

新疆东天山天宇、白石泉杂岩体 岩石学、矿物学特征对比研究

李甲平, 汪立今, 任伟, 朱海宾

(新疆大学 地质与勘查工程学院, 乌鲁木齐 830046)

摘要: 天宇和白石泉铜镍矿区含矿镁铁-超镁铁质杂岩体是东疆铜镍成矿带的重要组成部分。天宇矿区杂岩体以角闪辉长岩、角闪单辉橄榄岩、橄榄辉石岩、二辉辉石岩为主;白石泉矿区杂岩体则以辉石闪长岩、角闪辉长岩、橄榄辉石岩、辉石辉长岩、辉石橄榄岩、橄长岩为主;天宇矿区含矿超基性岩中 SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O 的质量分数比白石泉岩体低, Fe_2O_3 , MgO 相对较高;两个杂岩体的主要造岩矿物均以橄榄石、辉石、斜长石为主;铜镍矿石的矿物组成都较简单,金属矿物种类基本一致;两个杂岩体基性-超基性岩的成分接近原始岩浆,均来自于地幔,均属含铜镍中等的镁铁质岩石。

关键词: 镁铁-超镁铁质杂岩体;岩石学特征;矿物学特征;新疆

中图分类号: P584; P588.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)02-0134-07

0 引言

天宇、白石泉铜镍矿床位于塔里木板块前缘活动带与东天山接合部的沙泉子深大断裂东南侧的东天山地块内,矿床所在区域为新疆铜镍矿的有利成矿地段。

目前,对天宇、白石泉铜镍矿的研究主要集中在含矿岩体地质特征、物化探异常等方面,而对矿区岩体的岩石学及矿物学方面的研究不深入。近年来,三金柱等(2003)、吴华等(2005)、秦克章等(2006)、孙赫等(2006)、柴凤梅等(2006)分别对东天山的图拉尔根、白石泉矿区的岩相学与成矿特征进行了总结。本文在前人研究基础上,通过对东天山天宇、白石泉铜镍矿区内岩体岩石学及矿物学特征的对比研究,为进一步研究东天山天宇、白石泉铜镍矿床的成矿机制提供依据。

1 地质概况

1.1 天宇铜镍矿区

天宇铜镍矿所在区域经历了多次构造运动,岩浆活动非常强烈。矿区内构造较复杂,北部和中部有单斜构造,南侧为白虎关复背斜核部的一部分。矿区内断裂发育,按其展布方向及错动关系主要可分为两组,NEE向断裂形成较早,沿断裂多形成糜棱岩化带或构造破碎带;NE向断裂稍晚,常将早期断裂错断,这两组断裂将矿区切割成菱形格状构造格局。

矿区岩浆岩主为广泛分布的侵入岩,以华力西期为主,另有加里东期产物。区内脉岩发育,以辉长岩脉为主,次为花岗岩脉。矿区岩石的蚀变普遍,以超基性岩表现最为强烈,以纤闪石化、金云母化、蛇纹石化、绿泥石化为主;矿化作用以褐铁矿化为主。

1.2 白石泉铜镍矿区

收稿日期: 2009-03-03

基金项目: 新疆维吾尔自治区高校科研计划科学研究重点资助项目(XJEDU2007109)和新疆维吾尔自治区重点学科建设“矿产普查及勘探”科研基金联合资助。

作者简介: 李甲平(1984),男,湖南新宁人,硕士研究生,从事岩石矿物学研究。通信地址:新疆乌鲁木齐市友好商场南巷天一大厦A座16楼1608室;邮政编码:830046。

通讯作者: 汪立今。E-mail: lw668w@yahoo.com.cn

白石泉矿区的北、中部为单斜构造, 南侧以背斜为主, 位于白虎关复背斜的核部。断裂分为 3 组: NE-NEE 向断裂形成最早, 沿断裂产出有糜棱岩化带或构造破碎带; NE 向断裂常将早期断裂错断; NNE 向断裂形成最晚, 对其他方向的断裂和岩体具有破坏作用。

矿区岩浆岩主要为华力西期侵入岩。岩石的蚀变相当普遍, 主要以绿泥石化、绢云母化、纤闪石化、蛇纹石化、滑石化为主。矿化作用主要有黄铁矿化、褐铁矿化、磁铁矿化、镍黄铁矿化, 在地表氧化成褐铁矿, 在岩体中以自形-半自形晶星散浸染状、细脉状产出^[2, 3]。

2 岩石学特征对比

2.1 岩石组分特征

(1) 天宇铜镍矿产出于天宇杂岩体中, 杂岩体出露在矿区相对低洼的部位, 整体成带状分布, 岩体的西北侧侵入于片麻花岗岩中, 东南侧与花岗质糜棱岩或云母斜长岩、变粒岩接触。岩体具多期次侵位的特点, 岩石种类多变。根据岩矿鉴定结果, 杂岩体主分为橄榄岩相、辉石岩相、辉长岩相和闪长岩相。

(2) 白石泉铜镍矿区杂岩体岩相复杂, 岩石中常见有自形-半自形中细粒结构、嵌晶结构、反应边结

构及辉长结构, 具有典型的镁铁-超镁铁质深成岩结构特征。根据岩矿鉴定结果, 杂岩体可分为橄榄岩相、辉石岩相、辉长岩相和闪长岩相。

(3) 天宇、白石矿区杂岩体岩体组分特征对比见表 1 和图 1。两个杂岩体的岩石都为块状构造; 天宇岩体的岩石结构多样, 而白石泉岩体的岩石多为粒状结构; 岩石的主要矿物为橄榄石、辉石和斜长石, 橄榄石与金属矿物关系密切, 为含矿指示性矿物, 橄榄石含量高(> 20%) 的岩石中都含有金属矿物, 且岩石中金属矿物含量与橄榄石含量成正相关。

2.2 岩石化学特征

(1) 主要氧化物的质量分数。天宇、白石泉矿区含矿超基性岩主要氧化物的质量分数对比见表 2、图 2。天宇矿区含矿超基性岩中 SiO₂, Al₂O₃, CaO, K₂O, Na₂O 的质量分数比白石泉矿区低, Fe₂O₃, FeO, MgO 的质量分数相对较高。其中 w(FeO) 略高于白石泉, w(Fe₂O₃) 是白石泉的 10 倍, w(MgO) 是白石泉的 2~3 倍, w(Na₂O) 仅为白石泉的 1/3。

(2) 岩石化学特征值。天宇矿区含矿超基性岩的里特曼指数均< 3.3, 且样品中里特曼指数小于 1.8 的占 85%, 说明天宇矿区的基性-超基性岩属于钙性-钙碱性岩石, 且以钙性岩石为主; 铁镁比值 M/F= 2.02~4.17, 比白石泉矿区岩体的铁镁比值(0.7~3.9)稍高^[4, 6]。白石泉矿区的基性-超基性岩属于拉斑玄武岩石, 这与其产出构造位置有关。

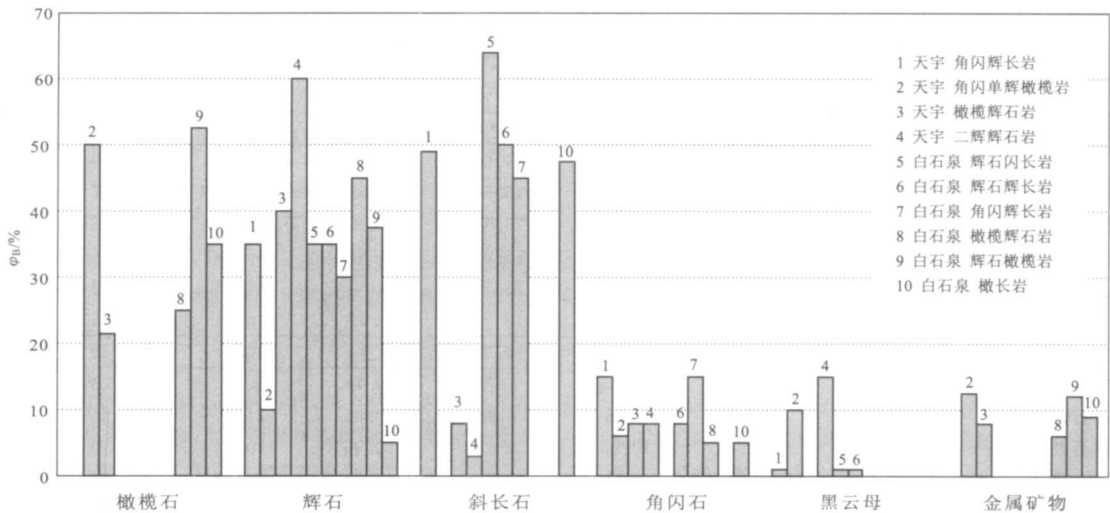


图 1 天宇、白石泉杂岩体各类岩石的矿物体积分数直方图

Fig. 1 Accumulative histogram of mineral volume in rocks of Tianyu, Baishiquan complexes

表 1 天宇、白石泉矿区杂岩体岩石特征对比
Table 1 The contrast of Tianyu and Baishiquan mafic ultramafic complexes

| 岩体 | 岩石名称 | 结构、构造 | 矿物特征 | 蚀变类型 |
|--------|-------------|-------------------------|--|----------------|
| 天宇杂岩体 | 角闪辉长岩 | 粒状结构、辉长结构、块状构造 | 斜长石半自形板状，双晶发育；辉石半自形柱状，少量被纤闪石包裹呈浑圆状；普通角闪石呈他形，多包含斜长石 | 滑石化、绿泥石化 |
| | 角闪单辉 橄榄岩 | 残余熔蚀自形结构、块状构造 | 橄榄石自形短柱状，不均匀蚀变；斜长石呈充填状他形；角闪石呈他形并析出钛铁矿 | 纤闪石化、镁绿泥石化 |
| | 橄榄辉石岩 | 熔蚀粒状结构、块状构造 | 橄榄石熔蚀柱状—他形残体状，裂理发育，外侧常有完整—不完整的反应边；辉石多呈半自形板状；角闪石呈他形，部分有退色；斜长石呈他形充填—包含状，双晶发育 | 蛇纹石化、滑石化、纤闪石化 |
| | 二辉辉石岩 | 假像纤状变晶结构、块状构造 | 纤闪石为单辉辉石蚀变后的产物；角闪石他形包含状，边缘常退色 | 纤闪石化、滑石化、绿泥石化 |
| 白石泉杂岩体 | 辉石闪长岩 | 半自形粒状结构、块状构造 | 斜长石半自形板状，双晶发育；假像纤闪石半自形状，常包裹有少量细小粒状磷灰石 | 纤闪石化 |
| | 辉石辉长岩 | 辉长结构、块状构造 | 斜长石半自形板状；辉石半自形柱状，少量被角闪石包裹呈浑圆状；斜方辉石半自形大小 0.4 mm | 滑石化、绿泥石化 |
| | 角闪辉长岩 | 半自形粒状结构、聚晶结构、嵌晶结构、块状构造 | 辉石主要为斜方辉石，多呈短柱状、长柱状及规则的八边形，表面常见角闪石小片；角闪石呈他形，少量为自形；斜长石主要为中—拉长石，多为自形的板状晶体，环带结构较为发育 | 蛇纹石化、滑石化 |
| | 橄榄辉石岩 | 半自形粒状结构、包橄结构、块状构造 | 辉石多呈半自形柱状；橄榄石呈他形粒状，多被纤闪石化辉石包裹；角闪石极少，呈他形充填状分布 | 纤闪石化、绿泥石化、蛇纹石化 |
| | 辉石橄榄岩 | 半自形粒状结构、包橄结构、反应边结构、块状构造 | 橄榄石半自形粒状或浑圆状，大小 1~2 mm，具有斜方辉石反应边；单斜辉石多呈他形晶，斜方辉石均以包裹浑圆粒状的橄榄石存在；斜长石多呈他形充填于橄榄石颗粒之间；角闪石他形，多包裹橄榄石、辉石。 | 蛇纹石化、纤闪石化、绿泥石化 |
| | 橄长岩 | 半自形中粒粒状结构、包橄结构、块状构造 | 橄榄石半自形短柱状及椭圆粒状，裂理发育；斜长石晶体粗大，自形程度较高，常包裹橄榄石，且与橄榄石接触处有薄层次闪石化边，沿橄榄石颗粒四周放射状裂纹较发育，具橄长岩典型结构 | 蛇纹石化 |

表 2 天宇和白石泉矿区含矿超基性岩的主要氧化物质量分数对比
Table 2 The main oxides contents of Tianyu and Baishiquan complexes

| 样品编号 | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | FeO | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O |
|-------|------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------|-------------------|
| 天宇-1 | 28.48 | 3.80 | 12.01 | 24.00 | 2.47 | 20.82 | 0.09 | 0.42 |
| 天宇-2 | 33.80 | 5.26 | 12.46 | 13.50 | 3.03 | 23.46 | 0.07 | 0.27 |
| 天宇-3 | 34.35 | 4.94 | 12.91 | 13.10 | 3.36 | 21.93 | 0.08 | 0.24 |
| 天宇-4 | 35.35 | 4.94 | 10.35 | 15.55 | 3.81 | 20.88 | 0.16 | 0.51 |
| 天宇-5 | 35.84 | 6.19 | 10.98 | 15.75 | 4.60 | 16.77 | 0.97 | 0.25 |
| 天宇-6 | 40.14 | 6.73 | 10.64 | 12.33 | 6.39 | 16.61 | 0.35 | 0.76 |
| 天宇平均 | 34.66 | 5.31 | 11.56 | 15.70 | 3.94 | 20.07 | 0.29 | 0.41 |
| 白石泉-1 | 43.36 | 17.94 | 11.55 | 1.73 | 10.78 | 8.24 | 1.22 | 1.60 |
| 白石泉-2 | 45.85 | 13.48 | 9.23 | 1.38 | 10.45 | 14.69 | 0.86 | 0.87 |
| 白石泉-3 | 46.41 | 15.18 | 12.03 | 1.81 | 10.96 | 10.44 | 1.00 | 1.32 |
| 白石泉-4 | 46.99 | 14.09 | 9.65 | 1.45 | 11.71 | 10.52 | 0.83 | 1.72 |
| 白石泉-5 | 48.28 | 16.38 | 9.78 | 1.47 | 11.37 | 7.10 | 0.76 | 2.41 |
| 白石泉-6 | 49.31 | 9.93 | 7.03 | 1.05 | 14.32 | 13.39 | 0.46 | 1.18 |
| 白石泉平均 | 46.70 | 14.50 | 9.88 | 1.48 | 11.60 | 10.73 | 0.85 | 1.52 |

量的单位: w_B/ %。

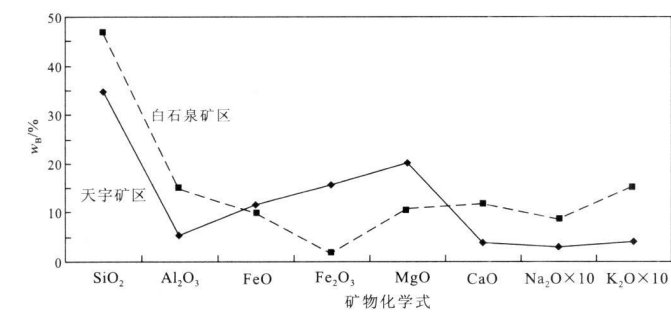


图 2 天宇、白石泉矿区含矿超基性岩的主要氧化物质量分数曲线

Fig. 2 The main oxides contents curves of Tianyu and Baishiquan mafic ultramafic complexes

火成岩中的镁值是识别原生岩浆的重要标志。邓晋福(1996)提出原始岩浆镁值为0.61%~0.75%。天宇矿区的15个样品镁值为0.65%~0.73%,白石泉矿区的15个样品镁值为0.62%~0.72%,两个矿区基性-超基性岩的成分接近原始岩浆,均来自于地幔。

3 矿物学特征对比

3.1 主要岩石矿物特征

天宇、白石泉矿区杂岩体的主要造岩矿物为橄榄石、辉石、斜长石、黑云母、角闪石及蚀变产物。主要岩石矿物主要特征对比见表3。

3.2 主要矿石矿物特征

天宇、白石泉矿区的矿石矿物比较简单,两个矿区内主要矿石矿物基本一致,次要矿物略有不同,矿物特征也基本一致(表4)。

(1) 磁黄铁矿: 原生矿石及氧化矿石中最主要的硫化物,大部分呈集合体状充填于辉石、橄榄石之间并形成陨铁状结构。他形-半自形状,其边部常被纤闪石、绿泥石等蚀变矿物穿插呈齿状,可见一组解理,在聚集成形成集合体时则成为其他有用硫化物的载体矿物。集合体内常可见固熔体状及骸晶状镍黄铁矿。部分磁黄铁矿受热液改造浸染状产于其他矿物粒间及裂隙中。在稀疏浸染状矿石中含量1.5%~10%,在中等浸染状矿石中含量20%~30%,在稠密浸染状矿石中含量40%~60%,在块状硫化物矿石中可达90%并形成镶嵌状结构。

(2) 镍黄铁矿: 为矿石中主要含镍矿物,多呈他形-半自形粒状,赋存于磁黄铁矿边部并与其他形黄铜矿构成集合体,裂纹发育,可见节理;部分镍黄铁矿呈固熔体状产于磁黄铁矿内部或呈骸晶状(羽状、棒刺状、绳结状、片-板状、火焰状、楔状)存在于磁黄铁矿解理中。

(3) 黄铜矿、辉铜矿、蓝辉铜矿: 呈他形粒状,少量半自形状,黄铜矿与镍黄铁矿伴生,常被改造成浸染片状、纤维状,多紧贴在磁黄铁矿边部,少量包含在其中,被蚀变溶解者多在近处呈细小浸染状产出。近地表的黄铜矿常见有辉铜矿、蓝辉铜矿及铜蓝的蚀变边。

表 3 天宇、白石泉矿区杂岩体的主要造岩矿物特征对比

Table 3 The main rock-forming mineral characteristics of Tianyu and Baishiquan mafic ultramafic complexes

| 矿物 | 天宇杂岩体 | 白石泉杂岩体 |
|-----|---|--|
| 橄榄石 | 半自形-自形粒状,一组不发育的节理,裂理发育,沿裂理有少量蛇纹石化并析出片状、隔板状磁铁矿,局部有伊丁石化,部分被辉石包裹 | 半自形粒状或浑圆粒状,0.5~3 mm,裂理较发育,具有明显蛇纹石化,蛇纹石及析出的铁质常沿其边缘及裂隙分布呈网脉状,甚至完全为蛇纹石交代而仅保留其假象 |
| 辉石 | 斜方辉石、单斜辉石均可见,以斜方辉石为主,大小0.5~4.5 mm,半自形粒状结构,纤闪石化、滑石化较普遍,并保留其假像,多有磁铁矿析出;部分顽火辉石在橄榄石外侧形成完整-不完整反应边结构,局部直接有闪石反应边存在 | 斜方辉石、单斜辉石均可见,以斜方辉石为主;斜方辉石呈半自形板柱状或为橄榄石的反应边产出,具滑石化、透闪石化,表面常见榍石细小颗粒定向排列;单斜辉石呈短柱状,常见角闪石的反应边或在颗粒表面有细粒角闪石分布,具次闪石化、绿泥石化 |
| 斜长石 | 多为中-基性斜长石,半自形板状,双晶发育,微具环带,具绢云母化,常被过渡性叶片状绿泥石集合体代替,含量5%~50% | 多为基性斜长石,自形-半自形,与辉石形成辉长结构,具有明显的环带现象,具绿泥石化 |
| 角闪石 | 他形粒状,颜色较浅,部分有退色现象,已纤闪石化并析出少量微小板状钛铁矿,含量最高达5% | 主要为钙质角闪石类的角闪石和普通角闪石,他形-半自形结构、聚晶结构,既有岩浆成因也有次生交代成因 |
| 黑云母 | 他形-半自形片状,填隙状,多已绿泥石化,有受压扭曲现象,含量3%~7% | 自形-半自形片状,含量少 |

表 4 天宇、白石泉、喀拉通克铜镍矿区的矿石矿物特征对比^[1, 4, 9, 10]
Table 4 The ore minerals of Tianyu, Baishiquan and Kalatongke complexes

| 矿物 | 天宇矿区 | | 白石泉矿区 | | 喀拉通克矿区 | |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------|
| | 主要矿物 | 次要矿物 | 主要矿物 | 次要矿物 | 主要矿物 | 次要矿物 |
| 金属矿物 | 金属 硫化物 | 磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿 | 方黄铜矿、白铁矿、辉铜矿、蓝辉铜矿 | 磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿 | 方黄铜矿、白铁矿、闪锌矿、辉铜矿 | 磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿 |
| | 金属 氧化物 | 钛铁矿、磁铁矿 | 榍石、铬尖晶石、金红石 | 钛铁矿、磁铁矿 | 榍石、铬尖晶石、金红石 | 磁铁矿、钛铁矿 |
| 脉石矿物 | 橄榄石、辉石、斜长石、角闪石 | 金云母、黑云母、方解石、石英、电气石 | 橄榄石、辉石、斜长石、角闪石 | 金云母、黑云母、方解石、石英、磷灰石 | 橄榄石、辉石、角闪石 | 黑云母、方解石、石英 |
| 蚀变矿物 | 纤闪石、次闪石、蛇纹石、滑石、菱镁矿 | 透辉石、绿泥石、绢云母、高岭土 | 纤闪石、次闪石、蛇纹石、滑石、菱镁矿 | 透辉石、镁绿泥石、绢云母、高岭土 | 绿泥石、绢云母、蛇纹石、滑石 | 透辉石、高岭土 |
| 次生矿物 | 褐铁矿、黄钾铁矾、镍华 | 墨铜矿、蓝辉铜矿、氯铜矿 | 褐铁矿、黄钾铁矾、镍华 | 墨铜矿、铜蓝、菱铁矿 | 褐铁矿、铂铋铍矿、镍铋铍矿 | 铜蓝、辉钴矿 |

(4) 方黄铜矿、闪锌矿、辉砷钴矿：呈他形不规则粒状星散分布，多产于磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿周围，与之紧密伴生。

(5) 褐铁矿：氧化矿石中最为常见，多呈假象褐铁矿、粉末状或薄膜状产出，使矿石呈褐红色。

3.3 矿物化学成分

M. H. 戈德列夫斯基等按照侵入岩中 MgO 的质量分数把超基性岩浆及其结晶产物分为无硫化物的镁铁质岩石($w(\text{MgO}) \leq 8\%$)、含铜镍中等镁铁质岩石($w(\text{MgO}) = 8\% \sim 30\%$)、无硫化物的超镁铁质岩石($w(\text{MgO}) > 30\%$) 等 3 类。将天宇、白石泉矿区岩体的化学成分与喀拉通克矿区进行对比(表 5, 图 3), 天宇、白石泉矿区属于含铜镍中等镁铁质岩

石, 总体具有高镁、贫钙、低碱、低铝的特征, 但是在物质成分含量及其总体特征上白石泉与喀拉通克更相近。

虽然两个矿区含富矿体的岩相存在差异, 但在所有含矿岩相中均含有橄榄石、斜方辉石等含矿指示性矿物。白石泉岩体中橄榄石存在强烈的 Ni 亏损, 指示了较好的含矿性, 并且随着镁铁质-超镁铁质岩浆中矿物的正常结晶顺序, Ni 的质量分数在依次结晶的矿物中逐渐递减^[8], 说明岩浆成矿过程中, Ni 的矿化富集与岩浆的演化同步进行。白石泉岩体的平均 M/F 比值较天宇岩体低, 这与白石泉杂岩体中基性岩石所占比例过高有关, 主要岩性为闪长岩、辉长岩等^[1, 5, 7], 而超镁铁质岩相比比例较低。

表 5 天宇、白石泉、喀拉通克矿区镁铁质-超镁铁质岩的岩石化学成分对比^[1, 4, 9, 10]
Table 5 The petrochemical composition of Tianyu, Baishiquan and Kalatongke mafic ultramafic complexes

| 杂岩体 | 岩石名称 | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | FeO | Fe ₂ O ₃ | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | 烧失 | 合计 |
|---------|---------|------------------|------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|------|-------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------|
| 天宇杂岩体 | 角闪辉长岩 | 40.01 | 0.65 | 7.78 | 8.36 | 10.20 | 0.20 | 18.74 | 5.25 | 2.54 | 1.26 | 0.11 | 5.17 | 100 |
| | 角闪单辉橄榄岩 | 38.31 | 0.62 | 5.39 | 9.20 | 11.12 | 0.17 | 20.54 | 4.54 | 0.90 | 1.52 | 0.09 | 6.60 | 100 |
| | 橄榄辉石岩 | 33.63 | 0.35 | 4.54 | 7.65 | 14.08 | 0.16 | 28.89 | 1.85 | 0.16 | 0.30 | 0.06 | 9.24 | 98.91 |
| | 二辉辉石岩 | 35.80 | 0.25 | 5.05 | 7.83 | 10.65 | 0.11 | 23.15 | 8.56 | 0.37 | 0.10 | 0.02 | 4.55 | 97.44 |
| 白石泉杂岩体 | 辉石闪长岩 | 50.82 | 0.72 | 17.53 | 4.17 | 1.31 | 0.10 | 7.32 | 11.00 | 4.24 | 0.42 | 0.06 | 1.40 | 99.09 |
| | 辉石橄榄岩 | 53.01 | 0.53 | 17.36 | 4.51 | 0.94 | 0.10 | 7.45 | 10.21 | 3.79 | 0.40 | 0.12 | 1.15 | 99.57 |
| | 角闪辉长岩 | 51.27 | 0.47 | 6.71 | 11.35 | 1.16 | 0.22 | 18.69 | 4.55 | 0.41 | 0.78 | 0.12 | 2.71 | 98.44 |
| | 橄榄辉石岩 | 49.73 | 0.89 | 14.78 | 8.47 | 0.94 | 0.15 | 8.74 | 10.98 | 2.23 | 0.33 | 0.07 | 1.23 | 98.54 |
| | 辉石辉长岩 | 46.30 | 0.91 | 9.97 | 8.32 | 1.26 | 0.14 | 20.31 | 5.72 | 0.63 | 0.38 | 0.13 | 4.48 | 98.55 |
| | 橄长岩 | 49.76 | 1.11 | 11.61 | 8.30 | 1.30 | 0.17 | 14.81 | 6.11 | 2.51 | 1.06 | 0.09 | 1.85 | 98.68 |
| 喀拉通克杂岩体 | 橄榄苏长岩 | 41.01 | 0.76 | 7.81 | 11.45 | 6.12 | 0.25 | 20.96 | 2.92 | 1.45 | 0.91 | 0.36 | 4.23 | 98.23 |
| | 辉长苏长岩 | 50.31 | 0.72 | 9.65 | 7.18 | 3.99 | 0.23 | 13.99 | 4.59 | 1.97 | 1.31 | 0.32 | 3.55 | 97.81 |
| | 闪长岩 | 52.50 | 1.02 | 14.92 | 5.87 | 3.01 | 0.16 | 6.37 | 5.71 | 3.43 | 1.85 | 0.45 | 3.41 | 99.71 |
| | 辉绿辉长岩 | 46.32 | 1.23 | 14.98 | 8.56 | 3.55 | 0.18 | 8.84 | 5.67 | 3.12 | 1.41 | 0.41 | 3.96 | 98.23 |

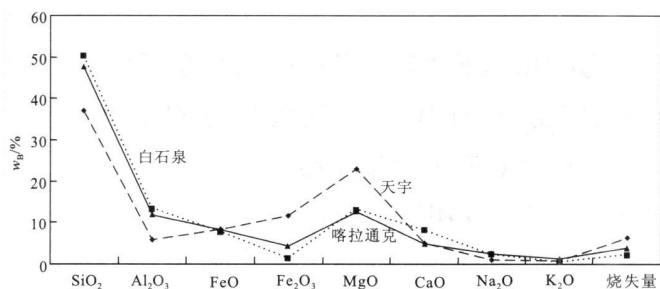


图 3 天宇、白石泉、喀拉通克镁铁质-超镁铁质岩的岩石化学平均值曲线

Fig. 3 The average petrochemical composition curve of Tianyu, Baishiquan and Kalatongke mafic ultramafic complexes

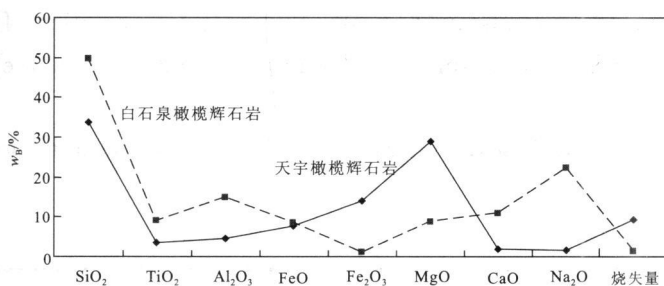


图 4 天宇、白石泉橄榄辉石岩主要岩石化学成分曲线图

Fig. 4 The average petrochemical composition curves of oliver gabbro of Tianyu and Baishiquan complexes

注: 其中 TiO_2 和 Na_2O 的质量分数均扩大 10 倍表示

3.4 橄榄辉石岩特征

对天宇、白石泉两矿区含矿橄榄辉石岩进行对比,二者在矿物成分上的差别很小,但结构不同,天宇矿区主要为熔蚀粒状结构,白石泉矿区则为半自形粒状结构、包橄结构;天宇矿区的斜方辉石含量高,而白石泉矿区的单斜辉石含量高。根据橄榄辉石岩岩石化学成分(表 5)绘制的曲线(图 4)可以看出:天宇橄榄辉石岩中 SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O 的质量分数比白石泉岩体低,而 Fe_2O_3 , MgO 的质量分数相对较高。

4 结论

(1) 天宇矿区杂岩体以角闪辉长岩、角闪单辉橄榄岩、橄榄辉石岩、二辉辉石岩为主;白石泉矿区杂岩体则以辉石闪长岩、角闪辉长岩、橄榄辉石岩、辉石辉长岩、辉石橄榄岩、橄长岩为主。

(2) 天宇矿区含矿超基性岩中 SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O 的质量分数比白石泉岩体低, Fe_2O_3 , MgO 相对较高。两个杂岩体基性-超基性岩的成分接近原始岩浆,均来自于地幔。

(3) 两个矿区杂岩体的主要造岩矿物均以橄榄石、辉石、斜长石为主。

(4) 两个矿区的矿石矿物都较简单,矿物种类基本一致,均为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、钛铁矿、磁铁矿。

(5) 两矿区的杂岩体属于含铜镍中等的镁铁质岩石,总体具有高镁、贫钙、低碱、低铝特征,但是在物质成分及其总体特征上白石泉杂岩体与喀拉通克矿区杂岩体更为接近。

参考文献:

- [1] 柴凤梅, 张招崇, 毛景文, 等. 东天山白石泉镁铁-超镁铁质岩体岩石学与矿物学研究[J]. 岩石矿物学杂志, 2006, 25(1): 1-12.
- [2] 顾连兴, 栢建林, 郭继春, 等. 造山带环境中的东疆型镁铁-超镁铁杂岩[J]. 岩石学报, 1994, 10(4): 339-356.
- [3] 毛启贵, 肖文交, 韩春明, 等. 新疆东天山白石泉铜镍矿床基性-超基性岩体锆石 U-Pb 同位素年龄、地球化学特征及其对古亚洲洋闭合时限的制约[J]. 岩石学报, 2006, 22(1): 153-162.
- [4] 孙赫, 秦克章, 徐兴旺, 等. 东天山镁铁质-超镁铁质岩体岩石特征及铜镍成矿作用[J]. 矿床地质, 2007, 26(1): 98-108.
- [5] 吴华, 李华芹, 莫新华, 等. 新疆哈密白石泉铜镍矿区基性-超基性岩的形成时代及其地质意义[J]. 地质学报, 2005, 79(4): 498-502.
- [6] 吴华, 徐兴旺, 莫新华, 等. 东天山白石泉矿区地球物理多方法联合探查与隐伏铜镍矿定位预测[J]. 中国地质, 2006, 33(3): 672-681.
- [7] 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): 43-58.
- [8] 秦克章, 丁魁首, 许英霞, 等. 东天山图拉尔根、白石泉铜镍钴矿床钴、镍赋存状态及原岩含矿性研究[J]. 矿床地质, 2007, 26(1): 1-14.
- [9] 王润民, 赵昌龙. 新疆喀拉通克一号铜镍硫化物矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 1-298.
- [10] 李本海, 易爽庭, 薛秀娣. 喀拉通克 1 号铜镍硫化物矿床中贵金属元素矿物及其产出特征[J]. 新疆地质, 1991, 9(4): 314-322.

PETROLOGICAL AND MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF TIANYU AND BAISHIQUAN MAFIC-ULTRAMAFIC COMPLEXES IN THE MIDDLE TIANSHAN OF XINJIANG

LI Jia-Ping, WANG Li-Jin, REN Wei, ZHU Hai-bin

(Institute of geological and exploration engineering, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: Tianyu and Baishiquan rock bodies are the two important ore-bearing mafic-ultramafic intrusive complexes at Cu-Ni ore belt in the east Xinjiang area. Tianyu complex is dominated by hornblende gabbro, hornblende-clinopyroxene peridotite, olivine pyroxenite and ilmenite, and Baishiquan complex by pyroxene diorite, hornblende gabbro, olivine pyroxenite, pyroxenite gabbro, pyroxene peridotite and troctolite. Tianyu complex is higher than Baishiquan complex in SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O and the latter is relatively higher in Fe_2O_3 , MgO . Mineralogically, the two complexes are mainly composed of olivine, pyroxene, plagioclase and Cu-Ni ore is simple, and the metal minerals are basically the same. Composition of the two complexes are similar to the original magma and derived from mantle. They belong to moderate Cu-Ni content mafic rocks.

Key Words: mafic-ultramafic complex; petrological characteristics; mineralogical characteristics; xinjiang

(上接第 128 页)

GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF DEHELONGWA GOLD-COPPER DEPOSIT IN QINGHAI

FU Xiao-ming¹, XI Chao-zhuang²

(1. School of Geosciences and Environmental Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Hunan Nonferrous Metals Holding Group Co. Ltd., Changsha 410015, China)

Abstract: Based on geology and geochemical characteristics of ore trace elements, rare earth elements and Pb, S isotopes in Dehelongwa gold-copper deposit, such as (ΣREE) $14.22 \times 10^{-6} \sim 176.54 \times 10^{-6}$; LREE/HREE 2.37~12.19, LREE concentration and HREE depletion and Eu positive anomaly, trace elements Ba, Sr, Ti depletion, low field strength elements, the highest Zr among high field strength elements Sc, Th, U, Zr, Hf, Nb, Ta, the highest concentration of V among siderophile elements, highly homogenized S isotopes ($\delta^{34}\text{S}$) = $+2.2 \times 10^{-3} \sim +7.0 \times 10^{-3}$, the average, $+4.98 \times 10^{-3}$) and falling of S isotopic data between the upper mantle Pb and orogenic belt Pb the authors have reached the conclusion that the Dehelongwa gold-copper deposit derived its ore-forming materials from crust-mantle mixation.

Key Words: Dehelongwa gold-copper deposit; trace element; rare earth element; geochemical characteristics; Qinghai province