

巴基斯坦穆斯林巴赫铬铁矿床成矿环境、 地质特征及控矿因素*

洪俊^{1,2)}, TAHSEENULLAH Khan³⁾, 张晶²⁾, 张辉善²⁾, 杨博²⁾, ASAD Ali⁴⁾

1) 国土资源部岩浆作用成矿与找矿重点实验室, 中国西安, 710054;

2) 中国地质调查局西安地质调查中心, 中国西安, 710054;

3) 巴基斯坦 Bahria 大学地球与环境学院, 巴基斯坦伊斯兰堡, 44000;

4) 巴基斯坦地质调查局, 巴基斯坦伊斯兰堡, 44000

关键词: 控矿因素; 铬铁矿; 穆斯林巴赫; 巴基斯坦

巴基斯坦境内蛇绿岩广泛分布, 且大多发育铬铁矿化。穆斯林巴赫铬铁矿床位于巴基斯坦中部, 是新特提斯缝合带中大型豆荚状铬铁矿床之一, 目前已经发现数百个矿体, 储量超过 4000 kt, 是巴基斯坦境内最重要的铬铁矿产地。张洪瑞等 (2013) 总结了中部瓦济里斯坦-贝拉蛇绿岩带的地质特征和穆斯林巴赫铬铁矿床的产出特征, 认为穆斯林巴赫铬铁矿床成因仍存在争议, 其形成构造环境、控矿因素有待于进一步研究。本文论述穆斯林巴赫矿床的地质特征, 通过矿床地球化学和铬尖晶石矿物化学等研究, 结合我国典型的罗布莎豆荚状铬铁矿研究成果, 分析了主要控矿因素, 为巴基斯坦境内相同类型矿床的找矿勘查提供依据。

1 地质背景

穆斯林巴赫铬铁矿床赋存在巴基斯坦中部瓦济里斯坦—穆斯林巴赫—贝拉新特提斯蛇绿岩中, 蛇绿岩形成时代为~80 Ma, 在晚白垩世—古近纪时期仰冲就位 (Mehrab et al., 2007)。穆斯林巴赫蛇绿岩总体呈 NEE 向展布, 长约 100 km, 宽约 30 km, 由西向东断续出露坎诺赛、江格陀加尔、萨布兰陀加尔—尼赛等三个基性—超基性体 (张洪瑞等, 2013)。单个岩体, 在剖面上包括底部的地幔橄榄岩、堆晶基性—超基性岩和席状岩墙群, 堆晶岩显示从纯橄岩, 向上逐渐过渡为辉石

岩、辉长岩的韵律。地幔橄榄岩主要由方辉橄榄岩、纯橄岩及少量异剥橄榄岩组成, 发育不同程度蛇纹石化。方辉橄榄岩呈暗黄绿—灰绿色, 主要由镁橄榄石、斜方辉石, 以及铬尖晶石、磁铁矿等副矿物组成; 纯橄岩可分为两类, 一类呈大面积出露的独立岩相, 另外一类则呈透镜状、脉状出现在方辉橄榄岩中。超基性岩体中见大量辉长岩、辉绿岩岩墙 (岩脉) 和少量斜长花岗岩脉侵入, 岩墙主要为 NNW 走向。

2 矿床地质特征

穆斯林巴赫铬铁矿床由数百个矿体组成, 单个矿体规模大小不一, 其中储量在 50 kt 以上的矿体有 8 个, 其他矿体多在 1000~5000 t。铬铁矿主要分布在江格陀加尔岩体的西部, 萨布兰陀加尔、尼赛岩体的中西部。矿体主要产在堆晶岩之下的地幔橄榄岩中, 集中分布在纯橄岩与斜方辉橄榄岩接触带附近, 且靠近纯橄岩一侧内 (洪俊等, 2015a)。矿体呈似层状、透镜状、雪茄状、脉状、条带状产出, 与围岩的接触关系清楚截然。在江格陀加尔岩体段已发现矿体 40 余个, 单个矿体规模为 1000~1500 t, 矿石中 $w(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 最高达 55%, Cr/Fe 比值平均为 3.5。矿石主要为半自形—他形粒状结构, 致密块状、豆状和浸染状构造。在堆晶纯橄岩内, 矿体以似层状为主, 矿层厚度从几毫米至几米不等, 为不同稠密程度的浸染状矿石, 多产于纯橄岩的顶部。在萨布兰陀加尔—尼赛岩体

*注: 本文为中国地质调查局地质调查项目 (编号: 12120115066801, 1212011120336) 联合资助的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-09-20; 责任编辑: 刘志强。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.078

作者简介: 洪俊, 男, 1985 年生。硕士研究生, 主要岩浆作用与成矿作用研究、境外地质国际合作研究。Email: hongjunmail2013@163.com。

段, 岩性以斜方辉橄岩为主, 含有大量纯橄橄岩透镜体, 矿体呈豆荚状、铅笔状、团块状和网脉状。矿石类型多样, 包括致密块状、浸染状构造、豆状(瘤状)构造、斑杂状和条带状构造等: ①致密块状矿石, 由粗粒(1~5 mm)铬尖晶石单晶体或聚晶体紧密镶嵌而成, 铬尖晶石晶体常具他形变晶结构, 由微粒-细粒晶(0.5~1.0 mm)分布在粗粒级铬尖晶石晶体之间, 呈不规则状, 粒间充填橄橄石、蛇纹石等脉石矿物; ②豆状矿石, 豆体由数粒铬尖晶石组成, 多呈球状-椭球状, 粒径 0.2~1.0 cm 不等, 豆体外围一般有纯橄岩包壳, 往往发生蛇纹石化, 豆体有时被拉长, 具有定向性排列, 反映成矿期的扭应力作用, 部分豆体甚至发生塑性变形; ③浸染状矿石, 铬铁矿晶体呈无规律分散分布, 出现在橄橄石粒间, 从稀疏一稠密浸染状, 铬尖晶石含量一般为 10%~60%。

3 构造环境及控矿因素

铬铁矿组分特征受蛇绿岩构造环境的制约, 富铬型铬铁矿往往形成于岛弧或弧前盆地, 对应于俯冲带之上环境。通过穆斯林巴赫铬铁矿中铬尖晶石矿物化学分析, 结果表明, 造矿铬尖晶石中 Cr_2O_3 含量都在 45%~64%之间, Al_2O_3 含量在 10%~20%之间, 总体上表现富铬、贫铝的特征, 与我国罗布莎铬铁矿的成分非常相似, 属于富铬型铬铁矿(洪俊等, 2015b)。穆斯林巴赫蛇绿岩中堆晶岩、岩脉地球化学特征同样反映其属于俯冲带之上(SSZ)型, 形成于初始岛弧环境(Kakar et al., 2013, 2014)。

矿床的主要控矿因素包括: 一是岩相组合分带, 矿体产于蛇绿岩底部地幔橄橄岩中, 与方辉橄橄岩+纯橄橄岩相组合密切相关。穆斯林巴赫铬铁矿的含矿围岩以方辉橄橄岩和纯橄岩为主, 绝大部分产于蛇纹石化纯橄岩中, 均不含或者含极少的二辉橄橄岩; 二是构造对成矿的控制作用, 矿体、矿体群和矿带的总体产状及矿体分布受构造变形的制约, 即它们具有同构造变形的分布规律。铬铁矿在地幔演化和高温流变过程中, 在剪切应力作用下与围岩一起遭受塑性剪切流变, 导致矿体沿着一定的叶理、面理延伸方向集中分布。穆斯林巴赫矿床中铬铁矿体拉长, 平行于线理方向分布, 部分地区地幔橄橄岩发育等斜褶皱, 矿体往往出现在褶皱两翼位置, 围岩及矿体的褶皱

变形一般发生在成矿的早期阶段, 是在剪切应力的作用下所产生的塑性变形效应所致。

4 结论

(1) 穆斯林巴赫铬铁矿产于新特提斯缝合带中, 蛇绿岩形成年龄约为 $80.2 \pm 1.5 \text{ Ma}$, 其仰冲就位时代为晚白垩世-古近纪, 属于 SSZ 型蛇绿岩。

(2) 铬尖晶石矿物化学表明, 造矿铬尖晶石成分稳定, 以高铬、富镁为特征, 围岩中副矿物铬尖晶石成分变化范围较大, 相对低铬、富铝特征。

(3) 穆斯林巴赫铬铁矿的控矿因素包括: 一是岩相组合分带, 矿体产于蛇绿岩底部地幔橄橄岩中, 与方辉橄橄岩+纯橄橄岩相组合密切相关, 二是构造对成矿的控制作用, 矿体、矿体群和矿带的总体产状及矿体的分布受构造变形的制约。

参 考 文 献 / References

- 洪俊, 姚文光, 计文化, 吕鹏瑞, 罗彦军. 2015. 巴基斯坦基性-超基性岩铬尖晶石矿物化学及铬铁矿找矿潜力分析. 新疆地质, 33(2): 251~257.
- 洪俊, 姚文光, 张晶, 张辉善, 吕鹏瑞, 杨博. 2015. 新特提斯缝合带中段豆荚状铬铁矿成矿规律对比研究. 地质学报, 89(09): 1618~1628.
- 张洪瑞, 侯增谦, 贾敬伍, 胡茂德, 杨竹森. 2013. 巴基斯坦穆斯林巴赫铬铁矿床. 矿床地质, 32 (5): 1072~1074.
- Kakar M I, Khalid M, Andrew C K, Khalid M. 2013. Petrology of the mantle rocks from the Ophiolite, Balochistan, Pakistan. Journal of Himalayan Earth Sciences, 46(2):101~112.
- Kakar M I, Andrew C K, Khalid M, Alan S Collins, Mehrab K, McDonald I. 2014. Supra- subduction zone tectonic setting of the ophiolite, Northwestern Pakistan: Insights from geochemistry and petrology. Lithos, 202-203:190~206.
- Mehrab K, Andrew C.K, Khalid M. 2007. Formation and tectonic evolution of the Cretaceous- Jurassic ophiolitic tectonic setting of ophiolites. Journal of Earth Sciences, 31:112~127.

HONG Jun, TAHSEENULLAH Khan, ZHANG Jing, ZHANG Huishan, YANG Bo, ASAD Ali: Ore-forming environments, geological features and ore-controlling factors of Muslim Bagh chromite deposit, Pakistan

Keywords : ore-controlling factors; chromite deposit; Muslim Bagh; Pakistan