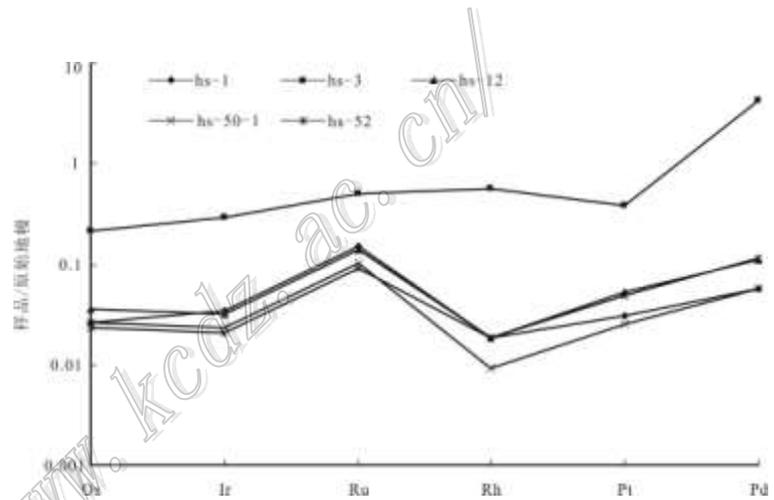


图 1 黑山铁矿床矿石和蚀变含矿岩石铂族元素原始地幔标准化图解

#### 4 结论

黑山铁矿床矿石中铂族元素分析表明, 黑山铁矿区内矿石基本上都没有发生 PGE 矿化, 而富硫化物蚀变含矿岩石具有 PGE 成矿潜力。PGE 主要赋存于硫化物中, 蚀变交代作用导致了黑山铁矿床中 PGE 的富集。

#### 参考文献

- 李立兴, 李厚民, 陈正乐, 王登红, 陈伟十. 2010. 河北承德黑山铁矿床热液成矿特征及流体包裹体研究[J]. 岩石学报, 26(3): 858-870.
- 梁有彬, 刘同有, 宋国仁. 1998. 中国铂族元素矿床[M]. 北京: 冶金工业出版社. 89-101.
- 鄯明才, 迟清华. 1997. 中国东部地壳与岩石的化学组成[M]. 北京: 科学出版社. 11-155.
- 张成江, 汪云亮, 李晓林, 修淑芝, 黄永建. 1998. 新街镁铁-超镁铁侵入体的铂族元素地球化学特征[J]. 地球化学, 27(5): 458-466.
- 钟宏, 朱维光, 漆亮, 周美夫, 宋谢炎, 张贻. 2006. 攀西地区峨眉山玄武岩的铂族元素地球化学特征[J]. 科学通报, 51(11): 1297-1304.
- Bennett V C, Norman M D and Garcia M O. 2000. Rhenium and platinum group element abundances correlated with mantle source components in Hawaiian picrites sulphides in the plume[J]. Earth and Planetary Science Letters, 183: 513-526.