

铬铁矿自然重砂组合特征及其找矿意义

隋真龙, 董国臣, 董亮琼, 何 勇, 王曼丽

SUI Zhen-long, DONG Guo-chen, DONG Liang-qiong, HE Yong, WANG Man-li

中国地质大学(北京), 北京 100083

China University of Geosciences, Beijing 100083, China

摘要:为探究与基性—超基性岩有关的铬铁矿床所体现的重砂矿物类型及其组合特征,在西藏、新疆、甘肃、青海、内蒙古、河北和陕西7个省(自治区)共选择14个典型铬铁矿床(点),对所响应的自然重砂矿物进行统计。研究表明,这些矿床(点)中所响应的矿物主要为铬铁矿及铬尖晶石,计算出所涉及重砂矿物的报出频数及报出率,并通过图解直观地表现出与基性—超基性岩有关的铬铁矿床的自然重砂矿物组合,为与基性—超基性岩有关的铬铁矿找矿勘查提供了重要的矿物学依据。

关键词:铬铁矿;基性—超基性岩;自然重砂;找矿意义

中图分类号:P618.33 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2014)12-1929-04

Sui Z L, Dong G C, Dong L Q, He Y, Wang M L. Natural placer mineral assemblage characteristics of chromite deposit and its significance for ore exploration. *Geological Bulletin of China*, 2014, 33(12):1929-1932

Abstract: This paper aims to explore types of heavy minerals related to basic-ultrabasic rock chromite deposits and their combination characteristics in Tibet, Xinjiang, Gansu, Qinghai, Inner Mongolia, Hebei and Shaanxi. 14 typical chromite deposits were selected to study the natural response of heavy minerals. It is found that the responding minerals in these deposits are mainly chromite and chromium spinel. In addition, the authors calculated the frequencies of occurrence of heavy minerals involved and displayed the natural heavy mineral assemblages in chromite deposits related to basic-ultrabasic rocks audio-visually through illustrations, thus providing important mineralogical reference data for the exploration of chromite deposits

Key words: chromite; basic-ultrabasic rock; natural heavy mineral; prospecting significance

自20世纪60年代起,中国自然重砂测量工作便已全面展开,随着80年代1:5万区调工作的开展,很多省份也展开了重砂测量工作。近年来,全国各省(市、自治区)已进行自然重砂资料应用及汇总,为后续研究积累了大量的宝贵资料。目前面临的主要问题是如何利用这些数据探究重砂矿物组合特征及其对于矿床成因的指示作用。前人^[1-4]针对自然重砂的研究工作主要包括自然重砂矿物的组成、形态及其与矿源母体的关系,只对少数矿物如自然金、白钨矿、黑钨矿等研究较深,涉及到矿床的成因意义,以及重砂矿物的磨圆和颗粒与搬运距

离的关系等。目前对铬铁矿的研究很少,更不用说其成矿作用的指示意义。本文以与基性—超基性岩有关的铬铁矿床为研究对象,旨在研究其重砂矿物特征,建立铬铁矿的自然重砂组合,为建立铬铁矿自然重砂找矿模型提供依据。

1 地质矿产背景

中国基性—超基性岩分布广泛、类型多样,其中蛇绿岩型(含阿尔卑斯型)与铬铁矿密切伴生。中国蛇绿岩型基性—超基性岩主要分布于显生宙各地质时期,大多沿着缝合带或深大断裂带延伸,

收稿日期:2014-03-16;修订日期:2014-10-10

资助项目:长江学者和创新团队发展计划项目(编号:IRT1083)、教育部111计划项目(编号:B07011)及中国地质调查局项目(编号:1212011121038)

作者简介:隋真龙(1992-),男,在读本科生,地质学专业。E-mail: 732393576@qq.com

通讯作者:董国臣(1962-),男,博士,教授,矿物学、岩石学、矿床学专业。E-mail: donggc@cugb.edu.cn

从目前的研究程度分析,青藏高原及周边地区作为特提斯构造域的一部分,存在许多基性—超基性岩,呈带状分布,构成蛇绿岩带,如雅鲁藏布江蛇绿岩带、班公湖—怒江蛇绿岩带、新疆天山—阿尔泰地区、东北大兴安岭—长白山地区、中部秦岭山区等也存在着蛇绿岩带;华北克拉通及扬子地块内也存在着点状或带状分布的基性—超基性岩带,如华北克拉通北部的红石砬—大庙斜长岩带、扬子地块西缘的攀枝花橄榄辉长岩带等。其中西南特提斯构造带是中国铬铁矿最重要的产地,也是进一步寻找铬铁矿的最大潜在远景区^[5-8]。通过前人研究^[9]可知,铬铁矿自然重砂异常主要沿蛇绿混杂岩带分布,与基性—超基性岩及铬铁矿矿产地分布高度吻合,因此通过铬铁矿自然重砂异常分布,可以推测潜在的铬铁矿床。

2 矿床的选择及工作方法

截至 1996 年底,中国已探明的铬铁矿储量有 $1314.9\times10^4\text{t}$,据黎彤教授测算,中国铬铁矿总量约 $4400\times10^4\text{t}$,资源潜力约为 $3100\times10^4\text{t}$ 。中国已查明的铬铁矿区分布于全国 13 个省、市、自治区,主要集中于西部地区。中国铬铁矿床的特点是矿床规模小、分布零散,分布区域不均衡、开发利用条件差,贫矿与富矿储量大体各占 1/2,露采矿少,小而易采的矿床基本已采完,矿床类型单一,均属内生型矿床,直接产于基性—超基性岩体中,可细分为 2 类:①主要

产于前寒武纪地台区内,以纯橄榄岩为主的纯橄榄岩、单斜辉石岩型岩体中,这类矿床有四川大槽、河北的高寺台、毛家厂、北京的放马峪、平顶山等;②主要产于古生代以来的地槽区内以斜辉辉橄岩为主的纯橄榄、斜辉辉橄岩型镁质岩体中,这类矿床是中国铬铁矿的主要类型,例如西藏的罗布莎、东巧,新疆的萨尔托海,内蒙古的贺根山等矿床均属于这种类型^[10-15]。本文以全国 1:20 万自然重砂数据资料和预测工作区自然重砂成果资料为基础,选取了西藏、新疆、甘肃、青海、内蒙古、河北、陕西 7 省(自治区)共 14 个典型铬铁矿床(点)(表 1),针对不同的铬铁矿床所反映的自然重砂情况,对自然重砂矿物的报出频率(以下简称为报出率)进行研究。通过铬铁矿自然重砂与铬铁矿床的空间关系,探究其对铬铁矿矿床的响应。

3 与基性—超基性岩有关的铬铁矿重砂矿物报出率

在铬铁矿自然重砂矿物报出率的计算上,若某一矿物出现 n 次,即记频数为 n ,再记矿床的总数为 N ,则该矿物的报出率即等于 n/N 。

中国铬铁矿床多与基性—超基性岩有关,其他类型由于已知矿床数量较少,在此便不再做其他分类统计。本次选取西藏罗布莎、马里—同卡、铬村、丁青,甘肃大道尔吉,新疆萨尔托海,内蒙古贺根山、索伦山,青海玉石沟、三岔,河北高寺台、遵化毛家

表 1 自然重砂矿物报出结果
Table 1 Statistics of frequencies of occurrence of natural heavy minerals

矿床类型	矿床(矿点)名称	自然重砂矿物组合
基性—超基性岩型	西藏罗布莎式蛇绿岩型铬铁矿 ^①	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	西藏马里—同卡蛇绿岩型铬铁矿 ^①	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	西藏铬村蛇绿岩型铬铁矿 ^①	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	西藏丁青蛇绿岩型铬铁矿 ^①	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	青海玉石沟铬铁矿 ^②	铜族、铬族、辰砂、铅族、自然金、钼族、稀土、铁族、磷灰石、重晶石、铋族、钨族
基性—超基性岩型	青海三岔铬铁矿 ^②	铜族、铬族、辰砂、铅族、自然金、钼族、稀土、铁族、磷灰石、重晶石、铋族、钨族
基性—超基性岩型	甘肃大道尔吉式岩浆型铬矿 ^③	铬铁矿
基性—超基性岩型	新疆萨尔托海铬铁矿床 ^④	铬铁矿、自然金、铅矿物、重晶石、锡石
基性—超基性岩型	河北高寺台铬铁矿 ^⑤	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	河北遵化毛家厂铬铁矿 ^⑤	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	内蒙古贺根山铬铁矿床 ^⑥	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	内蒙古索伦山铬铁矿床 ^⑥	铬铁矿、铬尖晶石
基性—超基性岩型	陕西商南县松树沟铬铁矿床 ^⑦	铬尖晶石、磁黄铁矿、镍黄铁矿
基性—超基性岩型	陕西留坝县楼房沟铬铁矿点 ^⑦	铬铁矿、石榴子石

厂,陕西商南县松树沟、留坝县楼房沟共 14 个典型矿床(点)进行统计研究,统计所选矿床(点)周围报出的自然重砂矿物,计算各单矿物的报出率(表 2)。

由统计结果可以看出,与基性—超基性岩有关的铬铁矿床在周边形成的自然重砂分散晕中,铬铁矿几乎全部出现,铬尖晶石报出率也较高(79%),其次为自然金、铅矿物及重晶石(21%),其余的如磷灰石、镍黄铁矿、石榴子石等均低于 20%(图 1,表 2)。

根据统计学原理,若以某一百分比的报出率为界,出现概率在该百分比以上的矿物则可作为该类矿床的代表性矿物组合。结合数据统计情况,本文以 70% 为界,即报出率在 70% 以上的矿物可作为一套与基性—超基性岩有关的铬铁矿代表性矿物组合,即铬铁矿+铬尖晶石。

4 讨 论

4.1 与铬铁矿床矿物组合对比

参考已有资料^[6]可知,该类矿产的金属矿物有铬铁矿(铬尖晶石)、磁铁矿、镍黄铁矿、钛铁矿、磷灰石、铅矿物、辰砂、铂族矿物等;非金属矿物有橄榄石、绿泥石、石榴子石、透辉石、蛇纹石、滑石、碳酸盐等。通过铬铁矿报出的重砂矿物组合与铬铁矿矿床的矿物组合对比发现,金属类重砂矿物与矿床的响应程度较好,尤其是铬铁矿、铬尖晶石,而非金属类矿物的对应关系则较差,认为这可能是由于铬铁矿矿床中非金属矿物较不稳定造成的。

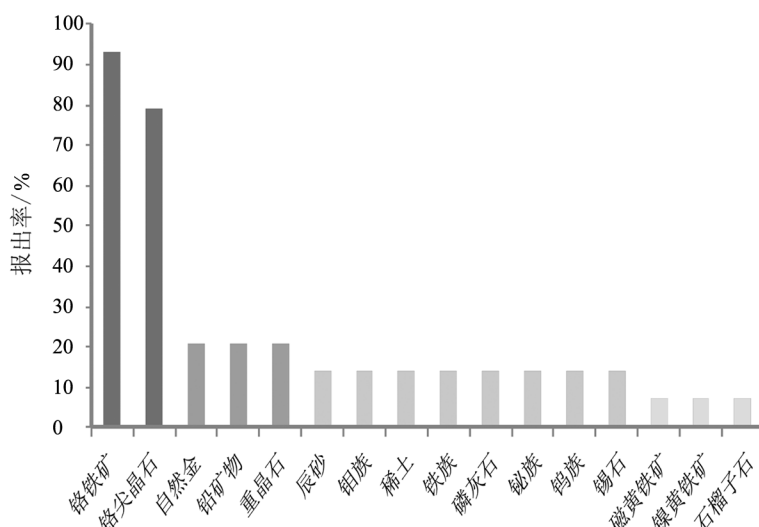


图 1 与基性—超基性岩有关的铬铁矿自然重砂矿物报出率直方图

Fig. 1 Histogram showing frequencies of occurrence of natural heavy minerals of chromite deposits related to basic-ultrabasic rocks

表 2 与基性—超基性岩有关的铬铁矿自然重砂单矿物报出率

Table 2 Frequencies of occurrence of natural individual heavy minerals of chromite deposits related to basic-ultrabasic rocks

报出率>50%	报出率 50%~20%	报出率<20%
铬铁矿 93%	自然金 21%	辰砂 14%
铬尖晶石 79%	铅矿物 21%	铂族 14%
	重晶石 21%	稀土 14%
		铁族 14%
		磷灰石 14%
		铋族 14%
		钨族 14%
		锡石 7%
		磁黄铁矿 7%
		镍黄铁矿 7%
		石榴子石 7%

4.2 铬铁矿床原岩特征

中国现有铬铁矿几乎均产于基性—超基性岩体,而此类岩体由方辉橄榄岩、纯橄岩、二辉橄榄岩、单斜辉石岩、斜辉辉橄岩等组成。在自然风化条件下,这些不稳定岩石极易由于蛇纹石化、绿泥石化、碳酸盐化及透闪石化等发生强烈蚀变。例如橄榄岩蚀变为蛇纹石、滑石菱镁(片)岩、绿色片岩(绿泥石片岩、阳起石透闪石岩等)。因此,铬铁矿母岩在剥蚀搬运过程中,上述的基性、超基性岩石很难以原岩形式保存下来,多以不稳定次生矿物形式保存下来,而这些不稳定矿物对于母岩所经历的环境具有重要的指示意义。相反,基性—超基性岩体中所包含的铬铁矿、铬尖晶石等矿物,由于性质稳定、抗风化能力较强,能较好地以稳定自然重砂矿物形式沉积下来,从而指示母岩源区存在铬铁矿床,且其磨圆度、粒度等颗粒性质也可以较好地反映其搬运时的水动力强度及距源区矿床的距离^[6,9]。

4.3 铬铁矿自然重砂研究意义

铬铁矿是中国重要的战略矿产资源,因其强度高、耐腐蚀等优良特性而被广泛应用于冶金工业、军工、航空等各个领域。中国铬铁矿是短缺矿种,因此对于铬铁矿的开发与利用,尤其是找矿新模型的建立具有重要意义。随着自然重砂资料研究的愈加深,利用自

然重砂矿物组合特征找寻铬铁矿矿源的方法无疑为此类矿产找矿提供了一条新途径。

利用铬铁矿自然重砂矿物的标型特征,不仅可以反映母岩所经历的搬运环境,指示母岩源区存在的铬铁矿,还可以作为追索含矿金伯利岩的线索,例如中国含矿金伯利岩中铬铁矿呈黑色,粉末为褐色,金属光泽,不透明,反光镜下为均质,无磁性或弱磁性;如果金伯利岩中含铬尖晶石类矿物,成分符合 $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 53\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 < 11\%$ 、 $\text{MgO} < 12\%$ 、 $\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al}) > 70\%$,也是金伯利岩含金刚石的标志^[16-17]。

5 结 论

(1)基性—超基性岩型铬铁矿对应的自然重砂矿物组合由报出率大于70%的矿物厘定,即铬铁矿+铬尖晶石。

(2)这一自然重砂矿物组合具有重要的研究意义,可用于研究岩体的含矿性及其成因特征。

致谢:成文过程中得到中国地质大学(北京)张翔、权瑞、潘彦宁硕士及曾洋同学的支持和帮助,在此一并表示感谢。

参考文献

- [1]Pirkle F L, Pirkle W A, Pirkle E C. Chapter 45: Heavy-mineral sands of the Atlantic and Gulf Coastal Plains, USA[J]. *Developments in Sedimentology*, 2007, 58: 1144-1232.
- [2]Eduardo G, Sergio A. Chapter 20: Heavy mineral concentration in modern sands: Implications for provenance interpretation[J]. *Developments in Sedimentology*, 2007, 58: 517-545.
- [3]Sergio A, Danilo B, Pietro V, et al. Raman spectroscopy as an effective tool for high-resolution heavy-mineral analysis: Examples from major Himalayan and Alpine fluvio-deltaic[J]. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2009, 73(3): 450-455.
- [4]Barrie J V. Hydrodynamic factors controlling the distribution of heavy minerals[J]. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1981, 12(5): 609-619.
- [5]周永璋. 铬铁矿床成因论[J]. *地质找矿论丛*, 1996, 11(1): 44-48.
- [6]鲍佩声, 王希斌, 彭根永, 等. 中国铬铁矿床[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 35, 21-40, 143-294.
- [7]王恒升, 白吉文, 王炳熙, 等. 中国铬铁矿床及成因[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 32-59.
- [8]王希斌, 鲍佩声. 豆荚状铬铁矿床的成因——以罗布莎铬铁矿床为例[J]. *地质学报*, 1987, (2): 166-181.
- [9]邓午忠, 严刚, 刘应权. 西藏蛇绿混杂岩中铬铁矿重砂矿物特征及找矿方向点滴[J]. *科技创新导报*, 2012, (6): 92.
- [10]陈向阳, 谢群. 中国铬铁矿的现状与展望[J]. *工业科技*, 2006, 35(5): 38.
- [11]朱明玉, 王成辉, 王登红, 等. 中国铬铁矿主要集区及其资源潜力探讨[J]. *中国地质*, 2013, 40(4): 995-1004.
- [12]杨经绥, 巴登珠, 徐向珍, 等. 中国铬铁矿床的再研究及找矿前景[J]. *中国地质*, 2010, 37(4): 1142-1147.
- [13]白文吉, 崔翼万. 铬铁矿床类型及其成因的探讨[J]. *地质学报*, 1977, (1): 30-40.
- [14]宋瑞祥. 中国矿产资源报告[M]. 北京: 地质出版社, 1997: 78-80.
- [15]李廷栋, 等. 青藏高原地质文集(6)—超基性岩. 铬铁矿[M]. 北京: 地质出版社, 1983: 69, 148-150.
- [16]王希斌, 解广轰, 赵大升. 西藏地区的超基性岩及其铬尖晶石类矿物特征[M]. 北京: 科学出版社, 1965: 75-91.
- [17]徐向珍, 杨经绥, 巴登珠, 等. 雅鲁藏布江蛇绿岩带的康拉铬铁矿中发现金刚石[J]. *岩石学报*, 2008, 24(7): 1453-1462.
- ①西藏自治区地质调查院. 西藏自治区自然重砂资料应用报告. 2012.
- ②青海省地质调查院. 青海省自然重砂资料应用研究报告. 2012.
- ③甘肃省地质调查院. 甘肃省自然重砂资料应用研究成果报告. 2013.
- ④新疆维吾尔自治区地质调查院. 新疆维吾尔自治区自然重砂资料应用研究成果报告. 2013.
- ⑤河北省地质调查院. 河北省自然重砂资料应用成果研究报告. 2013.
- ⑥内蒙古自治区地质调查院. 内蒙古自治区自然重砂资料应用报告. 2013.
- ⑦陕西省地质调查院. 陕西省自然重砂资料应用成果研究报告. 2013.