

内蒙古小东沟钼矿成矿地质条件分析

程小珍, 杨 伦, 张 晓

(天津华北地质勘查局, 天津 300181)

[摘 要]小东沟钼矿为中型斑岩型钼矿, 矿区及其外围已发现多个钼或钼多金属矿点。文章根据小东沟钼矿的赋矿地质条件和物化探异常特征, 阐述了该矿床钼矿的成矿地质条件, 及钼矿与外围铅锌矿之间成因上的联系, 提出本区钼矿的成矿母岩为边墙岩体, 矿化富集部位为小岩林前缘的周边及顶部, 铅锌矿矿质来源主要为家北沟组地层, 其成矿与后期岩浆热液活动关系密切。同时, 由物探成果和钻探资料推测在边墙岩体周边还存在有类似小东沟岩体的隐伏含矿小岩体, 为该区今后的工作提出了新的找矿思路。

[关键词]成矿地质条件 边墙岩体 电阻率 化探异常 小东沟钼矿

[中图分类号]P618.65 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)05-0011-06

小东沟钼矿位于大兴安岭南段北东向岩浆断裂构造隆起带中, 距内蒙古克什克腾旗东南约 54km, 地理坐标: 东经 117°44'20", 北纬 43°01'33"。该矿系前人 1:20 万区测时发现, 80 年代初开展过找矿评价工作, 2005 年对该矿进行了详查, 基本查明和掌握了矿体的赋存状态和成矿规律, 认为该矿为斑岩型中型钼矿。近两年来, 随着地质工作深入, 在矿区及其外围的有利成矿部位进行了小面积的物探工作。文章对成矿地质条件进行更深入的分析, 以便更好的开展下一步找矿工作。

1 地质背景与矿产

小东沟钼矿东靠托河岩体, 北邻侏罗纪火山盆地。属河城源-托河轴、钼蕴矿带的中东段。区域出露地层主要为下二叠统, 侏罗统, 第三系及第四系。其中二叠统地层与区域矿产关系密切。区域内岩浆岩发育, 多沿 NE 向、EW 向构造轴部及构造交叉部位侵入。岩浆岩以燕山早期的花岗岩类为主, 斑岩型 Mo、Sn、Cu 矿化与浅成小岩体有成因联系。区域内褶皱及断裂构造发育, 走向以 NE 向和 NW 向为主, 尤其以 NE 向断裂最为发育。

钼是本区的优势矿产。目前已知有红山和小东沟两个中型钼矿床及岗子、柳条子沟门、高家营子、柳条沟、纪家营子、敖包沟、二八地等一批钼或钼多金属矿点。成矿时代均为燕山期。此外还有较多铜、铅、锌多金属矿点(如东沟脑、狐仙庙、道旁等)和一批物、化探异常, 不但具有较好的找矿前景, 且

多数与托河岩体周围的小岩体有成因上的联系。

2 矿区地质概况

矿区内出露地层主要为下二叠统于家北沟组(P₁y), 岩性为一套海陆交互的中酸性火山碎屑岩及熔岩等。该组含 Pb、Zn 丰度高, 是本区主要的铅锌矿赋矿层位; 断裂构造以北东和北西向为主(图 1), 而近南北、近东西向的次级断裂常成为本区铅锌矿的主容矿构造; 侵入岩主要为燕山早期的花岗岩类, 较大的有边墙、上伙房、小东沟等岩体, 均为斑状花岗岩(πr_3^2)。

本区有钼矿和铅锌矿两种矿化: 钼矿分布在小东沟岩体中, 为斑岩型钼矿。矿体产状受岩体形态特征的控制, 主要产在内接触带附近, 大多见岩体即为矿体。所以矿体呈环状或“壳”状(图 2)。共有 15 条矿体大致平行产出。主矿体有 2 条, 产在顶部, 两矿体间被 10~30m 厚的低品位钼矿体或夹石相隔, 规模大致相同, 即东西长 800m, 南北宽 600m, 两矿体总厚一般 20~30m, 最厚 50 多米。矿石以细脉浸染状为主, 少量为脉状。在边墙岩体周边的内接触带亦见有钼矿体; 铅锌矿在小东沟岩体南西 800m 的东沟脑、边墙岩体北部西侧 1000m 的狐仙庙、边墙岩体南部西侧 800m 的大黑山都见有较好的矿化, 均产于家北沟组凝灰质砂岩、安山质凝灰熔岩中。东沟脑已为小型铅锌矿床, 狐仙庙曾施工过 4 个钻孔全都见矿, 其中 Zk0-1 孔穿矿累加厚达 102m, 今年正在继续勘查。

[收稿日期]2007-03-02; [修订日期]2007-07-05。

[第一作者简介]程小珍(1952年—), 男, 1982年毕业于桂林地质学院, 获学士学位, 工程师, 现主要从事地质勘查与研究工。

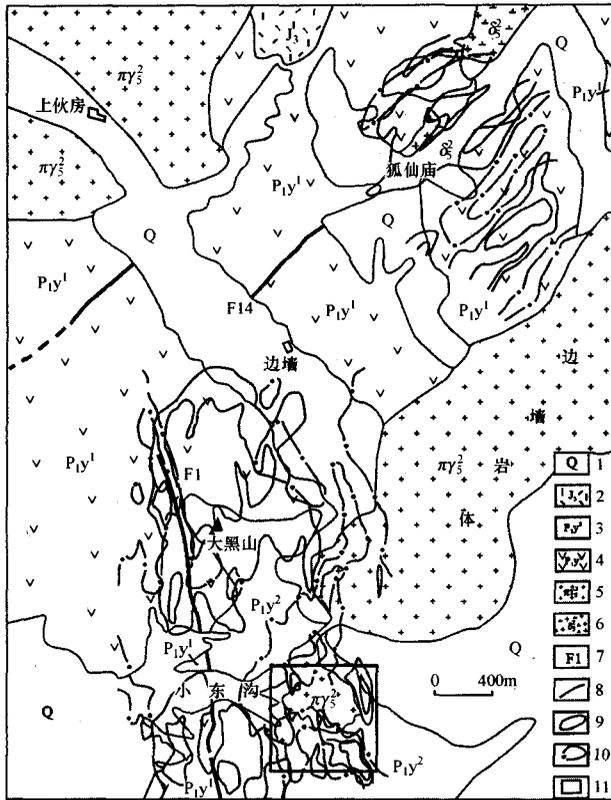


图1 小东沟地区综合地质图

1—第四系;2—上侏罗统;3—下二叠统于家北沟组上段;4—下二叠统于家北沟组下段;5—斑状花岗岩;6—闪长岩;7—断层及编号;8—地质界线;9—充电率异常等值线;10—电阻率异常等值线;11—小东沟钼矿范围

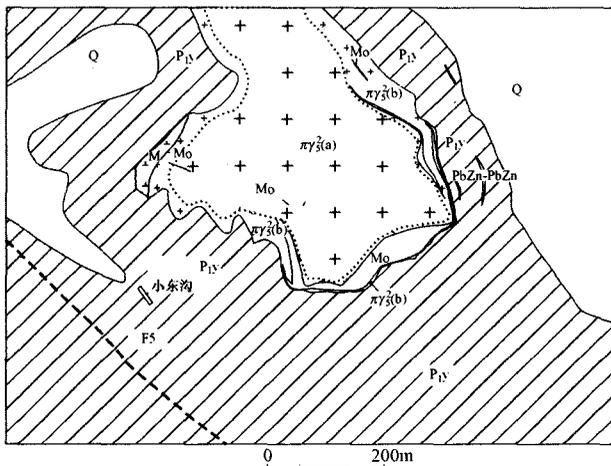


图2 小东沟钼矿床地质图

1—第四系;2—二叠系下统;3—中粗粒斑状花岗岩;4—细粒斑状花岗岩;5—混杂岩;6—钼矿体;7—铅锌矿体;8—地质界限;9—断层及编号;10—不整合界限

由上述资料可以说明,铅锌矿的赋存部位与酸性侵入岩(钼矿化)在空间上关系较为密切。

3 物探异常

2006年由廊坊物化探研究所采用可控源音频

大地电磁法对大黑山(包括小东沟矿区)和狐仙庙两处进行1:1万扫面,获得4个形态规整、规模较大的异常(图1)。

1)小东沟异常:规模与矿床范围相吻合,岩体露头处电阻率大于 $10000\Omega \cdot m$;充电率一般小于10ms,在接触带钼矿化较好蚀变较强处在 $10 \sim 20ms$ 。深部岩体边界电阻率一般在 $5000\Omega \cdot m$ 左右;岩体上部围岩中有铅锌矿时,充电率相对要高些(图3)。

2)小东沟钼矿西部异常:实为矿区向西扩展的异常,呈东西走向,长1400m,宽600m,东西两侧各有 $300 \sim 400m$ 的高阻中充电率异常,电阻率 $> 5000\Omega \cdot m$,充电率 $10 \sim 20ms$;中部有700m宽的低阻高充电率异常,充电率整体在 $20 \sim 30ms$,中心地带达40ms以上。

3)大黑山异常:南北长1200m,东西宽1000m,与小东沟西部异常相似(图3),也是两侧高阻低充电率、中间低阻高充电率异常为基本特征。但该处的异常十分可观,在东西长800m南北宽600m的范围内充电率均在40ms以上,最高大于80ms。本区没有地下溶洞,地下水资源更缺乏,地层中含炭质很低。所以本区充电率异常除了硫化物外其它干扰因素很少。有一条规模较大的近南北向断裂穿过异常,该断裂恰是东沟脑铅锌矿赋矿构造的北延部分。此异常推测为硫化矿引起的异常,再与前面提到的小东沟钼矿西部异常及东沟脑铅锌矿床联系起来,则此低阻高充电率异常——铅锌矿化带长达4km,其规模已初步构成了大型矿的骨架。

4)狐仙庙异常:位于边墙岩体北西侧,走向北西,长1200m,宽1000m,电阻率和充电率均为双峰异常,相间产出。高阻异常区充电率较低,而高充电率异常区均为低阻异常,两种异常其形态都很规整且较开阔,是个规模较大有一定厚度的地质体的电性反映。异常基本特点与小东沟——东沟脑的异常相似,低阻高充电率异常为铅锌矿引起已被钻探所证实,推测高阻低充电率异常为隐伏岩体(钼矿)引起。

4 化探异常

次生晕异常:小东沟岩体出露部位次生晕Mo异常不明显,强度低且零星分散,这很可能是小东沟岩体刚被剥露出来次生晕不发育等特定的地化条件所造成的。而在岩体周边部出现不连续的环状Pb、Zn、Ag异常,构成斑岩型钼矿的特征异常类型;在岩体西部沿断裂出现不连续的Pb、Zn、Ag组合异常,其强度较高,显示出铅锌矿化的存在,其中Ag异常浓集中心能直接指示铅锌矿化富集部位(图4)。东

沟脑铅锌矿就赋存在西南部北北西向的异常带中。

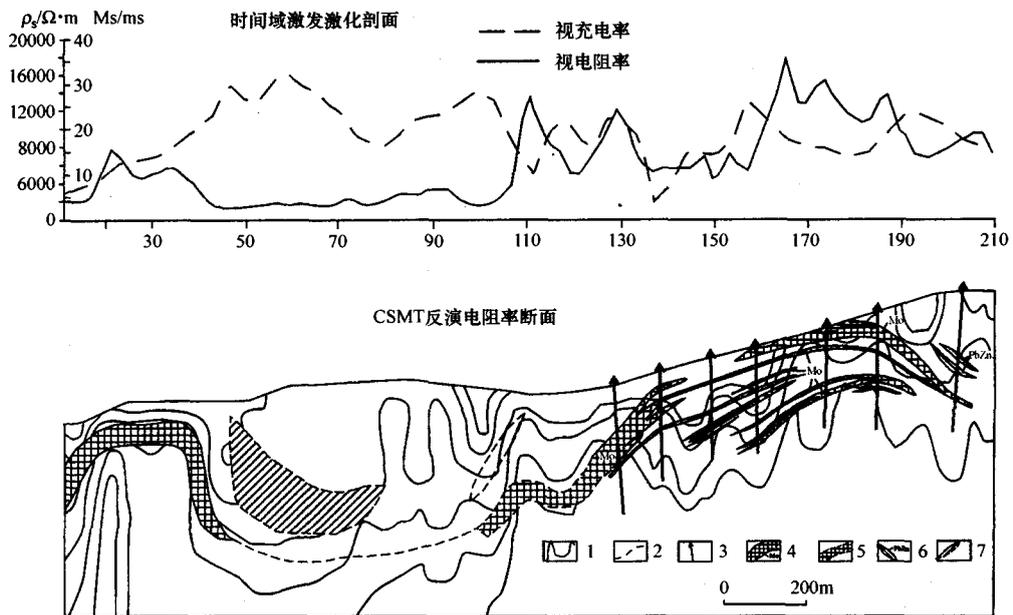


图 3 小东沟铅矿地质物探综合剖面图

1—CSAMT 反演电阻率等值线;2—实、推测岩体界线;3—钻孔;4—铜矿体;5—推矿体测钼矿体;6—铅锌矿体;7—推测铅锌矿体

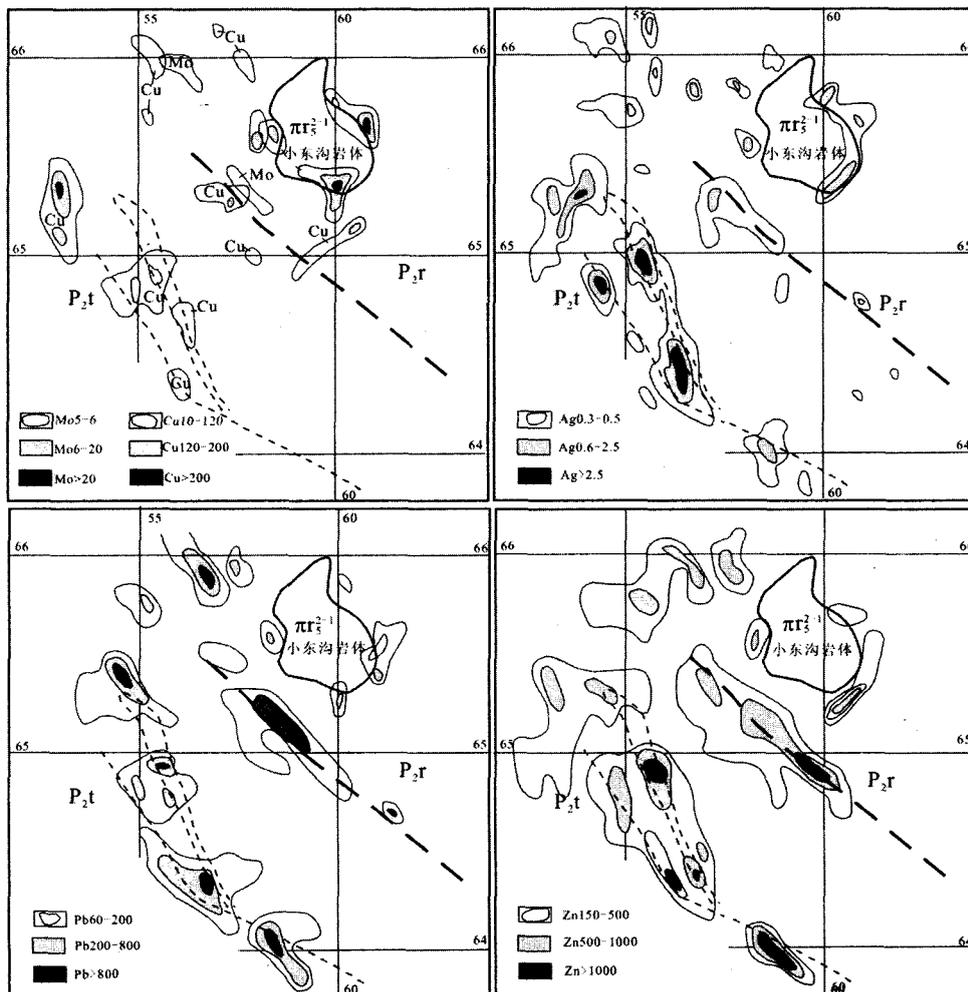


图 4 小东沟矿区次生晕异常示意图

(图中单位为: 10^{-6})

原生晕异常:岩体中明显富集 Mo(表 1),而围岩主要富集 Zn、Cu、Pb 也相对较高。这与实际勘查结果是相吻合的。以 $Mo = 5 \times 10^{-6}$ 可以圈出岩体的出露位置,其高值部分沿岩体接触带呈环状分布,在岩体内出现有条带状分布的钼异常,表示有面状和脉状两种不同类型矿化的存在。这与实际勘查结果是相吻合的。

5 成矿地质条件分析

1) 小东沟岩体和边墙岩体均为燕山早期的斑状花岗岩(πr_2^2),两者地表有岩墙相连。岩相分带相同,即边缘相为细粒花岗岩或细粒斑状花岗岩,中心相为中粗粒斑状花岗岩。岩石化学成分相似(表 2),均为铝过饱和岩类,与我国花岗岩成分相对比均为 SiO_2 、 K_2O 偏高, CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 偏低。据电

测深资料及钻探验证,两者深部相连。在边墙岩体周边地表取 100 多个样分析结果,多数 Mo 含量在 0.01% 左右,少量大于 0.03%,已为低品位钼矿体,边墙岩体为矿化岩体无可非议。故认为两者为同源产物,小东沟岩体是边墙岩体的一个分支。表明本区钼矿的成矿母岩为边墙岩体,岩浆侵位时带来丰富的矿液,在小东沟岩体顶面和四周内接触带沉淀富集成矿。勘查结果显示,南部矿化强,过岩体中部后向北矿化逐渐减弱,说明矿化富集部位为小岩株前缘的周边及顶部。

2) 原生晕统计资料表明(表 1),Mo 元素含量在内外接触带差距很大,围岩中已为正常值。说明岩体侵入时处于封闭的环境,最低限度在高温期间没有裂隙通道使矿液向外扩散。所以小东沟钼矿围岩中至今没有发现钼矿体。

表 1 小东沟岩体及围岩-外接触带主要微量元素含量对比表

岩石名称	Mo	W	Bi	Pb	Zn	Cu	Mn
凝灰质砂岩	<1	30	4	40	160	10~20	700~1000
安山质凝灰熔岩	1~4	30	4~30	40~600	300~2000	40~500	700~1000
绢英岩化斑状花岗岩	>100	30~100	10~300	40	40~150	10~30	300~400
中粗粒斑状花岗岩	2	30	4~20	10~40	40	10~20	300~400

注:样品由天津华北地质勘查总院燕郊综合勘查院中心实验室测定,2005。

表 2 侵入岩岩石化学成分特征表

氧化物	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	总量
小东沟岩体	75.12	0.16	12.35	0.73	1.94	0.06	0.01	0.45	3.78	4.79	0.03	99.60
边墙岩体	75.00	0.17	12.15	0.73	3.52	0.10	0.08	0.10	3.52	4.64	0.03	99.94
中国花岗岩(黎彤 1962)	71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.80	0.08	1.62	3.79	4.03	0.16	96.60

注:样品由天津华北地质勘查总院燕郊综合勘查院中心实验室测定,2005。

通过元素相关分析(表 3),可以看出本区成矿作用的基本特征:Mo 与 Pb、Zn、Cu、Ag 元素之间无相关性,地层中 Pb、Zn、Cu、Ag 间正相关关系较明显,而岩体中这些元素间相关性却不太明显。这表明本区钼和铅锌矿化非同一成矿作用产物,它们至少是同一成矿期中不同矿化阶段形成的,也就是其成矿物质来源不同——Mo 来自燕山期岩浆,而 Pb、Zn 等主要来自二叠系地层。

3) 根据小东沟钼矿的地质特征和硫同位素资料(表 4)认为钼矿的形成机制为:燕山早期的构造-岩浆活动形成了钼丰度较高的中-浅成相边墙-小东沟岩体,在岩浆演化后期形成含钼岩浆热液。由于围岩结构致密裂隙不发育,处于封闭状态,使热液主要聚积在岩体侵位前锋和顶部,交代先成的斑状花岗岩,形成了内接触带附近的呈面型产出的钾长石化-绢云母化蚀变和与之相伴的似层状-透镜状钼矿化;晚期残余含矿热液进入构造裂隙带,形成

脉状蚀变矿化体。所以本矿存在细脉浸染状和脉状两种矿化,但后者不发育。

表 3 主要成矿元素相关系数表

Mo	Mo				
Pb	-0.03	Pb			
Zn	-0.02	0.71	Zn		
Cu	-0.11	0.71	0.56	Cu	
Ag	0.02	0.65	0.57	0.57	Ag

a 地层样品

Mo	Mo				
Pb	0.21	Pb			
Zn	-0.01	0.20	Zn		
Cu	0.09	0.29	0.30	Cu	
Ag	0.37	0.68	0.39	0.26	Ag

b 岩体样品

4) 小东沟钼矿勘查结果表明,视电阻率在 $5000\Omega \cdot m$ 左右为岩体边界,区内在狐仙庙、大黑山、小东沟钼矿西部等地都出现形态规整、有一定规

模的高阻体,异常的基本特征与已知的小东沟钼矿异常相似。认为是边墙岩体其他分支的隐伏小岩株引起的异常。由此推测,边墙岩体侵位时,在其周边有利构造部位可能存在着若干个象小东沟一样的小岩株。同理,这些小岩株的前缘周边可能赋存有钼矿,其外围有利构造部位还应有铅锌矿。

5) 铅锌矿的矿质来源主体是于家北沟组地层,该层安山质凝灰熔岩中 Pb、Zn 丰度高,构成原始矿源层。只要有后期热液活动,使其有活化、迁移、富集的作用过程,就能形成工业矿体。矿体的规模大小、富集程度取决于所处的地质构造部位及岩浆热液对该区的影响程度。据目前所掌握的资料认为,铅锌矿的形成与岩体侵入时所带来的化学活动性气液关系密切,既活化了地层中的 Pb、Zn 元素,使其

运移到适合沉淀的环境中,又叠加了由热液带来的铅、锌、银等元素使其富集成矿。

6) 小东沟岩体南西的东沟脑有较好的铅锌矿体,金属储量近 10 万吨,为小型铅锌矿床;狐仙庙铅锌矿也产在高阻体(隐伏岩体)的外围,相当于边墙岩体北端向西延伸的隐伏岩体外侧。在狐仙庙勘查铅锌矿时,钻孔深部已接近高阻体,由岩石蚀变特征分析已近接触带,据光谱样分析结果,终孔处向上有 30 多米厚 $Mo > 100PPm$ 的钼异常,说明该隐伏岩体含钼。因此认为边墙岩体周边的其它隐伏岩体与小东沟岩体一样也含钼,且钼矿液可能更丰富,因为小东沟岩体外接触带就根本没有见到过这么高的钼异常。

7) 国内外典型斑岩型铜钼矿床往往不是孤立的一个矿,常常(含矿)斑岩体成群、成带出现。如四

表 4 小东沟矿区硫同位素测定结果表

样号	28004-1	28006	28019	28010	28014	28015	28016	28017	28018	28001
矿物名称	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	磁黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	黄铁矿	辉钼矿
取样位置	TC1	ZK1	ZK2	ZK6	ZK1	ZK1	ZK4	ZK1	ZK4	TC1
$\Delta S^{34}/\text{‰}$	-4.0	+2.0	+1.4	+1.4	+1.5	+3.3	+3.8	+0.5	-1.5	+4.6

样号	28002	28003	28005	28007	28011	28012	1. 各种硫化物的 δS^{34} 均在 0 值附近,接近于陨石硫,表明本区硫来自上地幔。 2. 各种硫化物 δS^{34} 有一定区别,说明它们为不同矿化阶段的产物。			
矿物名称	辉钼矿	辉钼矿	辉钼矿	辉钼矿	毒砂	闪锌矿				
取样位置	ZK3	ZK4	TC4	ZK8	ZK6	ZK16				
$\Delta S^{34}/\text{‰}$	+5.1	+4.7	+4.5	+4.5	+2.1	+2.3				

川模范村斑岩型铜矿就是以 80 号斑岩体为主,周围有 100 多个小斑岩体,有的已查明为矿化岩体。边墙岩体东、北接触带没作过物探工作,但有数个规模较大、形态规整的分散流 Mo 和 Pb、Zn、Ag 组合异常,并有一定的浓集中心。可能也为隐伏(矿化)岩体引起的异常。

8) 德兴铜矿成矿元素有一定的分带性,近几年发现铜矿外围有铅锌矿——金银矿,这与本区钼矿外围有铅锌矿的特征是相似的。在东沟脑铅锌矿南 1.5km 处也发现有规模较大的 Au、Ag 次生晕异常,Au 最高达 400PPb。

6 结论

小东沟斑岩型钼矿的成矿母岩是边墙岩体,矿质来源于燕山期岩浆,成矿作用可分为两次,首先在岩体周边形成细脉浸染状矿体,其次是残余矿液沿构造裂隙充填形成脉状矿体。所以钼矿存在着面状和带状两种矿化及相对应的蚀变类型。铅锌矿的成矿作用与岩体有一定的成因联系,主要是岩体的侵入带来较大的热量和化学活动性流体,使地层中的成矿元素活化后沿构造裂隙迁移,在有利构造部位富集成矿。同时也存在岩浆带来的矿液在铅锌矿中

叠加再富集的作用。

边墙岩体周边可能赋存有数个含矿小岩体。小东沟岩体是个刚露头的岩体,在相同的地质环境中,同一个边墙岩体周边的各分支小岩株的侵位标高应该相差不大。故此认为,其它矿化隐伏岩体应该处在埋藏很浅、矿体保存完整的最佳找矿勘探深度。

本区除边墙一带外,在托河岩体周边还存在象岗子、柳条沟、柳条沟门、高家营子等与燕山期岩浆活动有直接关系的钼矿点,有的矿化类型、成矿地质条件与小东沟钼矿非常相似,亦具备有斑岩型钼矿的特征。

综上所述,在小东沟外围寻找小东沟式钼矿的找矿前景是非常乐观的。

[参考文献]

[1] 孙肇君,孙振发,等. 内蒙古自治区克什克腾旗小东沟钼矿床找矿评价总结报告[R]. 天津华北地质勘查总院资料室,1983.
 [2] 董元蛟,等. 内蒙古自治区克什克腾旗小东沟矿区钼矿详查报告[R]. 天津华北地质勘查总院资料室,2005.
 [3] 陈文明. 论斑岩铜矿的成因[J]. 现代地质,2002,16(1):1-8.
 [4] 李立主,赵支刚,贺金良,等. 四川盐源模范村喜马拉雅期斑岩铜矿床地质特征[J]. 矿床地质,2006,25(3):269-280.
 [5] 刘志敏. 小东沟钼矿床地质特征及矿床形成机制和矿床成因探讨[J]. 有色矿冶,2005,21(4):6-8.
 [6] 付志国,宋要武,鲁玉红,等. 河南汝阳东沟钼矿床控矿地质条

- 件及综合找矿信息[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 33 - 38.
- [7] 郭保健, 李永峰, 王志光, 等. 熊耳山 Au - Ag - Pb - Mo 矿集区成矿模式与找矿方向[J]. 地质与勘探, 2005, 41(5): 43 - 47.
- [8] 邓刚, 吴华, 卢全敏. 东天山白山斑岩型钼矿床的地质特征及找矿标志[J]. 地质通报, 2004, 23(11): 1132 - 1138.
- [9] 芮宗瑶, 黄崇柯, 齐闰明, 等. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [10] 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, 36(1): 14 - 16.

GEOLOGICAL CONDITIONS OF XIAODONGGOU MOLYBDENUM DEPOSIT

CHENG Xiao - zhen, YANG Lun, ZHANG Xiao

(North China Bureau for Geological Exploration, Tianjin 300181)

Abstract: Xiaodonggou deposit is a medium porphyry Mo deposit. Some Mo polymetallic deposits are found in the mine and nearby. Based on ore - forming geological conditions, geochemical and geophysical anomaly in the deposit, it is suggested that the ore - forming materials came from Bianqiang rock mass, and Mo mineralization has genetic relations with Pb - Zn ores in the outside. Mo ores are enriched in the periphery and top of the rock mass. Pb and Zn came from strata of Yujiabeigou formation, and are related with late magmatic fluids. According to results of geophysical exploration and drilling data, it is predicted that there exists blind small ore - bearing rock mass similar to Xiaodonggou mass in the periphery of Bianqiang rock mass. These can provide a new clue for further ore - finding.

Key words: Bianqiang rock mass, Xiaodonggou Mo deposit, specific resistance, ore - forming condition, geochemical anomaly