

北祁连拉硐超基性岩体铬尖晶石特征研究及找矿意义

徐均强¹, 徐伟祥¹, 杜韦², 崔灿²

(1. 山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021; 2. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:拉硐超基性岩体位于青海省祁连县城东北约15 km处, 面积约7.6 km², 岩性主要由蛇纹石化橄榄岩、蛇纹石化辉橄岩、蛇纹岩及纯橄岩组成, 共发现157个铬铁矿小矿体, 铬铁矿体成群出现, 依据野外铬铁矿体分布范围, 自西向东划分为10个矿带, 通过对其中铬尖晶石取样分析研究, 并与区内其他含矿岩体中铬尖晶石样品化验分析结果对比, 确定该类岩体不同岩性组合带的找矿方向。

关键词:超基性岩; 铬铁矿; 铬尖晶石; 找矿方向; 青海省北祁连

中图分类号: P575

文献标识码: A

拉硐超基性岩体位于青海省祁连县城东北约15 km的大拉硐沟源头, 海拔4 300~4 900 m, 部分地区常年积雪覆盖。岩体形态不规则(图1和图2), 面积约7.6 km²。岩性主要由蛇纹石化橄榄岩、蛇纹石化辉橄岩、蛇纹岩及纯橄岩组成。工作中共发现了157个铬铁矿小矿体, 铬铁矿体成群出现, 单个矿体较小, 大部分矿体沿小规模断裂破碎带分布, 根据矿石化学分析样品结果, 铬铁比值一般大于3, 但SiO₂含量较高, 一般6.9%~13.11%。根据铬铁矿体分布范围, 自西向东划分为10个矿带, 依次编号为I—X。

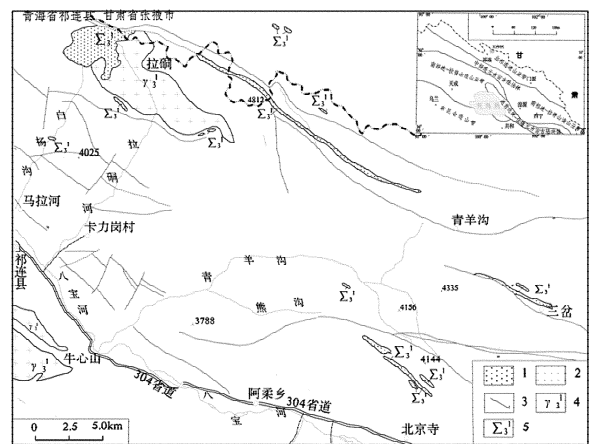


图1 祁连造山带中西段超基性岩体分布略图

1—超基性岩体; 2—花岗岩体; 3—断层; 4—印支期花岗岩; 5—印支期超基性岩

1 区域地质概况

拉硐岩体在构造位置上属于秦祁昆(东昆仑—祁连—北秦岭)晚加里东造山系之祁连造山带(Ⅱ)、北祁连蛇绿混杂岩带(Ⅲ)^[1]。

1.1 地层

区域地层出露较全, 广泛发育古元古界至第四系, 仅缺上志留统。该区属祁连地层区、北祁连山分区, 以下古生界最发育。前人对地层进行了研究, 作了较系统的划分, 建立了完整的地层系统^[2]。

1.2 构造

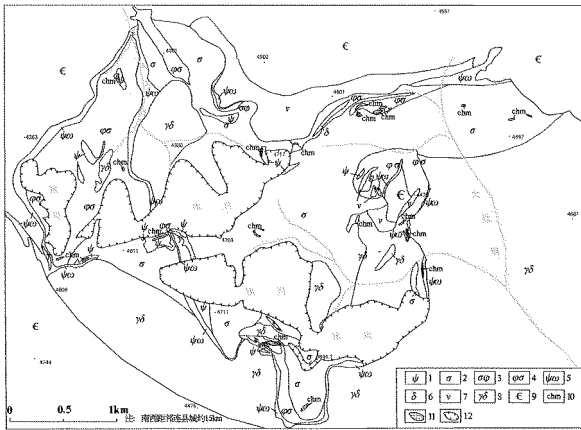
区内断裂构造、褶皱构造极为发育^[3]。断层形成于华力西—印支、燕山、喜山期, 走向断层占主导, 多发生在褶皱的轴和地层的接触处。

褶皱和断裂两者在空间上、时间上关系密切, 空间上褶皱轴部(压性为主)和翼部(张性为主)常发育断裂; 时间上则褶皱产生在断裂之前, 褶皱和断裂的发育在时间上具有多期性, 后期活动对前期有重

收稿日期: 2013-04-27; 修订日期: 2013-09-29; 编辑: 陶卫卫

基金项目: 青海省祁连县阿柔地区 J47E011018、J47E012018、J47E012019、J47E012020 四幅 1:5 万区域地质矿产调查 (KD2011—3—8)

作者简介: 徐均强(1968—), 男, 山东牟平人, 高级工程师, 主要从事基础地质、矿产勘查等工作; E-mail: 1726128633@qq.com。



1-蛇纹石化纯橄岩; 2-蛇纹石化橄辉岩; 3-蛇纹石化橄辉岩; 4-蛇纹石化辉橄岩; 5-蛇纹岩; 6-闪长岩; 7-辉长岩; 8-花岗岩闪长岩; 9-寒武系; 10-铬铁矿点; 11-铬铁矿体; 12-冰川

图2 祁连县拉洞超基性岩体地质略图

合性、继承性和轴向迁移的特征。

1.3 侵入岩

区内岩浆活动较强烈,且侵入活动皆属加里东期,岩石类型从超基性至酸性均有发育^[4]。侵入岩多沿祁连造山带NW—SE向展布,在空间上岩体分布与断裂和褶皱有关,特别是局限于一定的地层和岩组分布条带内,断续出现,具有连续性^[5]。

2 矿体的赋存特征

超基性岩体中已发现157个铬铁矿小矿体。其中126个分布于纯橄岩中(占矿体总数的80.3%);其余少数矿体分布由蛇纹岩和斜辉辉橄岩组成的片理带中;极少数铬铁矿矿条(或矿化)见于花岗质碎裂岩及碳酸盐类岩石中。以下主要介绍纯橄岩中的铬铁矿矿体赋存特征。

2.1 含矿纯橄岩的特征

根据纯橄岩与辉橄岩接触关系特点,可将纯橄岩分为2类:

第一类纯橄岩,可进一步分为2种:第一种纯橄岩与辉橄岩呈渐变过渡关系。此种纯橄岩多见于大面积分布的橄辉岩中,呈不规则状、浑圆状,规模小,一般小于0.5 km²,其中所见矿体规模很小。

岩性为黑绿色全蛇纹石化橄辉岩,风化面黄灰色,块状构造,性脆,网状结构。由条纹状叶蛇纹石组成网环核心,无色或淡黄绿色纤维蛇纹石围绕核心分布,磁铁矿呈点状,铬铁矿以自形晶为主,因受破坏晶形常不完整,边缘出现绿泥石矿物。铬尖晶石粒径0.4~1.2 mm,集合体5~8 mm,不均匀分

布,肉眼易见。其与围岩矿物含量对比以V号矿带所见纯橄岩为例(图3),其镜下矿物含量统计见表1。

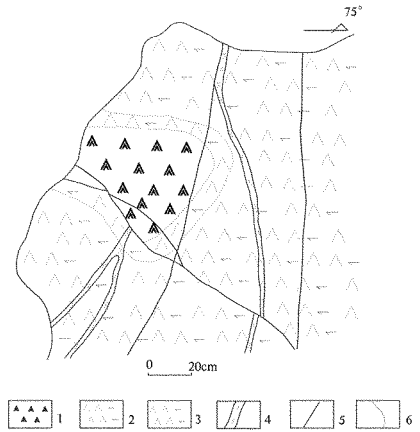


图3 拉洞V号含矿带纯橄岩与辉橄岩渐变过渡接触素描图

1-蛇纹石化纯橄岩;2-全蛇纹石化斜辉辉橄岩;3-蛇纹石化单辉辉橄岩;4-伟晶辉长岩脉;5-节理;6-渐变地质界线

表1 V号含矿带蛇纹石化纯橄岩等岩性矿物成分含量变化对照

岩石名称	全蛇纹石化纯橄岩	全蛇纹石化斜辉辉橄岩	强蛇纹石化单辉辉橄岩
岩石颜色	风化面淡黄色,新鲜面灰黑色	风化面除绢石外,淡黄灰色,新鲜面灰黑色	风化面除绢石外,淡黄灰色,新鲜面灰黑色
结构构造	网环结构块状构造	假斑状结构,基质半网环结构,块状构造	假斑状结构,基质半网环结构,块状构造
矿物成分(%)	胶-叶蛇纹石	呈条纹状34.5	41.1
	纤维蛇纹石	52.2	37.3
	绢石	0	9.7
	单斜辉石	0	2.0
	铬尖晶石	自形晶为主6.7	他形为主3.2
	磁铁矿	4.6	5.7
	绿泥石	1.0	0
碳酸盐矿物	1.0	1.0	0
所统计标本号	CH-32	CH-633	Ch-808

第二类纯橄岩与辉橄岩呈突变接触关系,界面总体产状为倾向20°~40°,倾角40°~55°。此种纯橄岩见于大面积分布的橄辉岩中,与辉橄岩直接接触(图4)。多呈透镜体状,条带状,少数为不规则状。不规则状规模较大,长达百余米。条带状者较小,宽约0.5 m。该纯橄岩含铬矿,多为浸染状,多分布于拉洞超基性岩体西南部。

岩性为黑绿色全蛇纹石化纯橄岩。风化面为黄

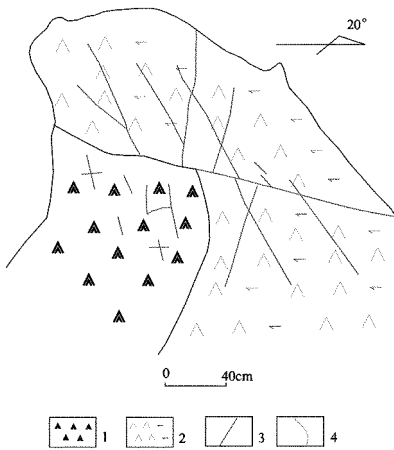


图4 拉铜V号矿带纯橄岩与辉橄岩突变接触素描图
1—蛇纹石化纯橄岩;2—蛇纹石化斜辉辉橄岩;3—节理;
4—地质界线

灰色—绿灰色,粗糙性脆,块状构造,网状结构。由胶—叶蛇纹石(居于网状中心),纤维蛇纹石(围绕胶—叶蛇纹石分布)及铬尖晶石和磁铁矿等组成。铬尖晶石以他形晶为主,粒径0.2~0.3mm,在手标本上不易见到,但有局部集中出现。以在V号矿带所见纯橄岩为例,镜下统计一般含量为:蛇纹石(胶—叶蛇纹石及纤维蛇纹石)95%,绢石1%,铬尖晶石1.1%,磁铁矿2.9%。其与围岩矿物含量对比以Ⅷ号矿带所见纯橄岩为例,其镜下矿物含量统计见表2。

表2 Ⅷ号含矿带蛇纹石化纯橄岩等岩性矿物成分含量变化对照

岩石名称	全蛇纹石化纯橄岩	全蛇纹石化斜辉辉橄岩	
岩石颜色	风化面浅黄绿色,新鲜面灰绿色	风化面深灰色,新鲜面灰黑色	
结构构造	网环结构,块状构造	假斑状结构,基质半网环结构,块状构造	
矿物成分(%)	胶—叶蛇纹石	呈条纹状 28.7	31.5
	纤维蛇纹石	67.0	4.6
	绢石	0	15.5
	单斜辉石	0	2.0
	铬尖晶石	自形晶为主 2.4	他形为主 1.6
	磁铁矿	1.9	3.7
	绿泥石	0	35.1
	石榴子石	0	6.0

2.2 铬铁矿矿体分布特征

铬铁矿体大部分沿小规模断裂破碎带分布,根据野外统计资料,规模稍大的铬铁矿体长轴走向以NW向为主,其次为NE向。

2.2.1 矿体与围岩的关系

该区所观测到的铬铁矿矿体主要为透镜状、扁豆状、脉状、少量不规则状。矿体规模较小,一般长

小于5m,个别矿体长10m左右。透镜状、脉状矿体产状主要为倾向30°左右,倾角50°左右。依据矿体与围岩接触的关系可分为2种类型。

第一类矿体与围岩界线截然,无铬尖晶石含量递变过渡带,矿石多呈灰黑色致密块状,该区以该类型为主。

第二类矿体与围岩界线呈渐变过渡,从矿体至围岩,铬尖晶石含量逐渐递减,矿石多呈深灰色浸染状。

2.2.2 矿体的赋存形态

矿体常见的主要有3类赋存形态:

第一类矿体与围岩中发育的断裂破碎带产状一致或分布于断裂破碎带中,矿体一般为透镜状(图5)、脉状,矿石多为致密块状,与该类矿体有关的断裂破碎带一般规模稍大,延伸较稳定,矿体虽单个规模不大,但沿断裂破碎带断续分布,常伴有碳酸盐化蚀变,有较大找矿潜力。

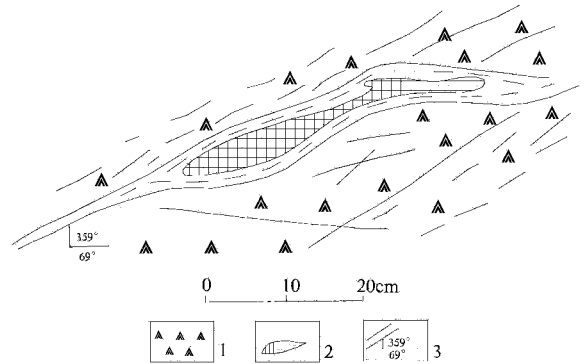


图5 透镜体状矿体特征素描图

1—片状破碎蛇纹石化纯橄岩;2—致密块状络铁矿;
3—裂隙及其产状

第二类矿体分布于2组交叉断裂破碎带(节理)中,矿体一般为扁豆状、三角状(图6),矿石也为致密块状,与该类矿体有关的断裂破碎带一般规模较小,且相交的2组沿断裂破碎(节理)常具共轭性,该类矿体规模较小,延续性差,进一步找矿潜力不大。

第三类矿体分布与挤压片理化带关系密切,矿体形态多不规则(图7),矿石多为浸染状,与围岩呈渐变过渡,其产状与挤压片理化带一致。与该类矿体有关的挤压片理化带一般延伸较稳定,常伴有碳酸盐化等蚀变,也有较大进一步找矿潜力。

2.3 矿石类型

按照矿石中铬尖晶石与脉石矿物的相对含量,

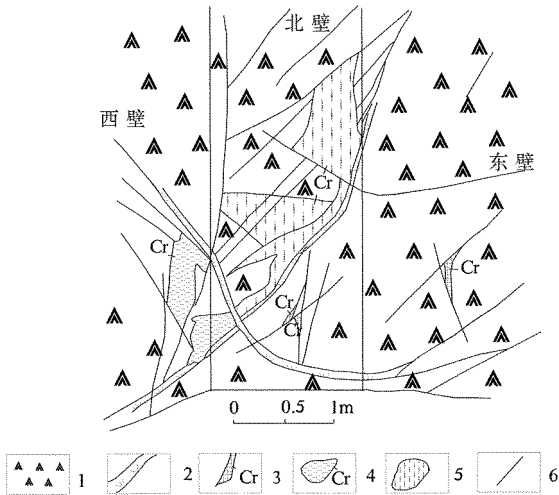


图6 VII号矿带三角状矿体特征素描图

1—蛇纹石化纯橄岩;2—蛇纹石化片岩;3—致密块状铬铁矿;4—中—稠密浸染状铬铁矿;5—稀疏浸染状铬铁矿;6—节理

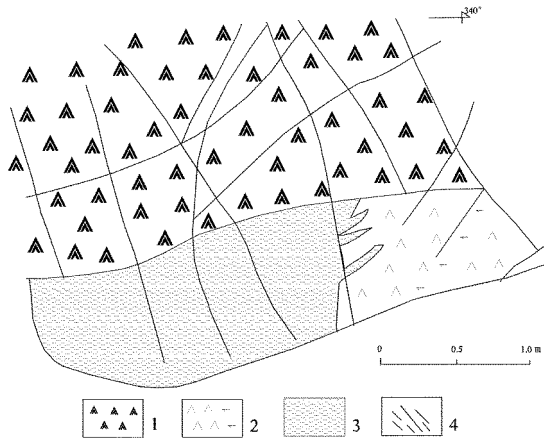


图7 采坑II号矿带不规则铬铁矿体特征素描图

1—蛇纹石化纯橄岩;2—蛇纹石化斜辉辉橄岩;3—稠密浸染状铬铁矿体;4—节理

工作区主要可分为致密块状(约占矿石总量86.5%),稠密浸染状(约占矿石总量10%),其次有少量中稠—稀疏浸染状等。

2.3.1 致密块状矿石

该类矿石主要呈碎裂结构,铬尖晶石常被压碎成中—细粒状,部分呈糜棱状构造。造矿铬尖晶石含量达85%,脉石矿物约占15%。主要脉石矿物为蛇纹石、其次为叶绿泥石、碳酸盐矿物,少量金属矿物(黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿)。

造矿铬尖晶石镜下多不透明,颗粒中心微透明。脉石矿物分布于铬尖晶石颗粒之间或者充填于其裂隙中。在部分造矿铬尖晶石中见有少量的呈自形到半自形细粒橄榄石假象包体。

2.3.2 稠密浸染状矿石

该类矿石造矿铬尖晶石呈不等粒状结构,为他形、半自形及少量自形晶。粒径一般为1mm,最大者达5.36mm。铬尖晶石含量65%~75.85%,脉石矿物在35%以下。其颗粒在透射光下呈半透明,颗粒边缘及颗粒中心裂隙两侧多不透明,并在部分颗粒周围见绿泥石圈出现。

主要脉石矿物有橄榄石残晶,其次有斜方解石、透辉石、绿泥石、透闪石、少量蛇纹石。金属矿物为黄铁矿、磁黄铁矿等,偶见钙铬榴石。铬尖晶石中常见较多橄榄石假象包体(蚀变为绿泥石),据统计,包体占铬尖晶石总含量1.72%。

3 造矿铬尖晶石矿物类型

根据工作中所取的3个具有代表性样品的单矿物分析结果(表3)。

表3 拉铜铬铁矿铬尖晶石类矿物成分分析值及基础晶胞原子数

样品编号	Y1	Y2	Y3	
矿石类型	浸染状	致密块状	致密块状	
铬尖晶石矿物精矿样品氧化物重量(%)	SiO ₂	0.27	0.15	0.20
	Al ₂ O ₃	23.38	12.89	9.52
	Cr ₂ O ₃	44.63	56.21	60.86
	Fe ₂ O ₃	3.24	3.48	2.80
	FeO	12.00	14.36	11.37
	MgO	14.13	11.85	13.52
	TiO ₂	0.15	0.20	0.20
	CaO	0.19	0.41	0.25
	NiO	0.10	0.08	0.12
	H ₂ O ⁻	0.08	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	FeO	2.99	3.21	4.38
去掉杂质后精矿氧化物重量(%)	Cr ₂ O ₃	44.63	56.21	60.86
	Al ₂ O ₃	23.38	12.89	9.52
	Fe ₂ O ₃	3.24	3.48	2.80
	FeO	11.85	14.15	11.15
MgO	13.90	11.73	13.35	
投影点	1	2	3	
精矿基础晶胞原子数	Cr	8.8	11.6	12.7
	Al	6.9	4.0	3.0
	Fe ³⁺	0.3	0.4	0.3
	Fe ²⁺	2.8	3.4	2.7
	Mg	5.2	4.6	5.3
铬尖晶石类型	镁质铝铬铁矿	镁质铝铬铁矿	镁质铝铬铁矿	
备注	富铬尖晶石	铬铁矿	铬铁矿	

铬尖晶石中 Cr₂O₃ 为 44.63%~60.86% (重量), Al₂O₃ 为 9.52%~23.38%, MgO 为 11.85%~14.13%, FeO 为 13.89%~17.49%, SiO₂ 不高于 0.

3%。此外还有微量 TiO_2 , CuO , NiO 等; $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比值 2.99 ~ 4.38。

按照巴普洛夫方法计算结果,可以看出造矿铬尖晶石的矿物类型应属于镁质铝铬铁矿及镁质铬铁矿 2 种(图 8)。

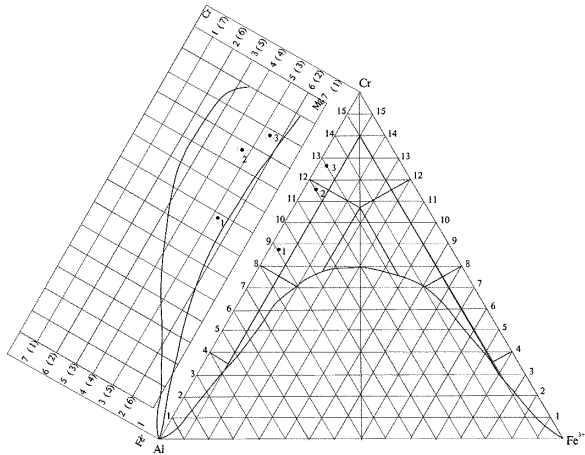


图 8 拉铜铬铁矿矿区造矿铬尖晶石矿物类型

(据 H. B 巴普洛夫)

- 1—镁质铝铬铁矿(稠密浸染状铁晶石);2—镁质铝铬铁矿(致密块状铁晶石);3—镁质铝铬铁矿(致密块状铁晶石)

其划分结果,可反映出矿物类型和矿石类型有对应关系:镁质富铬尖晶石矿物为稠密浸染状矿物所特有,镁质铬铁矿矿物为致密块状矿石所共有。

4 铬尖晶石矿物类型研究的找矿意义

根据近年来对青海、西藏等地区超基性岩体的矿物研究结果判断,对其中的铬尖晶石矿物分析不仅能说明铬铁矿的质量,还可进一步作为找矿标志之一^[6],经过对区内含矿超基性岩体中的造矿铬尖晶石研究,主要有以下特征。

4.1 铬尖晶石类型稳定性对成矿作用的意义

据统计资料,区内具工业价值的铬铁矿群,其造矿铬尖晶石和附生铬尖晶石类型都是稳定的,构成尖晶石的主要含量变化亦不大。区内含矿超基性岩体中的造矿铬尖晶石基础晶胞原子数一般为: Cr 8.80 ~ 11.82, Al 3.68 ~ 4.60, Fe^{3+} 0.34 ~ 1.26, Fe^{2+} 0.34 ~ 1.26, Mg 4.24 ~ 5.29。附生铬尖晶石基础晶胞原子数: Cr 7.59 ~ 11.08, Al 4.17 ~ 6.70, Fe^{3+} 0.22 ~ 1.73, Fe^{2+} 3.79 ~ 4.90, Mg 3.10 ~ 4.21, 以铝铬铁矿类为主。

铬尖晶石类型相对稳定,反映了铬尖晶石晶出

时各种地质条件的稳定性,从而有利于铬元素的富集。

4.2 造矿与附生铬尖晶石类型差异性与成矿类型的对应性

据区内有关资料统计,造矿铬尖晶石与近矿围岩中附生铬尖晶石的类型完全一致的有:拉铜超基性岩体 V、I 矿带和北京寺、三岔部分矿体等。这些矿区经初步勘查评价,均发现有一定工业价值的矿体存在,这不仅因为成矿时地质条件是稳定的,而且也说明构成矿体的铬尖晶石直接来源于围岩,围岩即是成矿母岩,因此有形成规模较大工业矿体的可能。

有些矿区造矿和附生铬尖晶石类型相差悬殊,这有 2 种情况:一是造矿与附生铬尖晶石类型虽不一致,但各自成分稳定,类型单一。如拉铜超基性岩体其他矿带,造矿铬尖晶石属铬铁矿类。而近矿围岩中的附生铬尖晶石属铝铬铁矿类,二者类型虽不一致,但各自保持各自的稳定性。产生这种现象的原因是造矿铬尖晶石不是来源于近矿围岩,而是深部运移的结果。据此推断,在这种岩体的深部找到工业矿体的可能性较大。

4.3 不同铬尖晶石类型对找矿的指导意义

野外观测结合室内研究表明,区内地表所发现富铬富铝的铬尖晶石在各类岩体中均占主要地位,但结合岩石所组合的岩石类型,主要还是生于富铝的、多岩相纯橄岩-斜辉辉橄岩岩体内,尤其是这类岩体的纯橄岩中更为普遍。该类岩体一般分异较好,铬矿化明显,矿体由各类浸染-致密块状矿石组成,矿体规模较大,含矿地段稳定,造矿与附生铬尖晶石类型一致,全属铝铬铁矿。

富铬低铝型的铬尖晶石在各类岩石中均占次要地位。但结合岩体类型看,它主要分布在贫铝的,单岩相的纯橄岩-斜辉辉橄岩岩体内,在这类岩体中铬尖晶石成分局部稳定,地表局部见有工业矿体。其中规模较大的工业矿体的形成往往与深部热液活动有关,在这类岩体中应加强对构造的研究,重点加强物探及钻探工作。

5 结语

通过对区内地质特征,矿体赋存特征,造矿铬尖晶石矿物类型研究,认为:

(1) 造矿铬尖晶石类型和矿石类型有对应关系: 镁质富铬尖晶石矿物为稠密浸染状矿物所特有, 镁质铬铁矿矿物为致密块状矿石所共有。

(2) 富铬富铝的铬尖晶石类型为主的矿体规模较大, 含矿地段稳定, 造矿与附生铬尖晶石类型一致, 全属铝铬铁矿, 成因与岩浆分异作用密切相关。

(3) 富铬低铝型的铬尖晶石类型为主的工业矿体形成往往与深部热液活动有关, 在这类岩中找矿应加强对构造的研究。

- [1] 赵以汉. 青海北部构造与矿产[A]//青藏高原地质文集第十四辑[C]. 北京: 地质出版社, 1984: 61-66.
- [2] 孙崇仁, 陈国隆, 李璋荣. 青海省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 7-77.
- [3] 吴向农. 青海省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [4] 徐学义, 李向民. 祁连山及邻区成矿地质背景图说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [5] 董必谦, 邱凤岐. 北祁连蛇绿岩套和蛇绿混杂岩的特征及其地质构造意义[J]. 青藏高原地质文集, 1984, (1): 217-233
- [6] 杨开春. 北祁连中西段铬尖晶石类型及找矿意义[J]. 青海地质, 1980, (3): 29-34.

参考文献:

Geological Characteristics and Ore Prospecting Significance of Chrome Spinel in Ladong Ultra - basic Rock Bodies in Beiqilian

XU Junqiang¹, XU Weixiang¹, DU Wei², CUI Can²

(1. No.4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China; 2. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Ladong ultra - basic rock bodies locates in about 15km from the eastnorth of Qilian county of Qinghai province. Its square is about 7.6km². Lithology includes peridotite to serpentine, serpentine petrochemical rock, serpentinite and dunite. 157 small chromite ore bodies have been found, and chromium iron ore bodies appear in groups. According to distribution range of the chromium iron ore bodies, 10 ore belts have been divided from west to east. Through analysis and study on chromium spinel samples, and compared with other ore - bearing rock samples of chromium spinel, ore prospecting directions in different combinations from lithology of the rock have been determined.

Key words: Ultra - basic rock; chromium iron ore; chromium spinel; ore propecting direction; Beiqilian in Qinghai province