

东天山地区铜镍矿找矿评价指标探讨

刘欢¹, 焦建刚^{1,2}, 张国鹏¹, 高栋¹, 邵乐奇¹

(1. 长安大学地球科学与资源学院, 西安 710054; 2. 西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室, 西安 710054)

[摘要] 岩浆铜镍硫化物矿床主要赋存在镁铁-超镁铁质岩体中, 赋矿岩体规模一般较小, 矿体主要赋存在岩体的下盘, 形成了很多小岩体大矿床的现象。世界上镁铁-超镁铁质岩体很多, 如何判定岩体深部是否具有成矿潜力一直是大家关注的焦点。本文在前人大量研究的基础上, 以东天山地区为例, 对比剖析了成矿与不成矿镁铁-超镁铁质岩体的地质、地球化学特征, 试图从理论上判别岩体的成矿潜力。提出成矿的超镁铁质岩体一般具有明显右倾的稀土配分曲线, 岩体属于多期岩浆侵入形成, 岩石中含一定量的斜方辉石, 造岩矿物颗粒大小具有明显变化等找矿评价指标。

[关键词] 铜镍硫化物矿床; 找矿评价指标; 东天山

[中图分类号] P612 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)02-0106-07

1 前言

东天山地区产出了十多个大中型铜镍硫化物岩浆矿床(大型3个: 黄山、黄山东、图拉尔根), 已经成为我国第二大铜镍硫化物矿床成矿带, 目前发现的铜镍资源储量大于 1×10^6 t, 仅次于金川铜镍硫化物矿床^[1]。东天山地区断裂构造十分发育, 三条主干断裂多为近东西走向, 从北往南依次为康古尔塔格-黄山深断裂、秋格明塔什-苦水断裂、阿齐克库都克-沙泉子断裂, 是岩浆活动的通道。康古尔塔格深断裂带是东疆规模最大的深断裂带之一, 具有剪切和挤压交替作用而呈多期变形特征, 镁铁-超镁铁杂岩体沿康古尔塔格断裂带不连续分布。在主干断裂两侧派生出一系列次级断裂构造, 为本区重要的控岩控矿构造, 而更次级的断裂构造是镁铁-超镁铁质岩体直接的容岩容矿构造^[2]。此外, 区内褶皱构造较为发育, 多为线状紧闭褶皱。

东天山地区地层除中生界白垩系、三叠系缺失外, 中元古界至新生界皆有出露。中元古界主要出露于研究区南部, 为一套深变质岩系; 奥陶系分布零星且面积较小, 为一套海相凝灰岩夹安山岩及细碧角斑岩建造; 泥盆系出露于研究区西北部, 岩性为中酸-中基性火山岩、火山碎屑岩; 石炭系为本区出露最广的地层, 岩性为中酸-中基性火山岩、火山碎屑岩夹硅质岩、板岩和结晶灰岩、变粒岩、浅粒岩、片岩等。

东天山地区目前发现大小镁铁-超镁铁质岩体数十处, 各岩体的基本岩石类型主要为橄榄岩、辉石岩、苏长岩、辉长岩以及它们之间的过渡类型, 部分岩体还有闪长岩。但是, 不同岩体之间各种岩石所占的比例存在明显差异。各岩体岩石主要发生了蛇纹石化、滑石化、碳酸盐化、绿泥石化、钠黝帘石化、透闪石化、纤闪石化等。目前在有些岩体中发现矿化较好, 有些岩体中只有少量的矿化或没有

[收稿日期] 2014-12-13

[基金项目] 中国地质调查局地质大调查项目(12120114044401, 1212011085061); 国家自然科学基金项目(41372101); 长安大学科技创新研究项目(2013G2273009)

[作者简介] 刘欢, 1989年出生, 女, 陕西西安市人, 长安大学硕士研究生, 研究方向为矿床学; E-mail: liuhuan14521@126.com

矿化,大量的勘探工程实施之后,仍然无法分辨岩体是否具有成矿潜力。本文总结了东天山地区成矿岩体与不成矿岩体(或贫矿化岩体)的地质与地球化学特征,试图从理论上区分二者之间的差异,初步建立找矿评价指标,进一步指导勘查找矿。

2 找矿评价指标体系

2.1 小岩体对成矿有利

研究区镁铁-超镁铁质岩体的规模都较小,岩

体面积多集中于0~6.3 km²之间,具有小岩体成矿的特征。其中图拉尔根、天宇、马蹄岩体面积小于0.1 km²,香山中、葫芦、白石泉、土墩岩体面积不足1 km²,黄山、黄山东、香山西、白鑫滩、红石岗、二红洼北岩体面积小于3 km²,二红洼南、黄山南、大草滩、峡东等岩体面积在4~6.3 km²之间,四顶黑山岩体面积最大(>35 km²),属大岩体。总体来看,小岩体对成矿有利(见表1)。

表1 东天山岩体形态与规模一览表

Table 1 The shape and scale of Eastern Tianshan intrusions

岩体	岩体形态	岩体规模	矿床规模
黄山	平面呈似镰刀状,剖面呈岩盆状 复式岩体	长3.8 km,宽0.07~0.8 km,出露面积1.71 km ²	大型 ^[3,4]
黄山东	菱形,复式岩体	长5.3 km,宽1.2 km,出露面积2.8 km ²	大型 ^[5]
图拉尔根	透镜状,脉状	长740 m,宽20~60 m,出露面积<0.005 km ²	大型 ^[5,6]
香山中	菱形,杂岩体	长2.4 km,宽0.1~0.4 km,面积约0.55 km ²	中型 ^[7]
香山西	菱形	长4.25 km,宽100~870 m,面积1.6 km ²	中型 ^[8]
葫芦	葫芦状,复式岩体	长1 400 m,宽340~720 m,出露面积0.62 km ²	中型 ^[9]
土墩	不规则椭圆状,复式岩体	长1.4 km,宽0.45~0.7 km,面积约0.8 km ²	中型 ^[9,10]
天宇	带状	长>112 m,宽6~70 m,出露面积0.055 km ²	中型 ^[11]
黄山南	透镜状	长5.2 km,最宽1.3 km,出露面积4 km ²	中型 ^[9]
白石泉	椭圆状,不规则状	长1.6 km,最宽0.7 km,面积约0.8 km ²	小型 ^[12,13]
疙瘩山口	I、IV号:透镜状 II号:条带状 III号:脉状	I号:长300 m,宽100 m; II号:长400 m,宽10~40 m; III号:长约700 m,宽5~36 m; IV号:长420 m,宽100 m	小型 ^[14]
白鑫滩	平面上似葫芦状	东西长3.1 km,平均宽600 m,最宽760 m,面积2.1 km ²	小型 ^[15]
二红洼	北岩体:近似椭圆状 南岩体:透镜状	北岩体:面积约1.4 km ² 南岩体:长3.3 km,宽2.6 km,面积约6.3 km ²	矿化点 ^[3,16]
串珠	串珠状	长约1 600 m	矿化点 ^[17]
马蹄	马蹄状	长350 m,宽150~200 m,面积0.07 km ²	矿化点 ^[17]
四顶黑山	层状,杂岩体	长28 km,宽0.2~2 km,面积>35 km ²	矿化点 ^[18]
红石岗	东岩体:平面呈椭圆形,剖面形态呈岩盆状; 西岩体:平面呈椭圆形,剖面上呈漏斗形	东岩体:东西长1 km,南北宽0.5 km,面积0.5 km ² 西岩体:东西长1.35 km,南北宽0.55 km,面积约 为0.54 km ²	矿化点 ^[19]
峡东	带状,杂岩体	长7 km,宽100~500 m,面积2.5 km ²	矿化点 ^[17]
大草滩	透镜体	一号:面积4 km ² ;二号:长1 km、宽400 m	矿化点 ^[20]

2.2 岩体分异充分且富含斜方辉石,岩浆具有多期侵入特征对成矿有利

各岩体间岩相分带关系主要有两种,一种为从内到外基性程度增加,比如黄山、黄山东、土墩、马蹄、疙瘩山口岩体,从中心到边部依次为(闪长岩)→辉长岩→辉石岩→橄榄岩;另一种为从内到外基性程度降低,如图拉尔根、葫芦岩体,从中心到边部依次为橄榄岩→辉石岩→辉长岩(→闪长岩)。各岩相之间为侵入接触或渐变过渡关系,显

示出多期侵入的特征。

总体来看,黄山、黄山东等岩体均是正序侵位,侵位顺序为:闪长岩-辉长岩(苏长岩)-辉石岩-橄榄岩,不含矿的岩相先侵位,含矿岩相后侵位,含矿岩体未遭受到破坏;白石泉、天宇岩体是反序侵位,侵位顺序为:橄榄岩-辉石岩-辉长岩(苏长岩)-闪长岩,含矿岩相先侵位,不含矿岩相后侵位。

2.3 矿物粒度之间的变化范围较大对成矿有利

各岩体的主要造岩矿物组合为橄榄石、单斜辉

石、斜方辉石、斜长石、角闪石,其中黄山、黄山东、图拉尔根、四顶黑山岩体含有少量黑云母;马蹄、串珠岩体含有少量金云母;葫芦、天宇、白石泉岩体含有少量黑云母和金云母。矿物粒度之间的变化范围较大对成矿有利(见表2)。

表2 矿物粒度变化统计表
Table 2 Statistics table of mineral grains

岩体	橄榄石	单斜辉石	斜方辉石	角闪石	长石
黄山东	0.5~1.2	1~3		1~6	1~3
图拉尔根	0.5~1.5		0.05~2		
葫芦			0.3~5.5		
香山	0.5~3			2~3	
土墩	0.5~2.5				
白石泉	0.2~2.5		0.05~5	0.1~2	
天宇	0.1~5				
疙瘩山口	0.1~4				
马蹄			1.5~3.5		

2.4 橄榄石Fo值太大,橄榄石中镍含量太高对成矿不利

各岩体中橄榄石Fo牌号在70~90之间,属贵橄榄石,随着橄榄石Fo值的降低,Ni含量有降低的趋势,橄榄石中出现了Ni的亏损(Ni一般小于2 500 ppm,1 ppm=10⁻⁶),表明在橄榄石大量结晶之前发生了硫化物的熔离,对成矿有利;而峡东岩体橄榄石Fo牌号在90左右(见表3),属镁橄榄石,其Ni含量一般大于2 000 ppm,Ni含量较高,对形成铜镍矿不利。

2.5 岩体中镁铁比值(m/f)介于2~6.5对成矿有利

岩体的主量元素分析显示,各类岩石具有高镁、低钙、低铝、低碱、低钛、低磷的特征。各岩体的镁铁-超镁铁质岩体的m/f主要(>70%)集中于2~6.5之间,Mg[#]在0.7~0.9之间,属铁质超基性岩,少部分样品m/f在0.5~2之间,Mg[#]在0.4~0.7之间,属富铁质超基性岩或铁质基性岩。

大型矿床(图拉尔根、黄山、黄山东)79%以上样品的m/f在2~6.5之间,Mg[#]在0.7~0.84之间,其余样品m/f在0.5~2之间,相应的Mg[#]在0.5~0.7之间;中型矿床(香山中、葫芦、土墩、白石泉、天宇)70%以上样品的m/f在2~6.5之间,Mg[#]在0.7~0.85之间,其余样品m/f在0.5~2之间,相应的Mg[#]

在0.4~0.7之间;小型铜镍矿床(点)74%以上样品m/f在2~6.5之间,相应的Mg[#]在0.7~0.9之间,其余样品m/f在0.5~2之间,相应的Mg[#]在0.4~0.7之间。

表3 东天山各岩体橄榄石成分一览表
Table 3 Olivine compositions of Eastern Tiansan intrusions

岩体	Fo(平均值)	NiO%(平均值)	样品数
黄山东	69.16~83.07 (78.68)	0~0.13 (0.06)	11 ^[9]
黄山	70.88~85.33 (82.33)	0.04~0.16 (0.1)	8 ^[9]
图拉尔根	72.11~85.24 (82.7)	0.04~0.24 (0.14)	266 ^[17]
香山中	74.43~83.56 (79.96)	0~0.29 (0.1)	16 ^[7]
葫芦	68.97~85.81 (82.22)	0.01~0.17 (0.1)	277 ^[17]
天宇	77.68~84.42 (80.41)	0.04~0.09 (0.07)	5 ^[11]
白石泉	78.36~84.82 (82.07)	0.1~0.25 (0.15)	14 ^[12]
香山西	83.68~85.54 (84.25)	0.13~0.18 (0.17)	12 ^[7]
二红洼	71.44~78.52 (76)	0.02~0.13 (0.06)	12 ^[3]
黄山南	79.61~80.87 (79.99)	0.03~0.17 (0.09)	7 ^[9]
四顶黑山	74.5~78.55 (76.92)	0.07~0.1 (0.08)	4 ^[18]
马蹄	83.07~83.86 (83.51)	0.1~0.2 (0.13)	37 ^[17]
疙瘩山口	83.06~86.96 (85.24)	0.16~0.35 (0.24)	52 ^[21]
香山东	79.33~83.72 (82.7)	0.08~0.27 (0.15)	54 ^[7]
峡东	90.26~96.07 (93.72)	0.05~0.44 (0.28)	45 ^[17]

峡东岩体纯橄岩样品的m/f在10~13之间,Mg[#]大于0.9,而辉长岩样品的m/f在1~2之间,Mg[#]在0.5~0.6之间。

在SiO₂-Na₂O+K₂O图解中,东天山各样品点主要落入亚碱性岩区,仅有少部分落入碱性岩区;在FeOT-Na₂O+K₂O-MgO图解中,各样品点大部分落入拉斑玄武岩区。总体显示为亚碱性拉斑玄武岩系列。

2.6 稀土元素配分曲线图右倾($(La/Sm)_N$ 与 $(La/Yb)_N$ 大于1)对成矿有利

含矿岩体的微量元素分析显示相对富集大离子亲石元素(Rb、Ba、Sr、Th、U),亏损高场强元素(Zr、Hf、Nb、Ta)。含矿岩体稀土元素分析显示稀土总量较高,配分模式图总体显示为右倾形式,轻稀土富集,重稀土相对亏损。主体表现平坦型稀土元素分布特征的岩体一般不成矿或成贫矿,主体表现轻稀土元素亏损的岩体一般不成矿。

在稀土元素配分曲线图上(见图1),大、中型铜

镍矿床的稀土元素配分图均显示右倾,轻稀土富集,重稀土相对亏损,轻重稀土元素分馏程度相似,微量元素配分图显示Nb、Ta亏损,大离子亲石元素U富集。串珠、白鑫滩、疙瘩山口岩体稀土元素配分图也显示右倾,暗示其可能有利于成矿。四顶黑山、峡东、马蹄岩体稀土元素配分图均显示平坦型,可能不成矿或成贫矿。利用各岩体 $(La/Yb)_N$ 及Cu/Ni比值的平均值作图(见表4和图2)。从图中可以大致划分出成矿区、成贫区以及它们中间的过渡带。

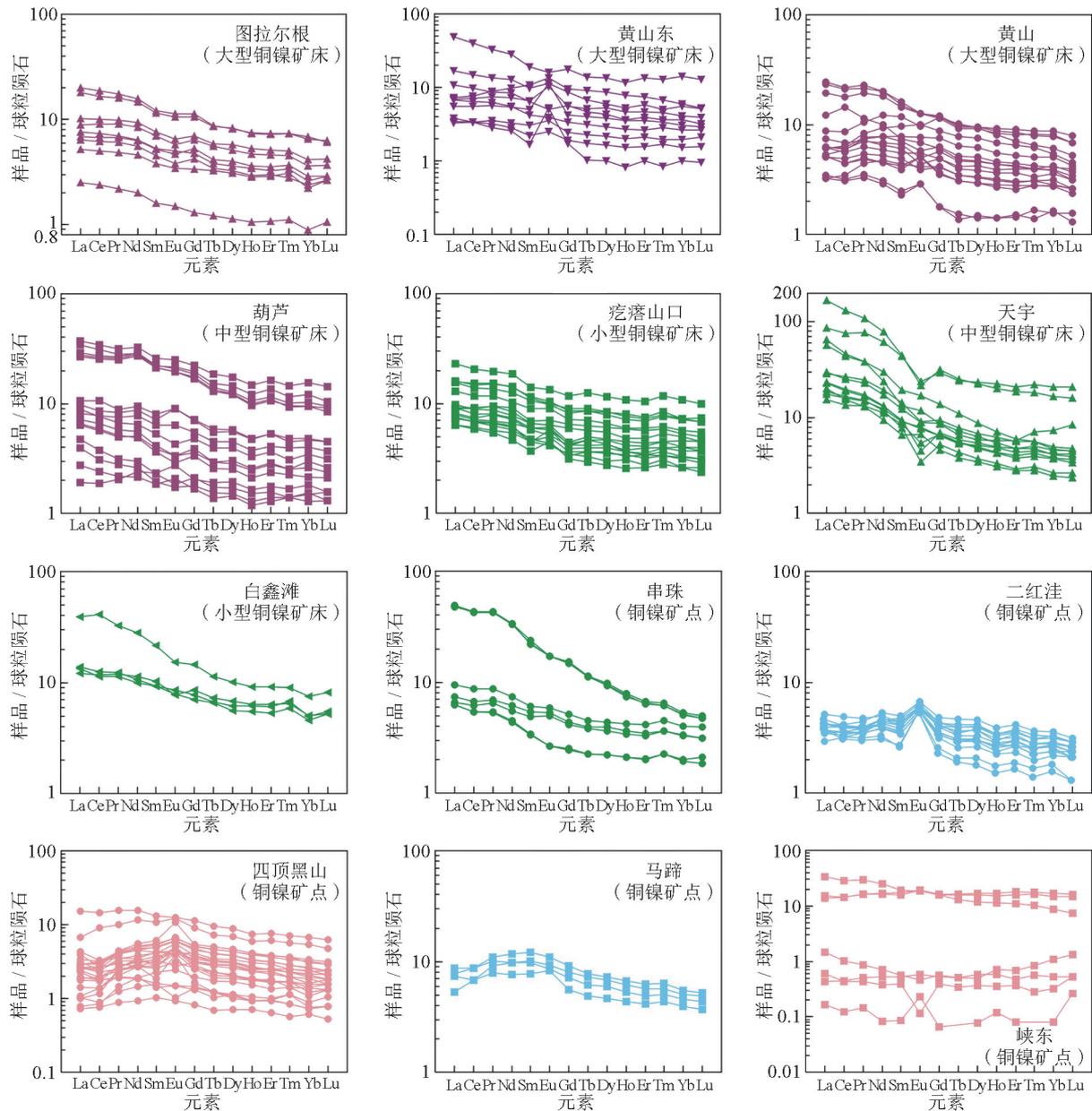


图1 东天山岩体稀土元素配分图解(标准化数据据Taylor等,1985)
Fig. 1 Chondrite normalized REE pattern diagrams of Eastern Tianshan intrusions
(normalization values after Taylor et al, 1985)

表4 东天山各岩体微量元素分析数据

Table 4 The characteristic data of trace elements from Eastern Tiansan intrusion

岩体名称	(La/Sm) _N	(La/Yb) _N	Cu/Ni	Cu/Zr	样品数
黄山东	0.67~2.6(1.54)	1.22~2.33(1.14)	0.12~4.89(0.93)	0.2~19.29(3.56)	10 ^[13]
黄山	0.58~1.74(1.09)	0.83~3.04(1.79)	0.22~5.41(1.13)	0.28~8.85(3.9)	15 ^[3]
图拉尔根	1.28~1.65(1.44)	2.35~2.93(2.65)	0.25~2.63(0.69)	2.1~326.65(70.12)	9 ^[1]
香山中	0.56~1.62(1.14)	0.88~2.2(1.75)	0.07~2.09(0.49)	2.25~10.13(5.45)	8 ^[7]
葫芦	0.82~2.07(1.51)	1.05~3.1(2.47)	0.03~142.81(25.83)	0.34~57.72(6.75)	16 ^[3]
土墩	0.88~1.52(1.08)	1.34~2.49(1.81)	0.16~1.61(0.55)	2.57~22.53(9.13)	4 ^[10]
天宇	1.8~4.94(2.68)	4.07~12.16(6.93)	0.02~12.05(1.45)	0.01~48.47(8.21)	12 ^[11]
白石泉	0.62~3.59(1.9)	1.2~9.41(4.74)	0.03~0.91(0.33)	0.03~75.79(5.39)	18 ^[12]
香山西	0.52~1.95(1.22)	0.7~3.55(1.99)	0.5~35.52(13.57)	1.46~6.98(5)	5 ^[7]
香山东	0.43~1.84(0.97)	0.93~2.79(1.86)	0.13~0.81(0.32)	1.16~24.8(8.45)	12 ^[7]
二红洼	0.64~1.46(1.04)	0.91~2.39(1.55)	0.33~1.49(0.59)	2.12~4.39(3.15)	14 ^[3]
黄山南	1.04~1.57(1.21)	1.6~2.38(1.89)	0.29~0.76(0.5)	0.34~3.91(2.23)	15 ^[3]
四顶黑山	0.24~2.08(0.79)	0.42~5.33(1.56)	0.02~8.44(1.13)	2.25~100.96(20.73)	24 ^[13]
马蹄	0.53~0.95(0.75)	1.05~1.9(1.56)	0.18~2.28(1.17)	1.41~9.14(4.47)	3 ^[17]
串珠	1.35~2.23(1.79)	1.97~9.55(5.1)	0.21~2.49(1.07)	4.24~7.5(5.82)	8 ^[17]
峡东	0.84~2.57(1.47)	0.4~3.78(1.81)	0~18.55(2.75)	0.45~21.96(8.86)	7 ^[17]
大草滩	0.13~2.06(1.16)	0.25~3.63(2.1)	0.02~4.36(0.54)	0.31~27.89(8.05)	19 ^[20]
疙瘩山口	1.3~1.74(1.49)	1.7~2.44(2.18)	0.13~1.44(0.44)	0.23~21.82(8.16)	16 ^[19]
白鑫滩	1.18~1.81(1.48)	2.42~5.23(3.33)	0.09~0.76(0.45)	0.67~24.8(8.45)	4

注:括号内数值为平均值,标准化数据据 Taylor 等,1985

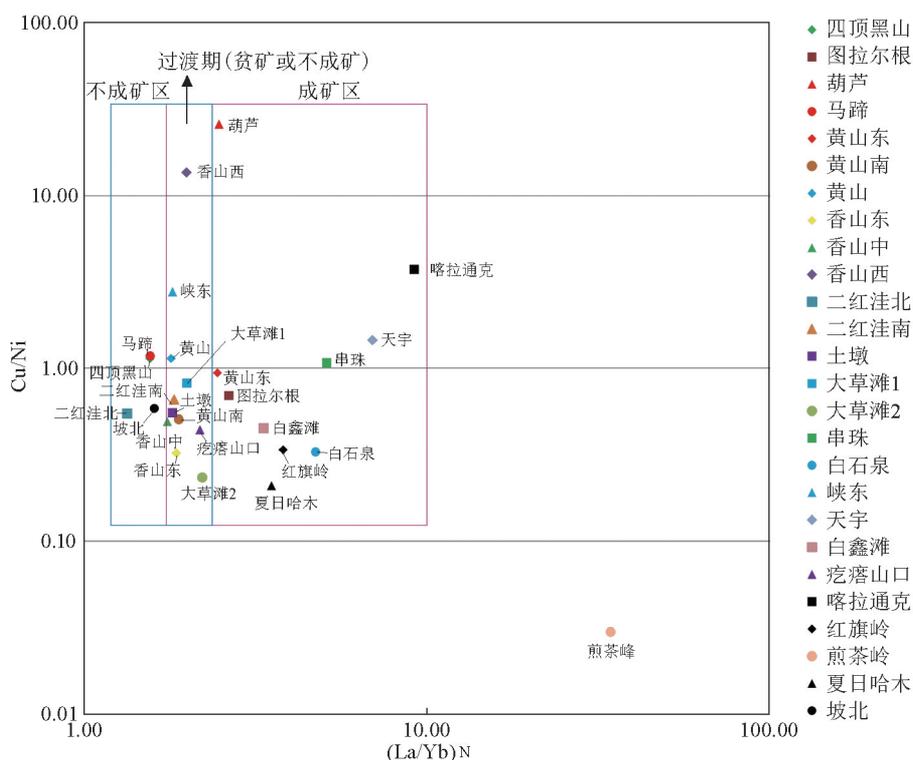


图2 镁铁-超镁铁质岩体(La/Yb)_N-Cu/Ni图解

Fig. 2 (La/Yb)_N-Cu/Ni diagram of mafic-ultramafic intrusions

2.7 高Cu/Zr值对成矿有利

前人测试样品中,除葫芦、白石泉岩体有个别样品Cu/Zr < 1外,其余样品Cu/Zr > 1;总体来看,从超基性岩→基性岩→中性岩,Cu/Zr值逐渐降低,Ni含量也逐渐降低;各岩体的大多数样品Cu/Zr > 1,仅少部分样品Cu/Zr < 1;随着Cu/Zr值的增加,大多数样品的Ni含量逐渐增加,显示出硫化物熔离的趋势。

2.8 区域上的Cu、Ni、Co、Cr综合化探异常对找矿有利

1:200 000区域地球化学测量结果表明,黄山—镜儿泉镁铁—超镁铁岩带表现为Ni、Co、Cr高背景和高相关性的组合异常,同时还有Cu、Mo等元素的高异常背景。区内综合异常与有利赋矿岩体及断裂构造关系密切,并呈明显带状展布,与镁铁—超镁铁岩带分布范围相一致,特别是规模大、浓度高的异常,多沿断裂构造及其两侧分布。异常带内的铜镍矿床往往位于1:50 000化探扫面发现的Cu、Ni、Co、Cr组合异常区内,异常中心常与超基性岩体相对应。

2.9 高磁、高重力、高极化、低阻组合物探异常有利于成矿

含矿镁铁—超镁铁质岩体的地球物理标志主要为“三高一低”:a. 相对较高的磁异常:相对于周围地层,各岩体均具有较强的磁异常, ΔT 在-2 080~2 383 nT之间,幅值达4 400 nT以上;各岩体 ΔT 值跳跃较大,岩体磁性不均匀;b. 相对较高的重力异常,幅值 $1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$;c. 相对较高的极化率异常: η_a 最大可达16.8%;d. 相对较低的电阻率异常: ρ_a 最小为 $17 \Omega \cdot \text{m}$,最大为 $500 \Omega \cdot \text{m}$,变化范围较大。

3 结语

对东天山与铜镍成矿有关的镁铁—超镁铁质岩体进行了系统总结,通过对比东天山各岩体宏观地质、岩石化学、地球化学及地球物理特征,总结得出有关东天山地区镁铁—超镁铁质岩体的找矿评价指标如下。

1)地质找矿评价指标:a. 区域上的深大断裂带是岩浆活动的通道,对成矿有利;b. 围岩含硫对成矿有利;c. 小岩体对成矿有利;d. 岩体分异充分,岩相分带明显,岩石类型多样,对成矿有利;e. 主要造岩矿物组合为橄榄石、单斜辉石、斜方辉石、斜长石、角闪石、橄榄石与斜方辉石密切共生。

2)地球化学找矿评价指标:a. 岩体的主量元素分析显示,各类岩石具有高镁、低钙、低铝、低碱、低钛、低磷的特征,岩体的镁铁摩尔比值(m/f)大多数在2~6.5之间对形成铜镍矿有利;b. 稀土元素配分模式图总体为右倾形式一般对成矿有利,主体表现平坦型稀土元素分布特征的岩体一般不成矿或成贫矿,主体表现轻稀土元素亏损的岩体一般不成矿;c. 橄榄石牌号Fo太高对成矿不利,橄榄石中出现Ni亏损(Ni含量一般<2 500 ppm)对成矿有利;d. 岩石中Cu/Zr值较大对成矿有利;e. 区域上的Cu、Ni、Co、Cr综合化探异常对找矿有利。

3)地球物理找矿评价指标:高磁、高重力、高极化、低阻组合物探异常对找矿有利。

参考文献

- [1] 焦建刚,汤中立,钱壮志,等.新疆东天山地区图拉尔根铜镍硫化物矿床的成因及成矿过程[J].岩石学报,2012,28(11):3772-3786.
- [2] 三金柱,魏俊瑛.浅谈岩浆型铜镍硫化物矿床找矿标志[J].新疆有色金属,2009(5):10-11.
- [3] 夏明哲.新疆东天山黄山岩带镁铁—超镁铁质岩石成因及成矿作用[D].西安:长安大学,2009.
- [4] 傅飘儿,胡沛青,张铭杰,等.新疆黄山铜镍硫化物矿床成矿岩浆作用过程[J].地球化学,2009,38(5):432-448.
- [5] 秦克章,唐冬梅,苏本勋,等.北疆二叠纪镁铁—超镁铁岩铜、镍矿床的构造背景、岩体类型、基本特征、相对剥蚀程度、含矿性评价标志及成矿潜力分析[J].西北地质,2012,45(4):83-116.
- [6] 三金柱,惠卫东,秦克章,等.新疆哈密图拉尔根全岩矿化岩浆铜-镍-钴矿床地质特征及找矿方向[J].矿床地质,2007,26(3):307-316.
- [7] 姜超.东天山香山铜镍硫化物—铁钛氧化物矿床[D].西安:长安大学,2014.
- [8] 肖庆华.新疆东天山香山西铜镍—铁钛复合型矿床[D].北京:中国科学院地质与地球物理研究所,2010.
- [9] 朱建军.新疆哈密土墩铜镍矿勘查探究[J].新疆有色金属,2011(2):17-18.
- [10] 王敏芳,夏庆霖,肖凡,等.新疆东天山土墩铜镍硫化物矿床岩石地球化学和铂族元素特征及其对成矿的指示意义[J].矿床地质,2012,31(6):1995-1210.
- [11] 唐冬梅.东天山后碰撞镁铁质—超镁铁质镍铜硫化物矿床PGE地球化学示踪与富集规律研究[D].北京:中国科学院地质与地球物理研究所,2009.
- [12] 柴凤梅.新疆北部三个与岩浆型Ni-Cu硫化物矿床有关的镁铁—超镁铁质岩的地球化学特征对比研究[D].北京:中国地质科学院,2006.
- [13] 李金祥,秦克章,徐兴旺,等.新疆东天山白石泉Cu-Ni硫化物矿床杂岩体的地球化学特征及其对矿床成因和构造背景的制约[J].矿床地质,2007,26(1):43-57.
- [14] 冯宏业,许英霞,秦克章,等.东天山塔山山口镁铁—超镁铁质岩体地球化学、锆石U-Pb年代学及其对Ni-Cu成矿的指示[J].岩石学报,2014,30(6):1558-1574.
- [15] 李鑫,王敦科,赵树铭.哈密白鑫滩岩浆型铜镍硫化物矿床的发现[J].新疆地质,2014,32(4):466-469.
- [16] 张瑞.新疆二红洼镁铁质—超镁铁质岩体地球化学特征与岩石成因[D].西安:长安大学,2013.

- [17] 孙 赫. 东天山镁铁-超镁铁岩铜镍硫化物矿床通道式成矿机制与岩体含矿性评价研究[D]. 北京:中国科学院地质与地球物理研究所, 2009.
- [18] 孙 涛, 钱壮志. 东天山四顶黑山层状岩体岩石地球化学特征[J]. 西北地质, 2012, 45(4): 254-268.
- [19] 王志福, 吴 飞. 哈密红石岗铜镍矿床地质特征及找矿前景[J]. 新疆地质, 2012, 30(3): 307-311.
- [20] 任明浩, 王 焰, 倪 康, 等. 东天山二叠纪大草滩地区镁铁-超镁铁质岩体的岩浆演化过程和含矿性[J]. 岩石学报, 2013, 29(10): 3473-3486.
- [21] 冯宏业, 许英霞, 唐冬梅, 等. 东天山圪塔山口铜镍矿区镁铁-超镁铁质岩体橄榄石与尖晶石矿物学特征[J]. 地址与勘探, 2014, 50(2): 346-359.

Discussion on Cu-Ni prospecting evaluation index at eastern Tianshan

Liu Huan¹, Jiao Jiangang^{1,2}, Zhang Guopeng¹, Gao Dong¹,
Shao Leqi¹

(1. College of Earth Sciences and Recourses, Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. Key Laboratory of Western China Mineral Resources and Geological Engineering, Xi'an 710054, China)

[Abstract] The magmatic Cu-Ni sulfide deposit is mainly hosted in mafic-ultramafic intrusions which are generally small scales. The ore body is mainly hosted in the base of the intrusion. This forms a large number of deposits which we call "mall intrusion forming large deposit". In the world, there are many mafic-ultramafic intrusions, but how to determine the metallogenic potential of intrusion has been concerned all the time. In this paper, based on previous studies, we take eastern Tianshan as an example, compare and analyze the geological and geochemical characteristics of the economic mineralized mafic-ultramafic intrusions and the uneconomic mineralized mafic-ultramafic intrusions, in order to distinguish the metallogenic potential from theory. The prospecting evaluation indexes are gained from this study, mineralized mafic-ultramafic intrusions are generally characteristic by right incline in Chondrite normalized REE pattern diagrams; several stages of magma intruding are important; a certain amount of orthopyroxene is contained in the rock; the mineral grains are obviously different, et al.

[Key words] Cu-Ni sulfide deposit; prospecting evaluation index; eastern Tianshan