地质 ·矿床

内蒙古大苏计斑岩型钼矿床地质特征及其找矿意义

于玺卿,陈 旺,李 伟
(内蒙古自治区有色地质勘查局,呼和浩特 010010)

[摘 要]文章通过对区域成矿背景、矿区地质特征、物化探特征、矿床成因及成矿条件等的分析,对该成矿区带的找矿前景、找矿意义进行了简要评述。矿区位于华北地台北缘,明星沟火山岩盆地周边,构造基底由太古界上集宁群片麻岩和太古代混合岩化花岗岩组成,矿区中心主要出露燕山期正长花岗(斑)岩和石英斑岩。矿体主要赋存于碎裂石英斑岩、正长花岗(斑)岩体中,呈筒状产出。主成因类型属低品位斑岩型钼矿床,有可能发展为中型矿床。目前深部已发现有原生硫化钼矿体存在,局部原生矿厚度达到 150m以上。此矿床的成功发现,为在内蒙古地区寻找壳源型斑岩矿床提供了经验,对该成矿区带找矿有现实指导意义。

[关键词]内蒙古 斑岩型钼矿 地质特征 找矿意义
[中图分类号]P618.65 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2008)02-0029-09

0 序言

大苏计钼多金属矿区位于内蒙古卓资县境内,是 2006年经勘查新发现的矿产地。该区 1990年 1∶5万分散流普查时获得异常,但由于认识不足,没有取得突破。1999年,通过对该区分散流异常进行了重新编号研究[1],将主攻矿种重新厘定为钼多金属,成因类型定为斑岩型,预测有中型钼矿存在。经初步勘查,矿区主要分布太古界上集宁群片麻岩、太古代混合岩化花岗岩和燕山期正长花岗(斑)岩和石英斑岩。岩体呈小岩株状、脉状展布,矿体主要赋存于碎裂石英斑岩、正长花岗(斑)岩体中,呈筒状产出。目前深部已圈定原生钼矿体存在,呈巨厚层状产出,局部原生矿厚度达到 150m以上。银铅锌矿体一条,呈脉状产出。主矿种以钼为主兼含银、铅、锌。主成因类型确定为低品位斑岩型钼矿床,已获得钼金属量 3.5万 t,钼矿体平均品位 0.11%,钼矿体最高品位 0.32%。远景储量有望达到 10万 t以上。此矿床的成功发现,弥补了对该成矿区带成矿条件的认识不足,认为在内蒙古地台(华北地台北缘)有壳源改造型斑岩(或火山-次火山岩、斑岩系列)钼银铅锌多金属矿带存在,有必要在该区带开展进一步地质勘查工作。文章拟从矿床地质特征、成矿条件等方面分析其对该成矿区带的找矿意义,扩大找矿前景。因为此矿床只是前期普查,有许多地方研究不足,为野外一线的地质工作者起到抛砖引玉的作用,供同行参考。

1 成矿地质背景

1.1 大地构造环境

该区大地构造位置属华北地台北缘,内蒙台隆的凉城断隆。北侧以乌拉特前旗—呼市—集宁 EW向深大断裂为界,与阴山断隆相隔;南侧紧邻岱海—黄旗海 NE向新生代断陷盆地。西侧以呼市—河曲 NNE向深断裂与河套断陷盆地毗邻。

其中,以岱海—黄旗海 NE向断陷,对该区域地质和成矿的发展起到了控制作用。表现在断裂延展远、深度大、活动期长,其周边发育一系列的火山-次火山岩-斑岩等岩浆的侵位,银铅钼金多金属矿多围绕该断陷带两侧分布[1~2,12](图 1)。

1.2 区域地质特征

区域地层主要出露地层为太古界集宁群,其次为中生界侏罗系、白垩系。太古界集宁群($A_{r_1}jn$)共分两个岩组,上部是片麻岩组($A_{r_1}jn^1$),下部是变粒岩大理岩组($A_{r_1}jn^2$)。上侏罗系统(J_3)包括含化石的大青山组(J_3d^{1-4})和不含化石的火山岩组(J_3)。

矿区处于区域性的断陷盆地和局部隆起的接合部位(断陷边缘),北东东向大榆树复背斜的东倾伏端,大榆树岩体[太古代晚期碎裂斜长花岗岩

[收稿日期]2007-05-24;[修订日期]2007-12-26。
[第一作者简介]于玺卿(1962年—),男,2006年毕业于中国地质大学,高级工程师,长期从事地质找矿与勘查等工作。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(γo_1^2)]东段,明星沟火山 - 次火山盆地的东边缘。

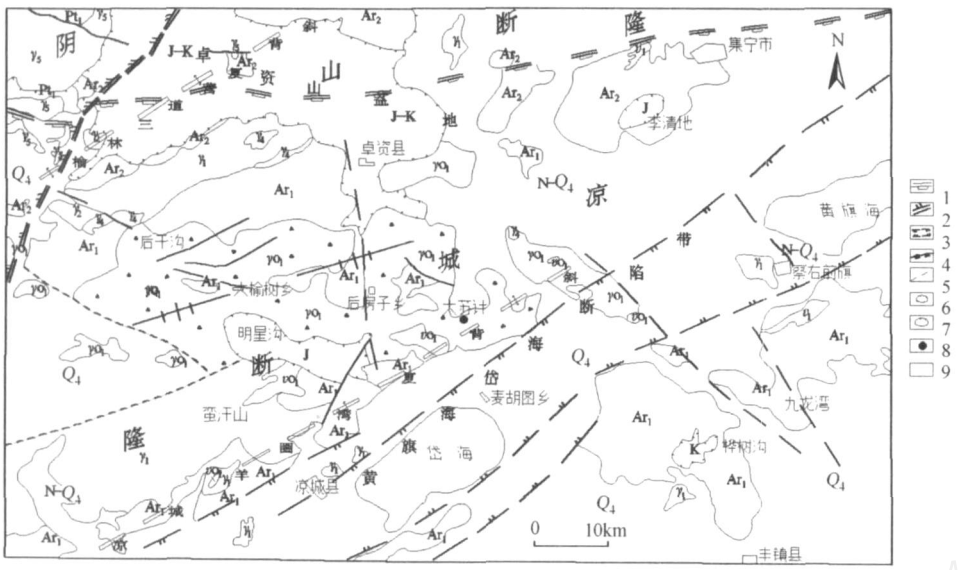


图 1 大苏计地区区域地质图

N - Q—第三系 —第四系; Ar_1—下太古界集宁群变质岩; Ar_2—上太古界乌拉山群变质岩; Pt_1—早元古界二道洼群片岩类; T - K—中生界陆相碎屑沉积岩; J—中生界陆相酸性火山岩; υ_1—五台期紫苏辉长岩、苏长岩; γ_1—五台期混合花岗岩; γo_1—五台期斜长花岗岩; υo_1—紫苏辉长麻粒岩; γ_2—吕梁期花岗岩岩; γ_4—华力西期花岗岩; γ_5—燕山期花岗岩; 1—东西向深大断裂带; 2—新华夏断裂带; 3—挤压破碎带; 4—推测断层; 5—火山机构; 6—中生带陆相盆地; 7—中生带陆相火山岩盆地; 8—中型银多金属矿; 9—小型银多金属矿

其中大榆树破碎带是区内规模最大的破碎带,出露长达 50km,宽达 20km,产于太古代花岗岩中。岩石呈碎裂结构,斜长石边缘常粒化断裂或扭曲变形,石英破碎程度高于长石,形成粒状集合体,由于再结晶有弯曲或近似齿状之边缘。

区域岩浆活动较强,主要有太古代早晚期、吕梁期、加里东期、华力西期和燕山期。分布范围最广泛的岩浆岩主要为太古代花岗岩类,以太古代晚期碎裂斜长花岗岩 (大榆树岩体)为代表,属铝过饱和系列 ($Al_2O_3 > Na_2O + K_2O + CaO$)岩石, SiO_2 含量较低, Fe、Mg含量稍高。其次为太古代早期变苏长岩,属钙碱性系列 ($Na_2O + K_2O > Al_2O_3$)岩石, SiO_2 含量偏低, Fe、Mg含量较高。

与金属矿床成矿关系密切的侵入岩主要为燕山期酸性次火山 - 超浅成岩类及相关脉岩类。主要侵入在太古代岩体中,发育的脉岩有伟晶岩脉、石英岩脉、辉绿岩脉、石英斑岩脉等,这些脉岩常与金、银、铅等矿产有关。

1.3 区域矿产分布

该区域内金属矿产资源主要有李清地、九龙湾中小型银铅矿。近年来发现有可采的小型岩金矿,如大阳坡金矿、驼盘金矿等,在一些小的银铜铅锌矿点上基本没有进展。综观全区,金、银铅锌矿及铁、锰矿点均围绕中生代火山岩盆地周边分布,产于下太古界集宁群或太古代晚期碎裂 (斑状)花岗岩中,矿床类型多为中低温热液脉型或热液裂隙充填型,成因多与火山 - 次火山岩有关。

2 矿区地质特征

2.1 矿区地层

矿区内出露基底地层仅见太古界上集宁群第一岩组 ——片麻岩组,上覆地层主要为第三系、第四系 (图 2)。

1) 太古界上集宁群第一岩组主要分布于矿区的中南部,由于太古代晚期花岗岩侵入,使地层的完整性受到破坏,呈捕虏体存在于花岗岩之中,出露规模很小,长几十米到几百米,宽几十米,面积不足 0.01km^2。走向近东西,倾向南,倾角约 55°左右。

2) 第三系上新统玄武岩,主要在矿区东部、北部大面积出露。岩石呈灰黑色,气孔发育,偶见辉石斑晶,由气孔内充填着炭酸盐矿物,隐晶质结构杏仁构造,产状平缓,厚度不大,玄武岩不整合于太古界斜长花岗岩,石英斑岩,次花岗斑岩之上。

3) 第四系分布于沟谷及两侧、山坡及低洼地带,以风成黄土为主,其次为残坡积物,冲洪积物。在矿区阴坡及沟壑均大面积被第四系黄土、砂土所

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

覆盖,一般厚 3～9m,冲沟中所见黄土覆盖厚度可达 17m;阳坡残坡积物厚 2～5m。

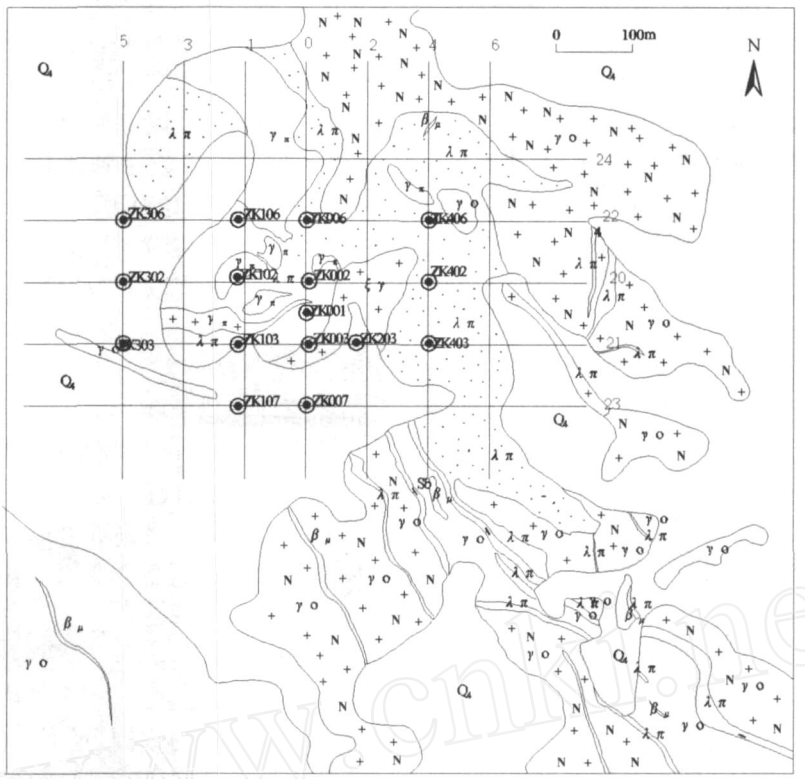


图 2　桌资县大苏计钼矿区地质简图

Q_4—第四系;γ_n—花岗斑岩;$\lambda\pi$—石英斑岩;$\varepsilon\gamma$—正长花岗(斑)岩;γo—斜长花岗岩;β_μ—辉绿岩脉

2.2　矿区构造

1) 褶皱构造

矿区处于北东东向大榆树复背斜的东倾伏端,由于太古代花岗岩大面积侵入,下太古界上集宁群被吞噬,矿区内只残存地层捕虏体,仅表现为单斜构造,原褶皱形态已被完全破坏,不复存在。

2) 断裂构造

北西向构造是矿区控制含矿斑岩体的主导性构造,矿区控矿构造有两套,一是斑岩体顶部碎裂构造带;二是斑岩体接触角砾构造带。

含矿斑岩体受纵向向上强烈拱挤,顶部及附近围岩遭受强烈的爆破的碎裂,大量垂直裂隙与其它构造和冷缩裂隙相交切,使斑岩体顶部构成十分密集的裂隙网,并形成碎裂构造带。主要表现在岩石节理、裂隙极发育,有张性的,也有压剪性的;有垂直的,也有横向、斜交的,裂隙宽 1～10mm,沿节理、裂隙常发生二次破碎,见角砾岩、镜面擦痕及糜棱岩。这些网状裂隙系统是矿液的良好通道,又是金属矿物和其它脉石矿物沉积的有利空间。钼多金属矿多以石英-硫化物脉形式沿裂隙侵入。该碎裂构造带根据钻探工程揭露,呈面状分布。

斑岩体接触构造带上主要发育有构造角砾岩,角砾岩成分多为石英斑岩自身,呈条带状展布。

2.3　矿区岩浆岩

矿区岩浆岩发育,主要有太古界晚期碎裂斜长花岗岩($\gamma o_1^{2(1)}$)、碎裂钾长花岗岩($\gamma o_1^{2(2)}$)、及燕山期石英斑岩(λπ)、(次)花岗斑岩(γπ)、正长花岗(斑)岩(ξγ)、及一些基性、酸性脉岩类。

1) 太古界晚期碎裂斜长(钾长)花岗岩[$\gamma o_1^{2(1)}$($\gamma o_1^{2(2)}$)]

在矿区内及矿区外围大面积出露,为该矿区的构造-岩浆岩基底。高岭土化较强,多数岩石破碎,不完整。

2) 正长花岗(斑)岩(ξγ)

主要出露于矿区中部及深部,形成于燕山期,呈小岩株状产出,是主要含矿岩石之一,为浅成侵入岩相,侵入在太古界晚期碎裂斜长(钾长)花岗岩中。

在钻孔深部,局部见少量角闪石,已蚀变为黑云母。根据钾长石和斜长石所占的比例及角闪石(黑云母)含量的多少,局部过渡为二长花岗岩(ηγ)或石英闪长岩(γσ),它们之间均没有明显的界线。

3) (碎裂)石英斑岩(λπ)

该岩体亦是矿区主要赋矿岩体,形成于燕山期。在矿区北部以小岩株状形式产出,侵入到太古代混合

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

花岗岩及正长花岗(斑)岩中,呈椭圆形展布,出露面积不足 0.4km^2,多呈碎裂状,形成碎裂石英斑岩。

在矿区南部,石英斑岩呈岩脉状形式产出,侵入在太古代混合花岗岩中,岩脉展布方向近北北西向,具雁列式排列,平行摆布,岩脉宽度从几米至十几米,长度从几十米至几百米。多形成角砾岩化、角岩化带。

在地表气孔较发育,但无充填物,铁锰染,褐铁矿化较强,局部地段可见流纹状构造的霏细斑岩,流纹斑岩。可见石英斑岩可能为次火山岩相,与喷出岩呈过渡关系。

石英斑岩与正长花岗(斑)岩的接触界线不清;与碎裂斜长(钾长)花岗岩一般存在有宽 3～10m的接触蚀变带。

4) (次)花岗斑岩(γπ)

主要出露于矿区中部、北部,以岩脉状、岩席状产出,侵入石英斑岩之中。根据探槽及钻孔中观察,花岗斑岩晚于石英斑岩,有切割石英斑岩的迹象。二者界线清楚,侵入接触关系明显,多为直接的不整合接触关系,接触面干净,接触带可见有破碎角砾岩层。该岩体一般不具钼矿化,其特征是总体上含锰较高,高岭土化、绢云母化、绿帘石化极强,气孔发育。可能为次火山岩相。

综观全区,在老花岗岩基底之上,至少发育有两期火山-岩浆活动:

第一期分两个阶段,第一阶段浅成相,正长花岗(斑)岩侵入;第二阶段为喷出相-次火山岩相,形成石英斑岩、流纹斑岩。两个阶段可以说构成一个完整的岩浆旋回,第二阶段石英斑岩为钼成矿母岩,其由于成矿空间、成矿流体的物化条件改变,使岩体碎裂富矿。根据岩石化学分析研究,其与基底岩石成分相当,为壳源改造型产物。

第二期为超浅成相(次花岗斑岩),其基本不含矿,但其对石英斑岩的改造机制,尚需研究。

2.4 矿体特征

矿体形态、规模及产状:目前初步查明矿床在产出空间形态为顶部两边较薄,深部中间变厚的立钟状。向东南侧伏。矿床产在石英斑岩、正长花岗(斑)岩体内,受斑岩体的严格控制。

矿体呈巨厚层状产出,100m以上主要产于石英斑岩体内;100m以下主要产于正长花岗(斑)岩体内。岩体即为矿体,属全岩矿化。与围岩界线为渐变关系,以化学分析样品圈定矿体边界。顶底板可为碎裂石英斑岩、次花岗斑岩、正长花岗(斑)岩、老斜长花岗岩。矿床围岩为老斜长花岗岩。

地表均为氧化矿,地表含矿斑岩体呈北东向椭圆状分布,长度和宽度均大于 500m,由于残坡积物厚度过大,探槽工程控制不理想。钼品位不高,个别样品最高品位只有 0.035%。

通过钻探深部验证,从开孔起就见有氧化矿体或有矿化显示[2](图 3)。

1350m标高以上为钼氧化矿体,自地表厚 70～130m,钼绝大多数达到或超过边界品位,最高品位 0.30%、最低品位 0.030%、平均品位 0.082%。没有见到次生富集带。目前选矿条件下尚不能利用。

1350m标高以下为钼原生硫化矿体,矿化带厚度达 150～230m,钼达到工业品位的矿体有 3～5层,单层厚最小为 1～5m,平均厚度可达 45m,个别钻孔厚度可达 100m以上。最高品位 0.28%,最低品位 0.030%,平均品位 0.110%。局部见以方铅矿为特征的大脉状矿体,钼品位最高 0.089%,最低 0.058%;铅品位最高 5.00%,最低 0.90%;锌品位最高 16.50%,最低 2.38%;银品位最高 225 ×10^{-6},最低 60 ×10^{-6}。

2.5 矿石特征

1) 矿石类型

依据矿床的成因、矿种(有用金属矿物组分)、氧化程度的不同,将该区矿石自然类型划分为氧化矿石和原生矿石(表 1)。

表 1 矿石自然类型分类一览表

矿石类型	矿石矿物	矿体产出位置
氧化矿石	钼华、褐铁矿	主要分布在浅部或构造破碎带中
原生(硫化)矿石	辉钼矿、黄铁矿	主要分布在深部

钻孔统计表明,氧化带深度一般在距地表下 60～130m之间。

该区目前可采矿石主要为辉钼矿矿石,其次为方铅矿矿石,方铅矿矿石属热液脉型,虽局部有富矿品位,但无单独层位。

2) 矿石矿物组成

矿石矿物组成:氧化矿物主要有钼华、褐铁矿、软锰矿等。硫化矿主要有辉钼矿、黄铁矿。脉石矿物主要有石英、斜长石、钾长石、高岭石、绢云母、绿帘石等(表 2)。

表 2 矿床矿石矿物组成一览表

矿物分类		矿物名称
金属矿物	主要	辉钼矿、黄铁矿、褐铁矿
	次要或少量	方铅矿、闪锌矿、硬锰矿、软锰矿、磁铁矿等
非金属矿物	主要	石英、钾长石、斜长石、绢云母、高岭石
	次要或少量	萤石、绿泥石、绿帘石、黑云母、方解石、叶腊石、白云母、榍石、锆石等

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

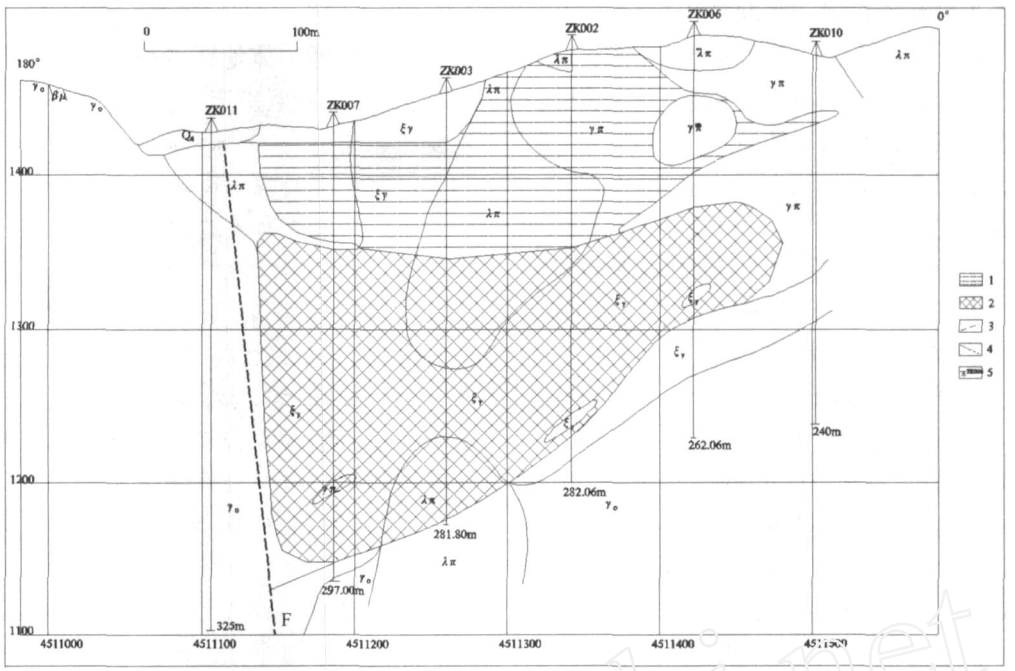


图 3　0号勘探线地质剖面图

Q_4—第四系;εγ—正长花岗岩;γπ—正长花岗(斑)岩;λπ—石英斑岩;γo—斜长花岗岩;γδ—花岗岩闪长岩;1—氧化矿体;2—原生矿体;3—地形及地质界限;4—推测断层;5—竣工钻孔及编号

3) 矿石化学成分

主要组分含量及其变化规律:经光谱、多元素、组合分析可知(表 3、4、5),该区斑岩型原生钼矿石品位一般在 0.03%～0.3%之间。钼矿石中伴生有用元素不多,主要含有:钼、锰、铅、锌、银等元素。其中钼、锌、锰元素分布较普遍,银、铅元素仅在接触带脉型矿床中出现。有害组分磷、硫、砷等均不高或基本不含。

表 3　斑岩型原生钼矿石组分元素含量表

组分	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti
含量/%	0.70	0.70	>10	>10	0.10	7.00	0.70	0.45
组分	Ga	Ge	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
含量/%	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.00	0.05	0.01
组分	La	Ce	Yb	Hf	Ta	W	Pt	Au
含量/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.00	0.00
组分	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
含量/%	0.01	0.00	0.90	3	0.00	0.00	0.003	0.08
组分	Mo	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Ba
含量/%	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
组分	Pb	Bi	Th	U	Li	B		
含量/%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2006。

表 4　斑岩型氧化钼矿石组分平均含量表

组分	Pb	Mn	Mo	Sn	Cu	Ag
含量/10^{-6}	55.4	800	>100	4.09	12.5	1.827
组分	Zn	Ni	Co	Cr	V	
含量/10^{-6}	158.8	3.6	18.2	2.0	2.0	

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2006。

表 5　脉型原生钼矿石组分平均含量表

组分	Mo/%	Zn/%	Pb/%	Ag/10^{-6}	Cu/%	W/%	Au/10^{-6}
含量	0.071	7.7717	2.383	134.67	0.08	0.016	0.00

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2006。

4) 矿石结构、构造

矿石结构:该区矿石结构保留有斑岩成因的原始特征,主要结构特征有半自形粒状结构、片状结构、碎裂结构等。

半自形粒状结构主要为黄铁矿呈自形-半自形粒状分布于岩石中,粒度多在 0.1～0.4mm之间。片状结构主要为辉钼矿呈较细小的鳞片状集合体沿裂隙面分布,粒度多在 0.01～0.3mm之间。碎裂结构为大多数矿石兼具有的构造;

矿石构造:矿石构造主要有脉状、浸染状构造、角砾状构造、蜂窝状构造、块状构造等。脉状构造为斑岩型钼矿的主要矿石构造,多呈细(网)脉状产出,脉宽 1～6mm,少数为大脉状,脉宽达 7mm以上。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

浸染状构造常为粒状黄铁矿或片状辉钼矿呈星散点状分布于岩石中,多为稀疏浸染和不均匀浸染。角砾状构造为绝大多数矿石兼具有的构造。蜂窝状构造为氧化矿石常具有的构造。块状构造一般在品位较高的热液脉型铅锌矿石中具有此构造。

2.6 围岩及其蚀变

矿区覆盖层较厚,根据露头及工程揭露来看,矿区蚀变规模较大,蚀变强烈且普遍。在斑岩体主矿体上主要蚀变类型表现为硅化、高岭土化、绢云母化、绢英岩化、云英岩化、绿帘石化、黄铁矿、褐铁矿化、锰矿化等,表现出火山-次火山热液(斑岩体)控矿的蚀变分带特征。蚀变带不规则,不连续,变化较大。与钼矿体有关的围岩蚀变为硅化、褐铁矿化、黄铁绢英岩化、云英岩化,但这些蚀变越强,钼的品位不一定越高,有时钼的品位反而降低。

该区氧化淋滤带发育,一般发生在距地表 60～130m,蚀变强烈,有绢云母化、绿帘石化、高岭土化、黑云母化、褐铁矿化、次生石英岩化等。但没有发现有用矿物的次生富集带。

在外接触带,普遍发育硅化、绿泥石化、高岭土化、角岩化、褐铁矿化、铁锰矿化等,蚀变带呈长条状,断续长 1000m,宽度几米至几十米。

2.7 矿床成因及控矿因素

依据矿区矿体地质特征,矿床成因类型可分为两种:一为斑岩型矿床,成矿元素以钼为主,为该区主要矿床类型;二为脉型矿床,成矿元素以钼银铅锌为主。文章主要说明斑岩型矿床的成因。

矿区与成矿有关的岩石大类落入英云闪长岩类中(国际地质科学联合会 1972),FAM 图解中[5,6](表 6),矿区成矿岩石属钙碱性系列,分异指数 DI 值很大,其分布趋势与我国其它斑岩型铜钼矿床一致,但占据高值端。固结指数 SI远远小于 40,说明它们不是原始深源岩浆直接凝结的产物,而是晚期分异产物。与典型斑岩铜钼矿床比较,酸性程度较高,分异程度高,CaO、Na_2O 含量明显偏低,K_2O 含量较高,K_2O/Na_2O 较大,导致整个岩体碳酸岩化很弱,钾化明显。二长石温度计法测得,石英斑岩等次火山岩形成压力小于 500Pa,温度在 400℃ ±,推测埋深 <1.5km;石英闪长岩等侵入岩形成压力在 3000～5000Pa,温度在 700℃ ±,推测埋深 1.5～3km。含矿斑岩在演化过程中,K_2O、Fe_2O_3 有明显的富集,斑岩在岩浆冷却结晶过程中,不但有较高的 f_{O_2},而且岩浆晚期阶段有富钾质的热液参加。

表 6 大苏计矿区岩石化学特征表 ω_B/%

名称	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5
次花岗斑岩	77.91	0.20	12.23	1.00	0.93	0.27	0.33	0.08	5.68	0.06
石英斑岩	79.37	0.10	11.05	0.75	0.93	0.07	0.06	0.02	5.82	0.05
次生石英岩化石英斑岩	83.33	0.05	11.87	0.92	0.51	0.20	0.25	0.03	1.46	0.01
石英闪长岩	71.80	0.30	14.60	1.62	0.41	0.11	0.13	0.09	8.54	0.10
片麻状钾长花岗岩	80.29	0.40	8.18	0.81	1.32	0.20	0.19	2.84	5.20	0.10
斜长花岗岩	71.22	0.10	14.97	1.66		0.77	1.62	2.59	5.98	0.03

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2006。

σ指数较基底岩体小,SiO_2 较高,说明岩浆同化硅铝层物质,产生混染。根据 Raju(1972)Ca—Na—K图解,落入交代花岗岩区,提供了一个壳源改造斑岩型矿床。

从与我国斑岩型铜钼矿床对比来看,这类斑岩矿床多与钼、钨-钼、钨-锡有关。与岛弧构造环境起源的钙碱性花岗质岩浆所形成的斑岩铜、铜-金、铜(钼)矿床有一定的区别。此类型钼矿床的形成是由于区域性大规模构造事件,在局部(多断陷边缘)地壳下部受热而产生岩浆,属于地壳重熔产物,偏酸性,以花岗岩类为主,可能以底辟方式侵入和定位。矿质主要是通过熔岩浆在上涌过程中与地壳物质发生混合,获得部分矿质,或由上升热流体从地壳中萃取部分矿质,包括有 Mo、Pb、Zn、W、Sn、As、Sb、Bi、B等,它们可以通属于壳源产物。

矿区主要的控矿因素为次火山岩及其相配套的断裂、裂隙系统。

矿区的次火山岩控矿作用是明显的,主要与燕山期正长岩和石英斑岩有关,斑岩体呈小岩株状、脉状产出。正长岩和石英斑岩有可能是相变关系,以正长斑岩为中心相产出,斑岩中长石斑晶碎裂现象明显,石英斑岩顶部基本已全部碎裂岩化,局部见有英安质成分、凝灰质成分。充分证明该区具备了火山-次火山岩(斑岩系列)的控矿特征。

矿区各种断裂、裂隙发育,作为主要构造控矿因素,对整个含矿斑岩体构成一个矿质流通极为有利

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的网状裂隙系统,对成矿作用极为重要。为石英 - 硫化物侵位创造了条件。不仅是导矿构造,也是储矿构造。不可忽视的是,这类构造后期多发展成为破坏矿体的构造,采矿过程中应加以注意。

3　矿区物化探异常特征

1987年～1990年,该区域开展 1∶5万化探分散流扫面工作[3],大苏计矿区位于分散流异常(Hf10甲 1)中(图 4)。

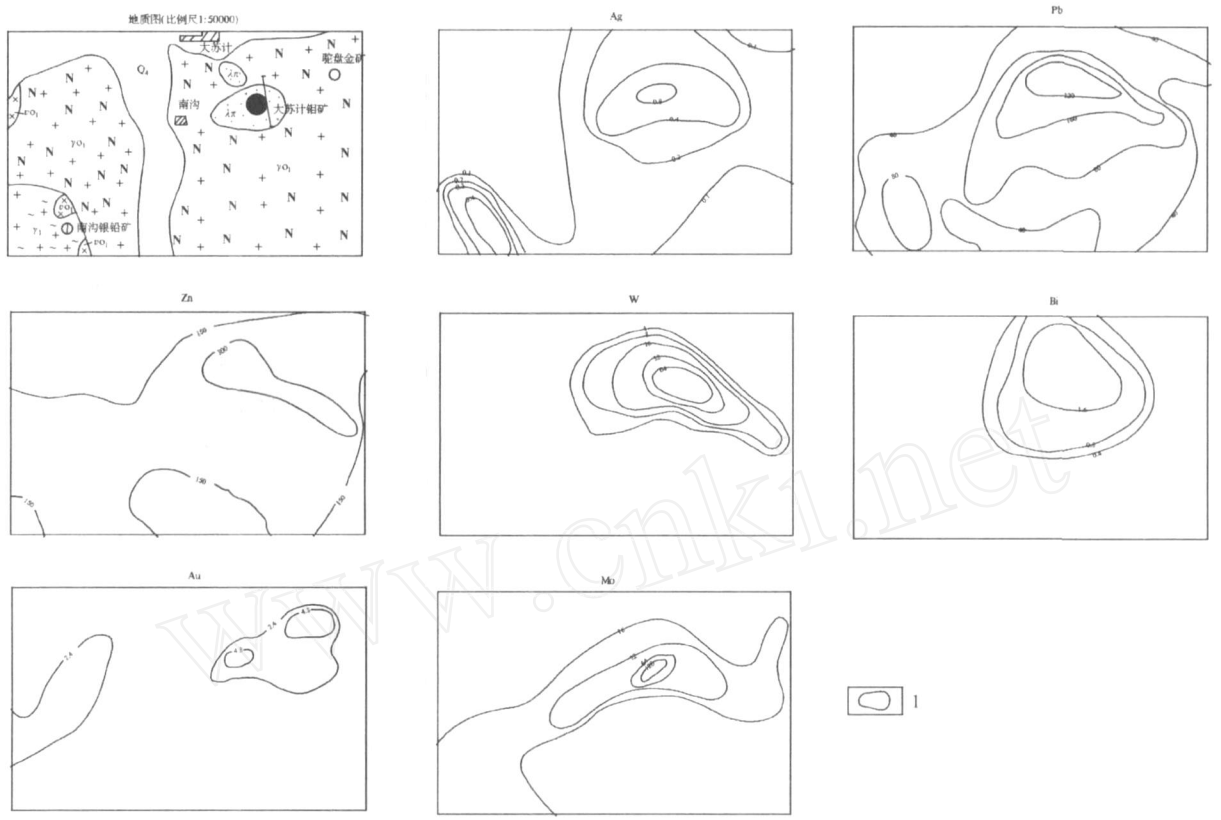


图 4　分散流异常(Hf10甲 1)等值线图

Q_4—第四系;$\lambda\pi$—石英斑岩;γo_1—斜长花岗岩;γ_1—混合花岗岩;ω_1—苏长岩;1—异常等值线(10^{-6})

该异常元素组合复杂,以 Ag、Pb、Zn、W、Bi、Mo为主,伴有 Au、As、Sb、Mn、Sn等多元素组合异常,显示了较强的斑岩系列成矿异常组合特征。异常呈椭圆形,强度高,面积大,浓集中心明显,主要元素最高含量分别为:Ag1.17 $\times10^{-6}$、Pb35 $\times10^{-6}$、Zn341 $\times10^{-6}$、W75 $\times10^{-6}$、Mo243 $\times10^{-6}$、Au8.6 $\times10^{-9}$。各元素异常吻合程度较高,以 Ag为主的异常规模约 15km^2。异常浓集中心与花岗斑岩体极其吻合,且主成矿元素 Mo浓集中心呈条带状展布,基本反映了矿带的位置。水平分带由里向外 Mo(Au)、Bi、W、Pb、Zn、Ag,规格化面金属量从大到小依次为 Ag36.8、W36.25、Pb15.57、Zn12.9、Bi10.5、Sn7.03、Mo6.69、Au1.3、Sb1.21,评序值为 128.78。

土壤地球化学测量结果表明,该区 Mo最高含量 240 $\times10^{-6}$,几乎接近边界品位 0.03%。原生晕检查剖面表明,Ag、Pb、Zn、W、Sn、Mo、As、Sb异常在蚀变斑岩体内很发育,样品含量普遍大于 0.03%,个别样品达到 0.1%以上,已达工业品位,表明蚀变斑岩体即为矿体,Mo≥300 $\times10^{-6}$的连续异常宽度达 400m以上,各元素峰值为:Mo > 1000 $\times10^{-6}$、Ag6.5 $\times10^{-6}$、Pb5000 $\times10^{-6}$、Zn4000 $\times10^{-6}$、Mn > 10000 $\times10^{-6}$。根据异常规模大致推断矿化体长约 1000m,宽约 400m,品位按 0.03%,初步估算矿体规模已达到中型以上。

矿区化探剖面工作表明,在矿体上显示,异常强度高,规模大(图 5),异常宽度 720m,主要元素组合为两组,一组为 Mo、Mn;另一组为 Pb、Zn、Ag、Mn。最高含量($\times10^{-6}$):Mn2557.5,Zn1230.9,Mo914,Ag18.038,Pb1538.8,Cu2104;Mo异常所处位置与矿化石英斑岩体和物探高值异常极一致,在 Mo异常的南北两侧各叠加有宽 200m的 Pb、Zn、Ag、Mn异常,Mn异常在两侧有所增强。充分说明该矿床成

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

矿作用的多期性和成因类型的多样性,即中心为斑岩型,两侧为热液交代型。通过化探工作,发现了以 Mo 为主的多元素组合异常,异常规模大,强度高,具有明显的分带性,矿体中心部位为内带以 Mo元素为主,两侧依次为 Pb、Zn、Ag、Mn等元素,且外带元素组合成正相关关系,显示二次成矿叠加。异常主要出现在含矿石英斑岩体上以及内接触带上,说明该地段是寻找以 Mo为主的多金属矿床的有利部位。

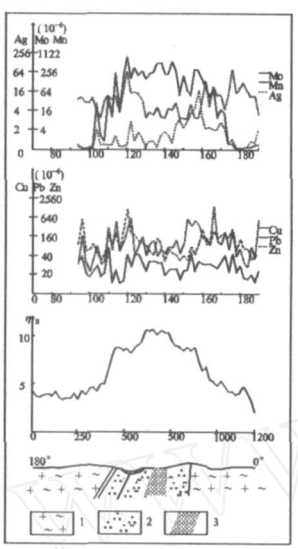


图 5 0线物探激电化探原生晕剖面图
1—残坡积物、黄土;2—石英斑岩;3—混合花岗岩

物性参数测定结果分析表明,矿化石英斑岩的 η_s 在 4.0%以上(图 6),而其它岩石的 η_s 则在 2.0%以下。通过物探激电中梯扫面工作,η_s 平面等值线图表现为一东西向展布的带状异常,以 $\eta_s \geq 3\%$ 圈定的异常长度大于宽度,在带状异常中心部位,分隔出两个独立的近似等轴状的异常高值中心,其 η_s 极大值达 10%,高值异常区基本上与石英斑岩体相吻合。

4 成矿地质条件

该区处于晋东北—冀北弧形中生代火山-次火山低温热液银金多金属成矿带,应位于芮宗瑶等人(1984)划分的为燕山斑岩钼矿成矿带的西延部分[4],经过几度沉降与隆起,到燕山运动,构造-岩浆活动强烈,斑岩钼(铜)矿化与浅成-超浅成中酸性-酸性小岩株、岩墙、岩枝的爆破角砾岩筒有关。宁奇生等(1977)强调沉降带的边缘、沉降带内部次级隆起和弧形断裂对于斑岩钼(铜)矿成矿的控制作用。

矿区位于三大(深)断裂构造所围限的特殊三角形构造区之间,断陷盆地与隆起区的衔接地段,断裂构造极为发育。伴随构造活动和地台活化,在岱海—黄旗海断陷盆地的南北两侧,发生了一系列的、不同期次的强烈而十分频繁的岩浆活动,分布着大面积的侏罗纪火山活动产物,发育有潜火山岩带,形成了明星沟、桦树沟、九龙湾、堡子湾等火山-次火山岩发育地区,分布有较多与成矿关系密切的燕山期花岗斑岩、石英斑岩、流纹岩等小岩株、岩脉。受其影响,周边分布有众多的金、银、铜、铅、锌、钼、锰矿床(点)。该矿区处于明星沟火山-次火山盆地的东缘。

总之,该区地层时代较老,受构造作用强烈,多碎裂岩化,混合岩化,中新生代构造-岩浆活动频繁,多形成一系列断陷盆地和火山、次火山盆地,火山、次火山杂岩体发育,为该区矿床的形成提供了有利的成矿条件。

该区钼多金属矿床与我国其它地区的斑岩型钼(铜)矿床有共性,也有其特殊性,其主要原因是成矿环境造成的,即成矿构造单元决定的。

5 找矿意义

该区是一个不被注意的成矿单元,其成独特的矿构造单元(成矿环境)特征,决定的该矿带矿床的主要原因及类型:该区明显具有壳源改造特征,矿源岩浆同化硅铝层物质,产生混染。结晶基底多为古老的基性、中性岩体经强烈变质而来,局部达到辉石相、麻粒岩相,为成矿提供了不可忽视的矿质来源。这些矿床、矿点的成矿作用大多与断裂、破碎带以及多期次的燕山期钙碱性系列的中酸性浅成斑岩系列小侵入体关系密切。

大苏计钼矿床的发现,是一个典型的地质、物化探综合找矿成功的案例,地质人员对物化探资料的解读运用能力、对矿床成因和矿种定位的认识起到关键作用。该矿区过去有较多地质单位踏勘过,但都是只注重一般金、银、铅等金属,因周边有 Au、Ag、Pb等矿床类型。作者亲身经历了该矿床的发现过程,认识到:我们必须注重区带成矿条件的研究,清楚矿床成因特点和综合找矿分析判断能力,更不能放弃钻探这一重要找矿武器(手段),不能教条,要敢于创新,不放过任何成矿可能的机会。

综上所述,该矿区成矿地质条件十分有利,有形成以斑岩系列 Mo-AgPbZn-Au为主的多金属、多类型矿床的可能,新发现的大苏计中大型斑岩钼矿

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

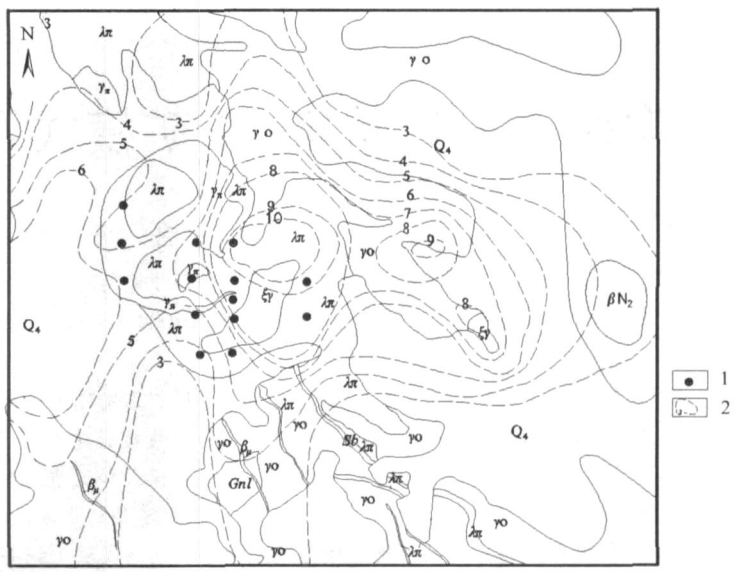


图 6　矿区物探激电异常

Q_4—第四系;βN_2—玄武岩;ξγ—正长斑岩;γπ—花岗斑岩;λπ—石英斑岩;Gnl—片麻岩;γο—斜长花岗岩;q—石英脉;γδ—正长岩脉;δ—闪长岩脉;βμ—辉绿岩脉;Sb—角砾岩;1—见矿钻孔;2—物探激电异常

床,更加证实了该区在火山、次火山岩盆地周边找钼-银铅锌-金多金属矿的潜力。

[参考文献]

[1] 于玺卿.内蒙古集宁地区火山岩盆地周边铜银多金属矿产资源评价报告[R],1999.

[2] 于玺卿,李恒友.内蒙古自治区卓资县大苏计钼多金属矿区地质普查报告[R],2006.

[3] 内蒙古有色地勘局综合普查队.内蒙古大青山中段(榆林—后房子)分散流普查报告[R],1990.

[4] 芮宗瑶,黄崇轲,刘国明,等.中国斑岩铜(钼)矿床[M].北京:地质出版社,1984.5-11.

[5] 邱家骧.火山岩研究方法[M].北京:地质出版社,1982.

[6] 编写组.岩矿鉴定图表及成分计算方法[M].北京:冶金工业部情报标准研究所,1988.135-150.

[7] 赵鹏大.矿产勘查理论与方法[M].北京:中国地质大学出版社,2001.195-112.

[8] Horton D J. Porphyry-type copper and molybdenum mineralization in eastern Queensland[M]. Publication, Geological Survey of Queensland, 1982, 378.

[9] 葛良胜,邹依林,李振华,等.云南马厂箐(铜、钼)金矿床地质特征及成因研究[J].地质与勘探,2002(5):11-15.

[10] 芮宗瑶,侯增谦,李光明,等.俯冲、碰撞、深断裂和埃达克岩斑岩铜矿[J].地质与勘探,2006,42(1)1:1-5.

[11] 徐兆文,陆现彩,杨荣勇,等.河南省栾川县上房斑岩钼矿床地质地球化学特征及成因[J].地质与勘探,2000,42(1):14-16.

[12] 陈　旺,孙紫英,刘国军,等.李清地铅锌银矿区成矿地质特征及找矿新进展[J],地质与勘探,2006,42(1):26-29.

DISCOVERY AND PROSPECTING SIGNIFICACE OF DASUJI PORPHYRY MOLYBDENUM DEPOSIT, INNER MONGOLIA

YU Xi-qing, CHEN Wang, LI Wei

(Inner Mongolia Bureau of Nonferrous Metals Geology and Mineral Exploration, Hohhot 010010)

Abstract: Based on regional mineralizing background, mine geology, geochemical and geophysical exploration, ore genesis and ore-forming conditions, ore prospecting and significance in the Dasuji porphyry molybdenum deposit are briefly reviewed. The deposit is located at north margin of North China platform and surrounding area of Mingxinggou volcanic basin. Basement rocks are composed of Archean upper Jining group gneiss and Archean migmatitic granitoids. Yanshanian syenograntic porphyry and quartz porphyry are outcropped in the center of the deposit. Ore bodies are hosted in cracked quartz porphyry and syenograntic porphyry, showing tube-shaped occurrence. It is a lower grade porphyry type Mo deposit, and might become middle scale. Primary molybdenum sulfide ores are found in the depth with more than 100m thick in some parts. Successful finding of the deposit provides experience for crust-origin porphyry Mo deposit in the Inner Mongolia, and has actual significance for ore-finding in the belt.

Key words: Inner Mongolia, porphyry molybdenum deposit, geological feature, prospecting significance

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net