

# 内蒙古钼矿找矿新进展及成矿远景分析

沈存利<sup>1,2</sup>, 张梅<sup>1,3</sup>, 于玺卿<sup>2</sup>, 程文国<sup>2</sup>, 高维裕<sup>4</sup>, 周文川<sup>4</sup>

(1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 内蒙古自治区有色地质勘查局, 呼和浩特 010010; 3. 内蒙古自治区地质调查院, 呼和浩特 010020; 4. 内蒙古自治区地质矿产开发局, 呼和浩特 010010)

[摘要]近年来,内蒙古钼矿勘查取得了一系列新进展,相继发现和探明了大苏计、乌兰得勒、小狐狸山等大中型钼矿,正在勘查的查干花、激流河和迪彦钦阿木钼矿具有特大型远景规模。本文在对近几年新发现典型钼矿床研究的基础上,运用区域成矿学理论,初步总结了内蒙古钼矿区域成矿规律。认为内蒙古钼矿床成矿均与岩浆活动有关,主要成矿类型为斑岩型和火山-次火山岩型。成矿时代则主要为加里东中晚期、华力西晚期、印支期和燕山晚期4个时期。初步提出6个钼矿成矿系统,划分出9个钼矿成矿远景区。研究分析认为内蒙古钼矿成矿条件优越,斑岩型及火山-次火岩型(铜)钼矿床的找矿潜力仍然非常巨大。

[关键词]内蒙古 钼矿床 新进展 成矿远景

[中图分类号]P618.65+ P612 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2010)04-0561-15

Shen Cun-li, Zhang Mei, Yu Xi-qing, Chen Wen-guo, Gao Wei-yu, Zhou Wen-chuan. New progresses in exploration of molybdenum deposits and analysis of mineralization prospect in Inner Mongolia[J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(4): 0561-0575.

按照板块构造理论,内蒙古位于哈萨克斯坦、塔里木、华北及西伯利亚四大古生代板块的结合部位,既有前寒武纪古陆块,也有大规模古生代造山带,东部地区还叠加了规模宏大的中生代火山-岩浆岩带。因此内蒙古成矿地质构造背景具有多样性、多期次性和叠加性的特点。长期的地质构造演化既为巨量成矿金属的运移和聚集提供了动力学保障,也为钼金属成矿作用提供了物质和能量来源,形成了众多大、中、小型钼及钼多金属矿床(黄崇轲等, 2001; 翟裕生, 2002; 沈存利等, 2004; 沈存利等, 2009)。本文在对以往钼矿勘查研究的基础上,重点对近几年新发现的钼矿的成矿规律进行了分析研究,结合成矿地质环境和化探异常特征,从区域成矿远景分析的角度,对全区钼矿的勘查前景做出预测,旨在为钼矿的找矿和勘探提供一些有益的参考信息。

## 1 以往钼矿勘查概述

内蒙古钼矿勘查始于上世纪七十年代,伴随着铜矿等有色金属矿产的勘查,发现和评价了乌奴克吐山大型斑岩型铜钼矿床(1979)、八大关中型斑岩型铜钼矿床(1977)、白乃庙中型斑岩型铜钼矿床(1977)、流沙山中型斑岩型钼(金)矿床(1984)、七一山小型热液脉型钨钼多金属矿床(1983),以及一系列小型钼矿床及矿点,如鸡冠山小型热液型钼矿床(1977)、鸭鸡山小型热液型铜钼矿床(1977)、车户沟小型斑岩型钼矿床(1992)、库里吐小型热液型铜钼矿床(1977)、敖仑花小型斑岩型钼矿床(1983)、梨子山小型矽卡岩型铁钼矿床(1988)、南兴安小型矽卡岩型钼铁矿床(1988)、西沙德盖斑岩型钼矿点(1988)等。但未发现独立大型钼矿床,只有1处大型和4处中型共伴生钼矿床,到2003年年底,全区钼矿保有资源储量约为30万吨。钼矿床主要集中在

[收稿日期]2010-02-08; [修订日期]2010-06-29; [责任编辑]郑杰。

[基金项目]科技部重点研究项目北山-狼山地区铜多金属成矿规律与评价技术示范研究(编号:2006BAB01A09)资助。

[第一作者简介]沈存利(1966年-)男,博士后,正高级工程师,长期从事矿产地质综合研究及技术管理工作, E-Mail: nmshencunli@sohu.com。

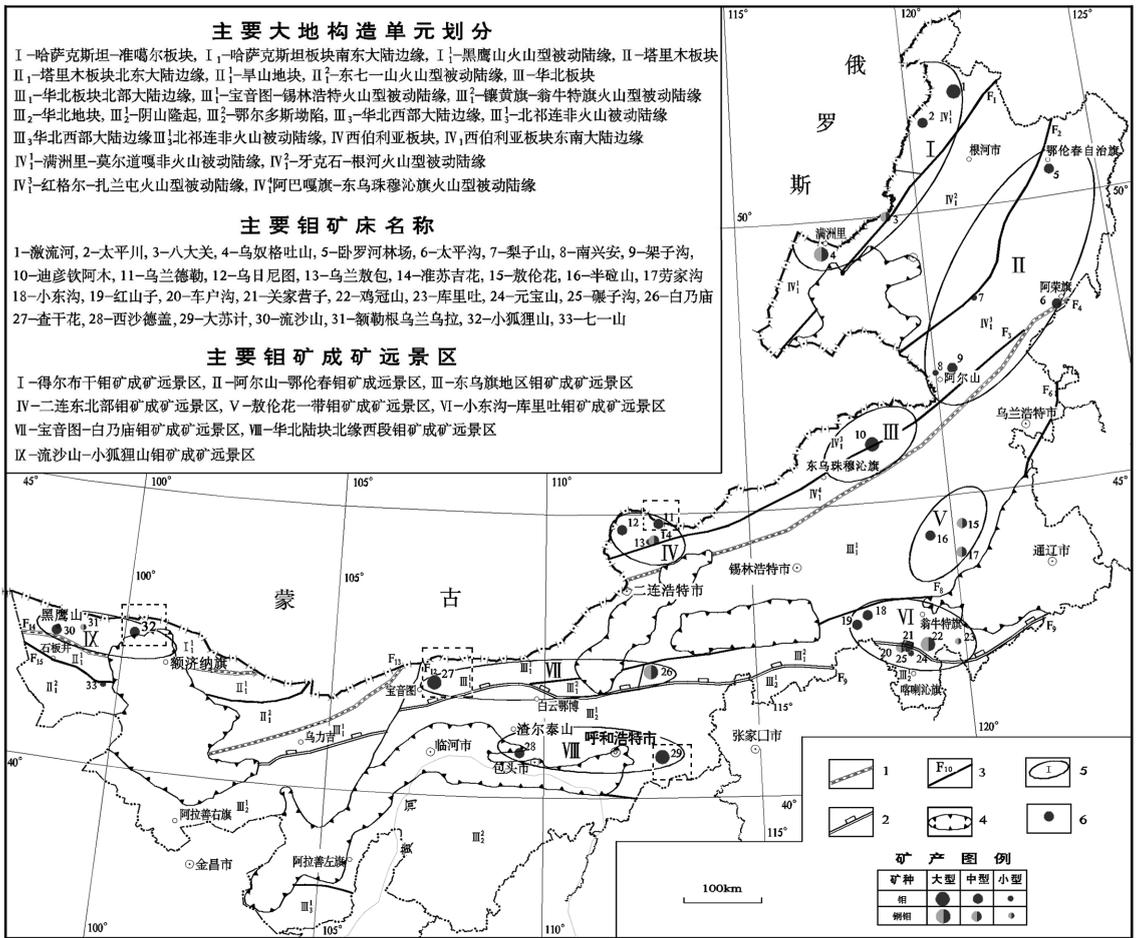


图1 内蒙古自治区主要钼矿床及钼成矿远景区分布图

Fig.1 Map showing distribution of major molybdenum deposits and mineralization prospect in Inner Mongolia

1-板块缝合线;2-古陆边缘深大断裂;3-深断裂及编号;4-盆地界限;5-钼矿成矿远景区及编号;6-钼矿床及编号

1-plate suture;2-deep fault of paleo-continental margin;3-deep fault and number;4-basin limit;5-molybdenum metallogenic belts and number;6-molybdenum deposits and number

大兴安岭中南段的克什克腾旗至翁牛特旗一带,得尔布干的满洲里一带及西部阿拉善盟的额济纳旗。其中得尔布干一带的铜钼矿床由于品位较低一直未能利用,只有大兴安岭中南段进行小规模的开发。

## 2 钼矿找新进展及典型矿床实例

2004年以来,随着自治区地质矿产勘查力度的不断加大,以及钼金属价格的不断上涨和钼矿勘查投入的持续加大,全区钼矿勘查取得了一系列重大突破。新发现和勘查评价了大中型钼及钼多金属矿床十几处。如:大苏计大型斑岩型钼矿床(2007~2008)、鸡冠山大型火山-次火山热液型钼矿床(2006)、太平沟中型斑岩型钼铜矿床(2007)、小东沟中型斑岩型钼矿床(2005)、车户沟中型斑岩型钼矿床(2007)、敖伦花中型斑岩型钼矿床(2007)、小

狐狸山中型斑岩型钼铅锌矿床(2008)、准苏吉花中型斑岩型铜钼矿床(2008)、太平川中型斑岩型铜钼矿(2008)、乌兰德勒中型斑岩型钼矿床(2008);正在进行勘查的有:查干花大型斑岩型钼矿床、迪彦钦阿木大型火山-次火山热液型钼矿床、激流河大型火山-次火山热液型钼矿床、乌日尼图中型斑岩型钼矿床、卧罗河林场中型斑岩型钼矿床、苏家沟中型斑岩型钼矿床、架子山中型斑岩型钼矿床等

截止2008年底,全区已探明资源储量的钼矿床有46处(图1),其中大型矿床3个,中型8个,小型35个。钼金属资源储量为64.43万吨,其中2004年以来探明的为32.86万吨,占51.3%。正在勘查的具有大、中型规模远景的钼矿床近十处,初步估算钼金属资源量将新增近100万吨,如:查干花钼矿26万吨、查干德尔斯钼铋矿12万吨、迪彦钦阿木钼

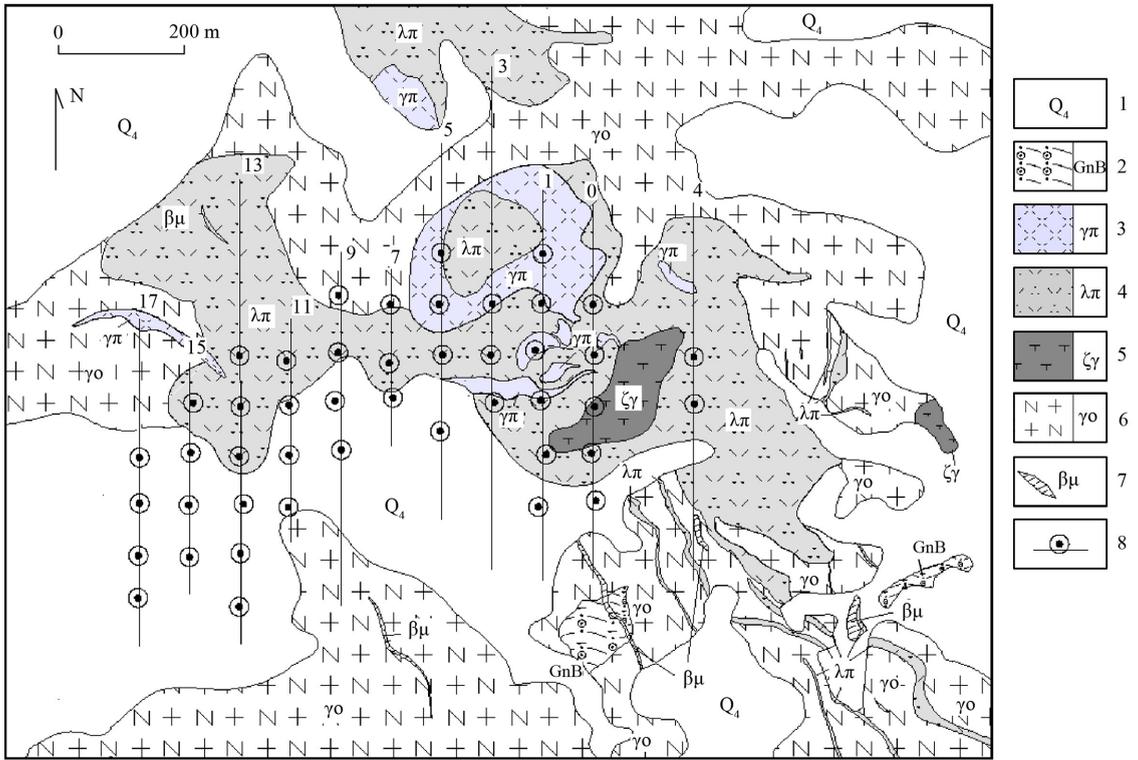


图2 卓资县大苏计钼矿地质略图(据于玺卿等,2008 修编)

Fig.2 Sketch geological map of the Dasuji molybdenum deposit in Zhuzi County, Inner Mongolia (modified from Yu et al., 2008)

1-第四系黄土及残坡积物;2-太古代集宁群石榴黑云斜长片麻岩;3-花岗斑岩;4-石英斑岩;5-正长花岗岩;6-太古代晚期碎裂斜长花岗岩;7-辉绿岩脉;8-勘探线及钻孔位置

1-Quaternary loess and talus;2-Archean Jinin Group garnet biotite plagioclase gneiss;3-granite porphyry;4-quartz porphyry;5-syenogranite;6-Late Archean cataclasis plagiogranite;7-diabase;8-exploration line and drill hole location

矿39万吨、激流河钼矿10万吨等。因此,今后几年内蒙古钼矿资源储量将成倍增长。以下仅选择了4个典型矿床做重点介绍:

### 2.1 卓资县大苏计钼矿床(图1内编号为29)

位于卓资县境内。大地构造位于华北陆块北缘的凉城断隆。经两次详查已获得(332)+(333)钼金属量约12万吨,钼矿体平均品位0.123%。

矿区出露太古界上集宁群第一岩组片麻岩,新太古代碎裂斜长花岗岩和钾长花岗岩、三叠纪酸性杂岩体,以及基性、酸性脉岩类(见图2)。三叠纪酸性杂岩体呈岩珠侵入于碎裂斜长(钾长)花岗岩中,由石英斑岩、花岗斑岩、正长花岗岩、二长花岗岩及石英闪长岩组成,为赋矿岩石。

矿体赋存于石英斑岩体及正长花岗岩体内。地表矿化较弱,范围较小,最高品位0.035%,均为氧化矿,氧化带厚度45~130m,没有次生富集带。

原生钼硫化矿体赋存在1350m标高以下(见图3)。矿体主要位于岩体顶部和上部,与围岩界线为

渐变关系,以化学分析结果圈定矿体边界。矿体总体形态为顶部、两边较薄,深部中间变厚,向东南侧伏,为巨厚层状,厚度150~230m,夹石较少。钼品位一般0.074~0.246%,最高0.60%,平均品位0.123%,品位变化系数43.8%,品位变化均匀。

矿石矿物有辉钼矿、黄铁矿、褐铁矿、方铅矿、闪锌矿、硬锰矿、软锰矿、磁铁矿等。矿石构造有脉状、细脉状、细网脉状、角砾状构造、浸染状构造、蜂窝状构造、块状构造等。

围岩蚀变规模较大,有硅化、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。

另外,在ZK203和ZK111中发现两个小型隐伏铅锌银矿脉,斜厚20~30cm,规模很小,未够成单独工业矿体。在矿区的东北部太古代斜长花岗岩中发育石英脉及蚀变岩型金矿脉,长近100m,宽3~5m,石英脉中金品位较高,其两侧的蚀变岩金品位1~5g/t。地表金矿化规模较小,深部未做进一步控制。

矿床类型为斑岩型(于玺卿等,2008),辉钼矿的铼-钨同位素年龄  $222.5 \pm 3.2\text{Ma}$ (张彤等,2009),赋矿岩体形成时代即成矿时代,为印支期(三叠纪)。

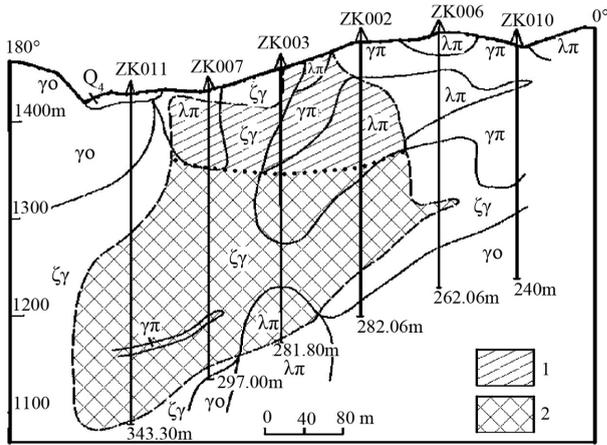


图3 卓资县大苏计钼矿0线剖面图(据于玺卿等,2008 修编)

Fig.3 Cross section of exploration line 0 in the Dasuji molybdenum deposit, Zhuzi county (modified from Yu et al., 2008)

Q<sub>4</sub>-第四系黄土及残坡积物;γ<sub>0</sub>-太古代晚期碎裂斜长花岗岩;γ<sub>π</sub>-花岗岩岩;λ<sub>π</sub>-石英斑岩;ξ<sub>γ</sub>-正长花岗岩;1-氧化矿;2-原生矿  
Q<sub>4</sub>-Quaternary loess and talus;γ<sub>0</sub>-Late Archean cataclasis plagiogranite;  
γ<sub>π</sub>-granite porphyry;λ<sub>π</sub>-quartz porphyry;ξ<sub>γ</sub>-Syenogranite;1-oxidized ore;2-original ore

2.2 苏尼特左旗乌兰得勒钼矿床(图1内编号为11)

位于苏尼特左旗白音乌拉苏木境内。大地构造位于西伯利亚板块大陆边缘东南之红格尔古生代陆缘增生带。经详查估算(332+333)钼金属量53442吨,低品位钼金属量5100吨,伴生铜金属量5319.42吨(内部资料,内蒙古自治区地质矿产勘查开发局,2009)。

矿区地层出露较少,仅在东部出露上石炭-下二叠统宝力高庙组一段,为一套陆相正常碎屑岩-火山岩沉积地层。区内侵入岩发育,有华力西晚期黑云母花岗岩、黑云二长花岗岩、花岗闪长岩及石英闪长岩,燕山晚期二长花岗岩,以及中酸性脉岩(见图4)。华力西晚期黑云母花岗岩,其U-Pb同位素年龄测定结果<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U表面年龄加权平均值为292.6±0.5Ma。钻孔中花岗闪长岩单颗粒锆石U-Pb同位素年龄299.3±2.4Ma(内蒙古自治区地质调查院,2008a),因此,成岩时代为晚石炭世-早二叠世之间。

细粒二长花岗岩为隐伏岩体,为成矿母岩。钻

孔资料显示,岩体东部及东北部产状较陡,深部近于直立;西部产状较平缓,为南西向侵入的小岩株,面积约2km<sup>2</sup>。岩石为灰白色-浅紫色,花岗结构,块状构造,主要矿物为钾长石占35%,斜长石占35%,石英占30%,黑云母少量。岩石中辉钼矿的Re-Os同位素等时年龄值为134.1±3.3Ma(内蒙古自治区地质调查院,2008a),成岩时代为燕山晚期(白垩纪早期)。

地表可见北西向展布的含钼矿化硅质脉,矿体均为隐伏矿体,分为上部矿带和下部矿带两部分(图4)。

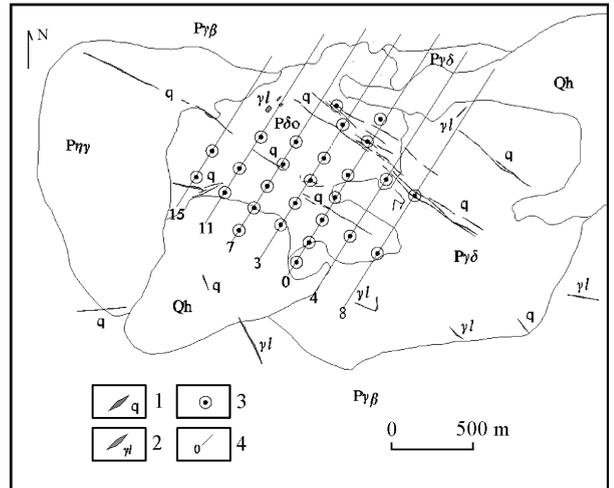


图4 苏尼特左旗乌兰得勒钼矿床地质略图<sup>①</sup>

Fig.4 Geological map of the Wulandele molybdenum deposit in Sunitezuo County<sup>①</sup>

Qh-第四系洪冲积物、湖积物;Peta-二叠纪二长花岗岩及碱长花岗岩;Pbet-二叠纪似斑状黑云母花岗岩;Pdo-二叠纪石英闪长岩;Pgd-二叠纪花岗闪长岩;1-石英脉、钼矿化硅质脉;2-花岗细晶岩脉;3-钻孔位置及编号;4-勘探线位置及编号

Qh-Quaternary loess and lake clay;Peta-Permian adamellite and granite;Pbet-biotite granite;Pdo-Permian quartz diorite;Pgd-Permian granodiorite;1-quartz veins;2-mineralization veins;3-drill hole location and number;4-exploration line and number

上部矿带:矿体产于石英闪长岩与花岗闪长岩的裂隙中,呈脉状产出,北西向展布,产状与地表矿化硅质脉一致,走向330°,倾向南西,倾角62°。矿体总体呈脉带或脉群产出,矿脉带东西长约2km,南北宽约1km,共分为234个矿体。除钼矿化外,还伴生铜、钨矿化,分布不均匀,多为单层伴生矿,少量共生矿。规模较大的矿体有S-1、S-5、S-9、S-10、S-15及S-32号矿体。

下部矿带:矿体赋存于中细粒二长花岗岩顶边部,从西到东矿体埋深逐渐变深。与上部岩体接触

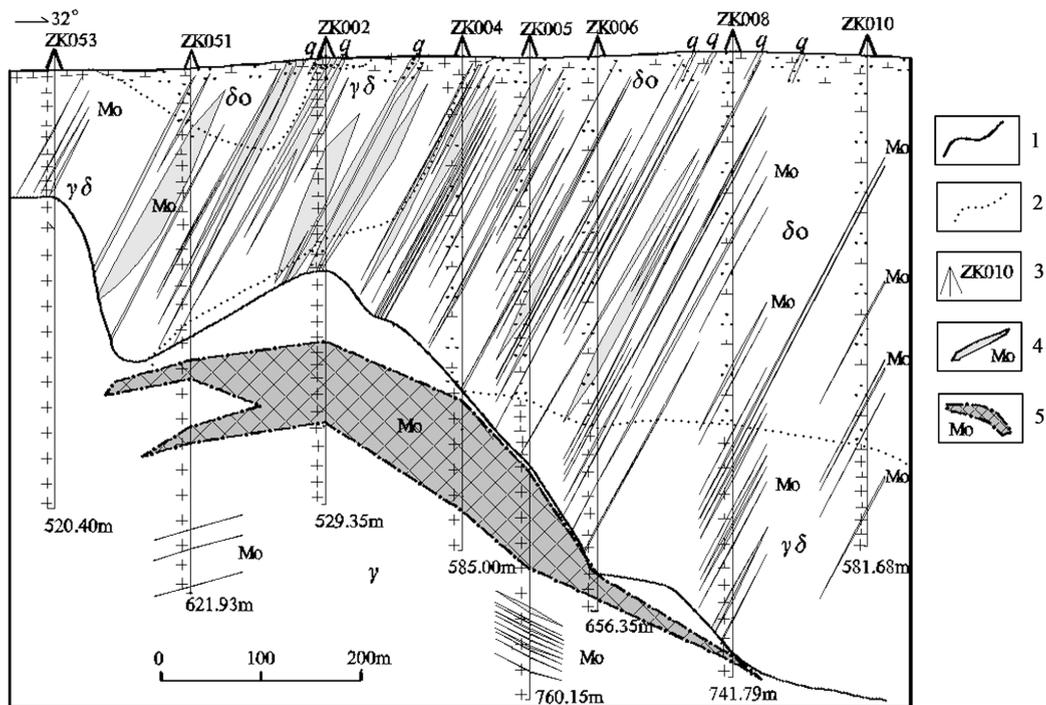


图 5 苏尼特左旗乌兰得勒钼矿床 0 线剖面示意图<sup>①</sup>

Fig. 5 Profile of exploration line 0 in the Wulandele molybdenum deposit in Sunitezuo County<sup>①</sup>

γ-二叠纪似斑状黑云母花岗岩;δo-二叠纪中细粒石英闪长岩;γδ-二叠纪中细粒花岗岩闪长岩;q-石英脉;1-地质界线;2-岩相界线;3-钻孔位置及编号;4-脉状钼矿体;5-浸染状钼矿体

γ-Permian Biotite granite porphyry;δo-Permian quartz diorite;γδ-Permian granite diorite;q-quartz veins;1-geological boundary;2-facies boundary of rocks;3-drill hole location and number;4-veins of Mo orebody;5-disseminated of Mo orebody

关系复杂,钻孔中多为互层状穿插。岩体接触产状为西部及南部较缓,东部和北部较陡,东部 2 线钻孔显示深部近于产状直立。中细粒二长花岗岩普遍矿化,但矿化不均匀,矿体与矿化体无明显界限。圈出 81 个矿体,为厚层、巨厚层或似桶状柱状,矿体最大厚度 67.33m,主矿体平均品位为 0.0832%,平均厚度 26.03m。矿化单一,基本均为钼矿化,个别小矿体伴生铜,但品位不高。主要矿体有 X-1、X-2、X-3、X-4 及 X-5 号矿体。

矿石矿物有辉钼矿、黄铜矿、闪锌矿、辉铋矿、黑钨矿、磁铁矿、黄铁矿。矿石构造为细脉状、浸染状、网脉状及稀疏浸染状、细脉浸染状。

围岩蚀变以云英岩化、硅化、钾长石化、钠长石化、高岭土化、青盘岩化为主,次有褐铁矿化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化、碳酸盐化、萤石化。矿化与云英岩化和硅化关系密切,云英岩化强的地段辉钼矿化、黄铜矿化、黄铁矿化及萤石化较强。

根据矿床特征分析,矿床类型为斑岩型,成矿时代为燕山晚期。

### 2.3 额济纳旗小狐狸山铅锌钼矿床(图 1 内编号为 32)

位于额济纳旗赛汉陶来苏木境内。大地构造位于哈萨克斯坦板块大陆边缘东南之黑鹰山被动陆缘。经详查提交(332+333)钼金属量 33508t,铅金属量 93404t,锌金属量 118138t。矿床平均品位 Mo: 0.09%, Pb: 0.085%, Zn: 1.08%。矿区外围及深部仍有较大找矿潜力,资源储量有可能扩大(内蒙古自治区地质勘查院,2008b)。

矿床主要赋存于华力西晚期中细粒花岗岩内,围绕岩体四周分布有奥陶系、泥盆系、石炭系火山碎屑岩(图 6)。岩体受控于 NW、NE 向两组断裂。南北长 2.7km,东西宽约 1.5km,出露面积 4.05km<sup>2</sup>,呈岩株状产出,向四周外倾,与围岩接触处倾角为 40°~70°。

花岗岩岩体内部相带界线明显。边缘相花岗岩呈灰白色,细粒结构;过渡相为浅肉红色中粒或中细粒结构;中心相多为粗粒斑状、似斑状浅肉红色花岗岩。辉钼矿主要赋存于岩体中细粒结构的边缘相和过渡相中。

矿床总体呈弧形展布,宽度变化在70~580m之间(见图7)。赋矿标高219.50~901.50m。矿体多呈透镜体状、脉状产出,少数为厚大板状。地表矿化较弱。钻孔资料显示,主矿体产于岩体的西南部位,富集于31~43线,向27线及51线矿体逐渐变薄,品位有所降低,最佳赋矿深度为300~600m。单矿层最大厚度84.18m。圈定出矿体127条,其中工业钼矿体78条,低品位钼矿体48条,铅锌钼共生矿体1条。主要矿体有93、94、95号矿体,其中93和95号为钼矿体,94号为铅锌钼矿体。

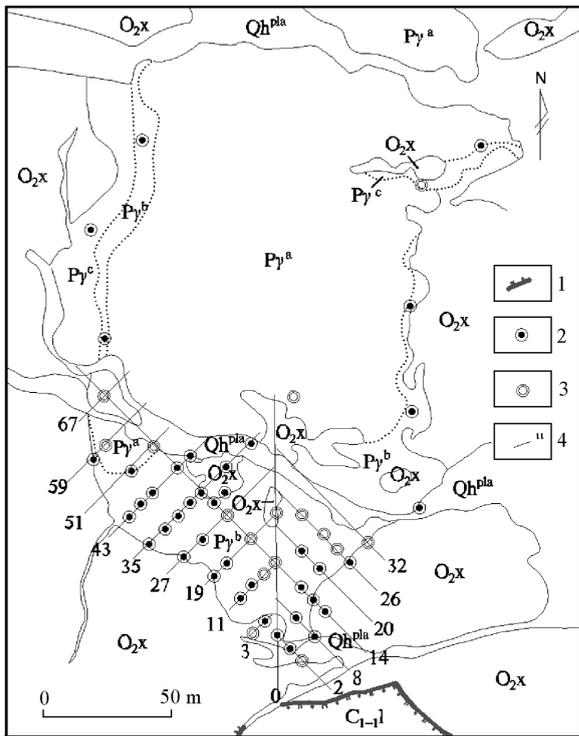


图6 额济纳旗小狐狸山铅锌钼矿床地质略图<sup>②</sup>

Fig. 6 Geological map of the Xiaohulishan lead zinc molybdenum deposit in Ejina County<sup>②</sup>

Qh<sup>pla</sup>-第四系冲洪积砂砾;C<sub>1-1</sub>-石炭系砾岩、砂岩;O<sub>2x</sub>-奥陶系安山岩、安山质凝灰岩夹砂岩、粉砂岩;Pγ<sup>a</sup>-二叠纪似斑状粗粒花岗岩;Pγ<sup>b</sup>-二叠纪似斑状中粒花岗岩;Pγ<sup>c</sup>-二叠纪似斑状细粒花岗岩;1-正断层;2-见矿钻孔位置;3-未见矿钻孔位置;4-勘探线位置及编号

Qh<sup>pla</sup>-Quaternary alluvial deposit;C<sub>1-1</sub>-Carboniferous conglomerate and sandstone;O<sub>2x</sub>-Ordovician andersite and andersitic tuff;Pγ<sup>a</sup>-Perimian coarse grained granite porphyry;Pγ<sup>b</sup>-Perimian middle grained granite porphyry;Pγ<sup>c</sup>-Perimian fine grained granite porphyry;1-normal fault;2-drill hole location of orebody founded;3-drill hole location of no orebody;4-exploration line and number

93号钼矿体,位于岩体的西南端23~59勘探

线之间,为矿区规模最大的矿体,为隐伏矿体,赋矿标高671.5~476.5m。矿体赋存于钠长石化中细粒似斑状花岗岩体中,似层状产出。总体走向NW~SE向,倾向220°,倾角24°。控制走向长度约516m,最大延伸为367.50m。矿体连续性较好,沿走向和倾向均有分支复合现象,分支为矿化不均匀所致,局部由低品位矿化体所造成。单工程矿体真厚度1.84~116.15m,平均厚度36.12m。钼平均品位0.11%,品位变化系数776.97%,矿化不均匀。

矿石矿物主要为辉钼矿,有少量闪锌矿、方铅矿及极少量的黄铜矿、黝铜矿、辉铋矿、黄铁矿、磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、褐铁矿。矿区Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量较高,Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>在0.014~0.026%之间,Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>在0.002~0.003之间,虽未达到工业品位,但Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量较高。

矿石构造为细脉状、浸染状、网脉状及稀疏浸染状、细脉浸染状。

围岩蚀变具有明显分带现象。在矿区北部岩体中心钾化强烈,向南依次为钠长石化、钾长石化、硅化、云英岩化,进入地层为角岩化、青磐石化、黄铁矿化发育。

根据成矿特征分析,矿床类型为斑岩型,成矿时代为华力西晚期。

#### 2.4 乌拉特后旗查干花钼矿(图1内编号为27)

位于乌拉特后旗巴音前达门苏木境内。大地构造位于华北陆块北缘之宝音图地块。是在巴彦淖尔市准苏海等四幅1/5万矿产地质调查工作的基础上,经1/万化探异常查证发现的。包括查干花、查干得尔斯和马尼图3个矿区,其中查干花矿区已基本达到详查,查干得尔斯矿区基本达到普查程度,初步估算钼金属资源量为38万吨,钼品位约为0.1%。

3个矿区地表矿化相似,主要为钼钼矿(化)石英脉。通过槽探、钻探控制,地表和浅部主要为钼矿(化)体,规模较小;深部为花岗岩型钼钼工业矿体,特别是在查干花、查干得尔斯矿区通过大量钻孔控制,发现了厚大的钼矿体。

查干花钼钼矿区(见图8):地表发现5条钼钼矿化带,钼钼矿体赋存于花岗闪长岩体及石英脉中。W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>品位在0.045~0.11%之间;钼矿化较弱,品位在0.013~0.037%之间。

深部已施工60多个钻孔,见矿率为97%。地表的脉状矿体深部变为一个矿化体(见图9)。钼矿体主要产于早二叠世花岗闪长岩中,在宝音图群三岩段的变质岩中也有少量矿体,在东部的早侏罗世

黑云母花岗岩中也发现有矿少量钼矿(化)体。钼矿体多呈近水平似层状或巨厚层状,部分为透镜状和脉状。矿体走向为335°,倾向北东,倾角较缓。共圈出12层钼矿体,主矿体为1层。钼矿体厚度多在1.50~173m之间,最厚为356.73m。钼品位在0.06%~0.89%之间,最高4.44%,平均品位为0.11%。钼矿体埋深在13.77~160m,标高在780~1413m,矿体总体向南东侧伏,侧伏角约30°,伴生少量钨和铋,但钼与钨、铋不正相关。

查干德尔斯钼铋矿区:为三个矿段,由北向南依次为I号矿段、II号矿段、III号矿段。

I号矿段:矿体呈似层状或透镜状。长度大于600m,宽大于200m,主矿体厚9.50m~87.3m。一般品位Mo:0.12~0.16%,矿段平均品位0.137%。其中,ZK108-13号孔在812m终孔还停在矿体中。

II号矿段:矿体呈层状、似层状或透镜状。长度大于1000m,厚度2m~68m,一般品位Mo:0.132~0.312%,矿段平均品位0.246%。

III号矿段:该矿段控制程度较低,矿体呈脉状、透镜状,脉状矿体由石英脉成矿,最长达400余米,厚1m~4m。矿体一般品位Mo:0.095~0.25%,矿段平均品位0.154%。

根据目前所取得的资料分析,该矿床地表以石英脉型钼矿化为主;而深部是稀疏-稠密浸染状构造为主的斑岩型钼矿化,钼矿化规模较大,围岩蚀变强烈,具有较典型的斑岩型钼矿床的基本矿化特征,矿床成因属斑岩型钼矿床。

关于该矿床的成矿时代,内蒙古第一地质矿产勘查开发院认为,主要钼矿体产于早二叠世花岗闪长岩中,说明矿化与花岗闪长岩关系密切。1/20万区调报告中花岗闪长岩的同位素测年为289Ma,推测成矿时代为华力西晚期。但值得注意的是,查干花矿区的5线、11线等剖面西端的早侏罗世黑云母花岗岩中存在少量的钼矿体;而查干楚鲁钨钼矿区的钨钼矿体产于早侏罗世黑云花岗岩体内。因此,矿区花岗闪长岩体与黑云母花岗岩体之间的关系,以及它们对钼矿化的贡献和形成时代都需要进一步研究。

### 3 钼矿区域成矿规律研究

#### 3.1 矿床成因类型

从2003年以前,内蒙古发现的钼矿大、中型规模以上者很少,多数为小型钼矿床。大、中型钼矿也多为共伴生矿,如乌奴克吐山铜钼矿、八大关铜钼矿、白乃庙铜钼矿等。矿床成因类型也比较多样,有

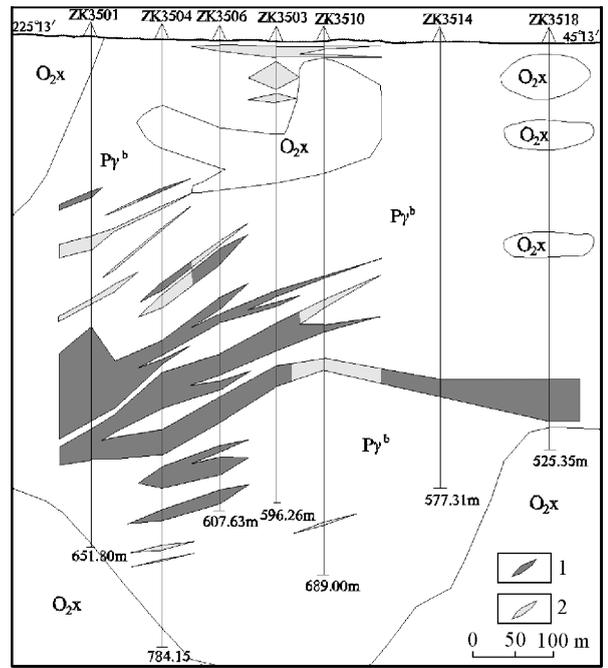


图7 额济纳旗小狐狸山铅锌钼矿床35线剖面示意图<sup>②</sup>

Fig. 7 Profile of exploration line No. 35 in the Xiaohulishan lead zinc molybdenum deposit in Ejina county<sup>②</sup>

O<sub>2x</sub>-奥陶系安山岩、安山质凝灰岩;Py<sup>b</sup>-二叠纪似斑状花岗岩;  
1-矿脉;2-矿化脉

O<sub>2x</sub>-Ordovician andersite and andersitic tuff;Py<sup>b</sup>-Permian middle grained granite porphyry;1-ore veins;2-mineralization veins

斑岩型、热液脉型、矽卡岩型及火山热液型等。其中斑岩型钼矿床多为大、中型共伴生钼矿床,如乌奴克吐山铜钼矿床等,其它成因类型者多为小型矿床,如鸡冠山、库里吐等当时认为是为热液脉型矿床。

2004年以来,一方面,原来的部分小型钼矿床或铅锌矿点,随着勘查程度的提高,钼资源储量扩大到大、中型规模,而成因类型也有了新认识,多数矿床为斑岩型,如库里吐钼矿,个别为与火山及次火山热液有关,如鸡冠山钼矿和迪彦钦阿木钼矿。另一方面,在一些空白区(有色金属矿床也很少,如二连东北部、宝音图一带)相继发现了十几处大、中型(或具有大、中型远景规模)钼矿床(详见表1)。其矿床成因类型除少量为与火山及次火山热液有关外,均为斑岩型;从目前发现的大、中型钼矿床的成因类型可以看出,内蒙古钼矿床的成因类型主要集中于斑岩型和火山-次火山热液型两种,实际上,这两种类型均与浅成-超浅成岩浆活动有关。此外,大、中型钼矿床还具有如下特征:

(1) 剥蚀程度较浅的斑岩型钼矿区,上部为脉状构造为主的脉状矿体;下部为浸染状构造为主的

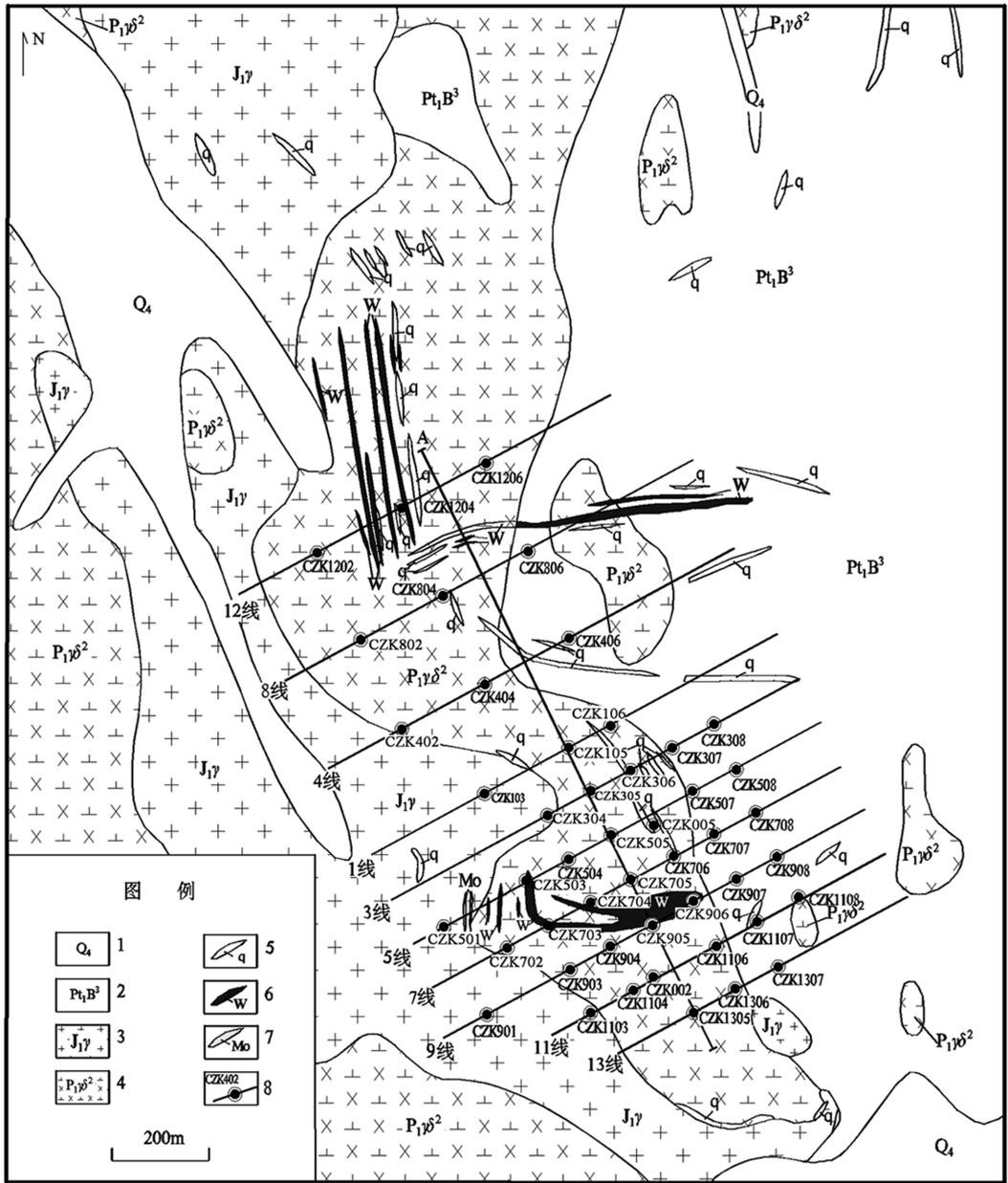


图8 乌拉特后旗查干花钨钼矿床地质略图

Fig.8 Geological map of the Chaghanua Tungsten-molybdenum deposit in Wulate County

1-第四系冲洪积物;2-宝音图群第三段;3-黑云二长花岗岩;4-粗粒花岗岩闪长岩;5-石英脉;6-钨矿体;7-钼矿体;8-勘探线及钻孔编号

1-Quaternary loess and lake clay;2-the third Member of Baoyintu Group;3-biotite adamellite;4-granodiorite;5-quartz veins;6-Tu orebody;7-Mo orebody;8-exploration line and drill hole number

斑岩型矿体,如乌兰德勒钼矿等。

(2) 部分矿床上部矿化多样呈脉状产出,如铅锌矿化、钨矿化、钼矿化;下部则以钼矿化为主,如查干花矿区地表以脉状钨矿化为主,迪彦钦阿木矿区原为铅锌银矿点、大苏计矿区地表具有金银铅矿化。

(3) 斑岩体侵入的围岩具多样性,有沉积岩、火山-沉积岩及早期形成的中酸性侵入岩。如,小东

沟钼矿赋矿岩体为燕山期中粗粒斑状花岗岩,侵入于上二叠统岩性为凝灰岩。大苏计钼矿赋矿岩体为印支期正长花岗岩和石英斑岩,侵入于太古代斜长花岗岩中。

(4) 从全区钼矿床资源储量规模分析,占据主导地位的矿床类型为斑岩型,约占总资源储量的80%。特别是近年来新发现的具有大中型远景规模

的钼矿床,其成因类型绝大多数为斑岩型。因此,斑

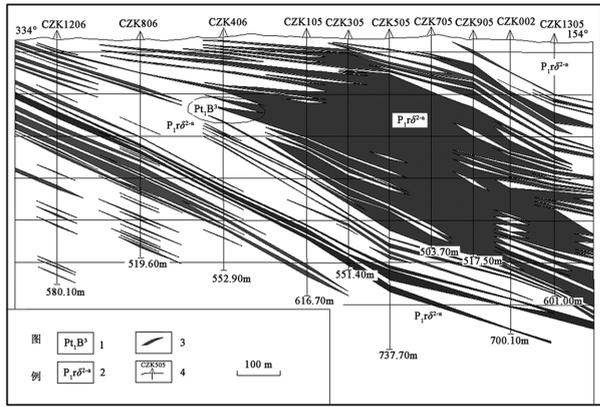


图9 乌拉特后旗查干花钼矿床 A-A' 线剖面示意图  
Fig.9 Profile of exploration line A-A' in the Chaganhua Tungsten-molybdenum deposit in Wulate County  
1-宝音图群第三段;2-花岗闪长岩(过渡相);3-钼矿体;4-钻孔位置及编号

1-the third Member of Baoyintu Group;2-granodiorite(transition phase);3-Mo orebody;4-drill hole location and

岩型钼矿床是内蒙古最重要的钼矿床成因类型。

### 3.2 矿床空间分布

从内蒙古自治区主要钼矿床分布图(图1)可知,内蒙古钼矿床集中分布在重要有色金属成矿带内,有得尔布干成矿带的额尔古纳-满洲里一带;大兴安岭中南段的东部的敖伦花一带和南部的小东沟至库里吐一带;二连-东乌旗-阿荣旗成矿带的二连东北部、东乌旗东北部、阿尔山至太平沟及鄂伦春的西南部;华北陆块北缘西段的西沙德盖至大苏计一带;黑鹰山-雅干成矿带的中部地区;乌力吉-锡林浩特成矿带的宝音图至白乃庙一带。综观钼矿床的分布和赋存情况,内蒙古钼多金属矿床主要有以下几方面特点:

(1) 从矿种上,主要为独立钼矿床和铜钼共生矿床,少量为钨钼、铀钼和铅锌钼共生矿床。

(2) 从品位上,内蒙古钼矿床品位变化较大,多数矿床平均品位大于0.08%,部分矿床平均品位大于0.1%。

(3) 从矿体厚度上,矿体普遍厚度较大,一般厚度在几十米至上百米,有的甚至大于200m。

(4) 从埋藏深度看,目前发现的矿床多数埋藏较浅,适合露天开采,如卓资县大苏计、鸡冠山、小东沟钼矿床等。

### 3.3 成矿时代

内蒙古钼矿的成矿时代主要与区域构造活动关

系密切。由于新发现的钼矿较多,且规模很大,而研究程度还比较低,成矿时代是由区域地质资料推断的,并没有同位素年龄数据佐证,需要进一步深入研究。就目前的研究程度(见表1)可知,钼矿成矿时代集中分布四个阶段,由老至新为:

(1) 加里东中、晚期(512~440 Ma)。主要有2处钼矿床,七一山钨锡钼矿,黑云花岗岩类 K-Ar 法同位素测年为512Ma,是内蒙古目前最古老钼矿;白乃庙铜(金)矿,赋矿岩石花岗闪长斑岩的 Sm-Nd 同位素等时线年龄为  $440 \pm 40$  Ma(聂凤军等,1995)。

(2) 华力西中、晚期(332~236 Ma),以晚期为主;西部额济纳旗有3处分别为,流沙山钼(金)矿的辉钼矿的 Re-Os 同位素等时年龄值为  $260 \pm 10$  Ma(聂凤军等,2002);额勒根乌兰乌拉铜钼矿的辉钼矿的 Re-Os 同位素等时线年龄为  $332.0 \pm 9.0$  Ma(聂凤军等,2005);小狐狸山铅钼矿的赋矿岩石为华力西晚期花岗岩。中部赤峰地区原认为均为燕山期成矿,近几年的同位素测年表明有部分钼矿床为华力西晚期成矿。如车户沟钼矿赋矿二长花岗斑岩锆石 U-Pb 同位素年龄值为245Ma,辉钼矿 Re-Os 同位素年龄值为  $257.5 \pm 2.5$  Ma;库里吐钼矿含矿岩石似斑状二长花岗岩的锆石 U-Pb 同位素年龄值为236Ma,辉钼矿 Re-Os 同位素年龄值为  $236 \pm 3.3$  Ma;元宝山钼矿赋矿石英二长斑岩的锆石 U-Pb 同位素年龄值为  $269 \pm 3$  Ma,辉钼矿 Re-Os 同位素年龄值为  $248.0 \pm 2.6$  Ma(张连昌等,2010)。

(3) 印支期(225~190Ma):目前仅发现有3处,中部有大苏计钼矿和西沙德盖钼矿;太平川铜钼矿以前认为是燕山晚期成矿的,赋矿花岗斑岩的锆石 U-Pb 同位素年龄值为  $202.0 \pm 5.7$  Ma(陈志广等,2010)。

(4) 燕山期(180~130Ma):主要集中在180~150 Ma(早-中侏罗世)和130~120Ma(早白垩世)两个时期。集中分布在内蒙古中东部,是内蒙古最主要的钼矿成矿时代。有著名的乌奴克吐山铜钼矿,近几年所测的辉钼矿 Re-Os 等时线年龄为  $178 \pm 10$  Ma,代表热液成矿时间,而含矿岩体形成于  $188.3 \pm 0.6$  Ma(李诺等,2007);鸡冠山铜钼矿辉钼矿 Re-Os 年龄测定结果为  $151.1 \pm 1.3$  Ma(曾庆栋等,2009);小东沟钼矿辉钼矿 Re-Os 年龄测定结果为  $135.5 \pm 1.5$  Ma(聂凤军等,2007)和  $138.1 \pm 2.8$  Ma(覃锋等,2008);碾子沟钼矿辉钼矿 Re-Os 年龄测定结果为  $153 \pm 5$  Ma(张作伦等,2009)。此外,二连东北部的乌兰德勒钼矿、迪彦钦阿木钼矿、半砬山

表 1 内蒙古自治区主要钼矿床一览表

Table 1 Primary molybdenum deposits in Inner Mongolia

序号	矿床名称	规模	赋矿岩石	成因类型	成矿时代或年龄 (Ma)	资料来源	主要勘查时间(年)
1	根河市激流河钼矿	中	中性火山岩、花岗斑岩	火山-次火山热液型	燕山晚期	区域地质调查资料	2009
2	额尔古纳市太平川铜钼矿	中	花岗斑岩、二长花岗斑岩、花岗闪长斑岩	斑岩型	U - Pb, 202 ± 5.7	陈志广等, 2010	2008
3	陈巴尔虎旗八大关铜钼矿	中	石英闪长岩	斑岩型	燕山晚期	区域地质调查资料	1977
4	新巴尔虎右旗乌奴格吐山铜钼矿	大	二长花岗斑岩	斑岩型	Re/Os, 178 ± 10	李诺等, 2007	1979, 2009
5	鄂伦春卧罗河林场	中	花岗斑岩	斑岩型	华力西晚期	区域地质调查资料	2009
6	阿荣旗太平沟铜钼矿	大	花岗斑岩	斑岩型	Re/Os, 130.1 ± 1.3	翟德高等, 2009	2007
7	鄂温克旗梨子山铁钼矿	小	多宝山组地层与华力西晚期花岗岩接触带	砂卡岩型	华力西晚期	区域地质调查资料	1988
8	新巴尔虎左旗南兴安铜钼矿	小	花岗斑岩	斑岩型	燕山晚期	区域地质调查资料	1977
9	阿尔山市架子山钼矿	中	花岗斑岩、二长花岗岩	斑岩型	华力西晚期	区域地质调查资料	2009
10	东乌旗迪彦钦阿木钼矿	大	凝灰质砂岩、凝灰岩、安山岩	火山-次火山热液型	燕山晚期	区域地质调查资料	2009
11	苏尼特左旗乌兰得勒钼矿	中	二长花岗岩、花岗闪长岩及石英闪长岩	斑岩型	Re/Os, 134.1 ± 3.3	内蒙古地调院, 2007	2009
12	苏尼特左旗乌日尼图铜钼矿	中	花岗闪长斑岩	斑岩型	燕山晚期	类比乌兰德勒矿区	2009
13	苏尼特左旗乌兰敖包钼矿	小	细粒花岗闪长岩	斑岩型	燕山晚期	类比乌兰德勒矿区	2009
14	苏尼特左旗雅苏吉花铜钼矿	中	花岗闪长岩	斑岩型	燕山晚期	类比乌兰德勒矿区	2008
15	阿鲁科尔沁旗敖包花铜钼矿	中	斜长花岗斑岩	斑岩型	Re/Os, 132	马星华等, 2009	2007
16	阿鲁科尔沁旗半应山钼矿	中	花岗闪长斑岩	斑岩型	U - Pb, 133.5 ± 1.7	张晓静等, 2010	
17	阿鲁科尔沁旗苏家沟钼矿	中	花岗闪长斑岩	斑岩型	燕山晚期	区域地质调查资料	2009
18	阿鲁科尔沁旗小东沟钼矿	中	中粗粒斑状花岗岩	斑岩型	Re/Os, 138 ± 3	聂凤军等, 2007	2005
19	克什克腾旗红山子(轴)钼矿	中	流纹斑岩等	火山-次火山热液型	130 ± 8	Nie et al., 2007	
20	松山区车户沟钼矿	中	正长斑岩	斑岩型	Re/Os, 257.5 ± 2.5	张连昌等, 2009	1992, 2007
21	松山区关家营矿区钼矿	中	黑云二长花岗岩	斑岩型	燕山晚期	区域地质调查资料	2003, 2006
22	赤峰市鸡冠山铜钼矿	大	粗面角闪斑岩、石英粗面岩和流纹岩	火山-次火山热液型	Re/Os, 151.1 ± 1.3	陈伟军等, 2010	2006
23	敖汉旗库里吐铜钼矿	小	二长花岗岩	斑岩型	Re/Os, 236 ± 3.3	Zhang LC et al., 2009	1974
24	翁牛特旗元宝山钼矿	小	石英二长斑岩	斑岩型	Re/Os, 248.0 ± 2.6	Liu et al., 2010	
25	翁牛特旗碾子沟钼矿	小	花岗岩	斑岩型	Re/Os, 153 ± 5	Zhang LC et al., 2009	
26	四子王旗乃庙铜钼(金)矿	中	花岗闪长斑岩	斑岩型	Sm/Nd, 440 ± 40	聂凤军等, 1995	1977
27	乌拉特后旗查干花钼钼矿	大	花岗闪长岩及黑云母花岗岩	斑岩型	华力西晚期	区域地质调查资料	2009
28	乌拉特前旗西沙得盖钼矿	中	斑状钾长花岗岩体	斑岩型	印支期	区域地质调查资料	1988, 2005
29	卓资县大苏计钼矿	大	石英斑岩、正长花岗斑岩	斑岩型	Re/Os, 222.5 ± 3.2	张彤等, 2009	2007
30	额济纳旗流沙山钼矿	中	花岗闪长岩和闪长岩	斑岩型	Re/Os, 260 ± 10	聂凤军等, 2002	1984
31	额济纳旗额勒根乌兰乌拉铜钼矿	小	钾长花岗岩、花岗闪长岩、花岗斑岩	斑岩型	Re/Os, 332.0 ± 9	聂凤军等, 2005	2004
32	额济纳旗小狐狸山铅锌钼矿	中	花岗岩边缘相中的似斑状花岗岩	斑岩型	华力西晚期	区域地质调查资料	2008
33	额济纳旗七一山钼钼矿	小	黑云花岗岩类	热液脉型	K - Ar, 512 ± 3	聂凤军等, 2002	1974, 1981

钼矿、敖伦花铜钼矿等均为燕山期成矿。

#### 4 成矿远景区特征分析

依据成矿地质构造环境、钼及相关元素地球化学异常,以及已有钼矿床综合分析,可粗略划分出9个钼成矿远景区(图1),分别为额济纳旗流沙山-小狐狸山、华北陆块北缘西段、二连东北部、小东沟-库里吐一带、得尔布干、阿尔山-鄂伦春、宝音图白乃庙、敖伦花一带及东乌旗钼成矿远景区。

##### 4.1 得尔布干钼成矿远景区(I)

大地构造位于西伯利亚板块东南大陆边缘之满洲里-莫尔道嘎非火山被动陆缘带,为著名的铜多金属成矿带。上世纪八十年发现了乌奴格吐山、八八一、八大关铜钼矿,乌奴格吐山赋矿岩石为二长花岗斑岩;八八一和八大关的赋矿岩石为石英闪长岩,均为燕山中晚期斑岩型铜钼共伴生矿床。近几年,在该区北部的额尔古纳市和根河市钼矿勘查取得新突破,发现了太平川中型铜钼矿和激流河钼矿(具有大型远景)。

2006年对乌奴格吐山铜钼矿进行了勘探(北京金有地质勘查有限责任公司,2007)。目前已被开采利用。新的勘探工作证实铜钼赋存于二长花岗斑岩中,为一个中心空的长环形状的矿体。长轴2600m,短轴13500m,走向50°左右,总体倾向北西。以F7断裂为界分为南、北两个矿段。北矿段环形中部有宽约900m左右的无矿核部;南部段无矿核部宽150~850m。矿体沿走向、倾向均有分枝复合、膨胀收缩。钼矿体分布于环形矿带的内环,而铜矿体分布于外环。在钼矿体靠内接触带有一圈断续边缘经济的钼矿体;而在铜矿体的外接触带也分布一圈断续边缘经济的铜矿体。北矿段在内环有沿小裂隙贯入的分枝小矿体,使矿体形态复杂。由于品位较低,近两年才被开发利用。

太平川铜钼矿的赋矿岩石为花岗闪长斑岩。共圈出13条钼矿体和10个铜矿块及数十条钼矿化体。成因类型为斑岩型,成矿时代为印支期。初步估算金属资源量(333+334):钼12756吨,铜8254吨。激流河钼矿产于中生代火山岩中,初步判断为火山-次火山热液型矿床,目前正在进一步勘查中。因此,该区主要存在印支-燕山中晚期钼成矿作用,而成矿类型主要为斑岩型,矿种多为铜钼共伴生矿,初步认为该区存在印支-燕山期斑岩型铜钼矿成矿系统。

该区钼、铜及相关元素异常大量分布,异常规模

较大,印支-燕山期中酸性岩广泛分布,因此,成矿条件极为有利。但由于该区条件艰苦,工作环境较差,工作程度很低,寻找大型斑岩型和火山-次火山热液型铜钼矿的潜力还很大。

##### 4.2 阿尔山-鄂伦春钼成矿远景区(II)

大地构造位于西伯利亚板块东南大陆边缘之红格尔-扎兰屯火山型被动陆缘。该区工作程度很低,以前仅发现一些小型矿床和矿点,如梨子山小型矽卡岩型铁钼矿、南兴安小型斑岩型钼矿等。近几年,发现了阿荣旗太平沟中型铜钼矿和卧罗河林场中型钼矿。其成矿均与燕山晚期中酸性火山岩浆活动有关。

太平沟铜钼矿的赋矿岩石为花岗斑岩,呈岩株侵入于侏罗纪上统满克头鄂博组流纹岩、流纹质凝灰岩中。铜钼矿(化)体围绕花岗斑岩与凝灰岩内接触带分布。地表钼矿化较弱。经深部钻探控制,矿化范围长1100m,宽600m,共圈出9条钼矿体,北东走向,长10~700m不等,平均厚度为4~32.62米。2007年普查提交钼金属量(333+334?)49104吨,平均品位0.091%,铜6732吨,平均品位0.41%。矿石构造有浸染状、细脉浸染状和细脉状,以细脉浸染状矿化为主。

矿床类型为斑岩型。成矿时代为早白垩世。

该区成矿条件良好,但地质工作程度很低,大部分区域基本为矿产勘查的空白区。太平沟和卧罗河林场钼矿的发现揭示出该区良好的钼矿找矿前景。随着矿产勘查工作的深入会有更大的新发现。

##### 4.3 东乌旗钼矿远景区(III)

大地构造位于西伯利亚板块东南大陆边缘之红格尔-扎兰屯火山型被动陆缘的古生代增生陆缘带。该区为铅锌银矿床集中区,钼矿床很少,但近期也有重大突破。除在西乌珠穆沁旗大乌兰林场发现多处钼矿化点外,在东乌旗迪彦钦阿木(原为铅锌矿点)深部发现钼矿(据中国冶金地质总局项目汇报),矿体受北西向断裂构造控制,赋矿围岩主要为中奥陶统汉乌拉组的凝灰岩、安山岩和上侏罗统查干诺尔组,凝灰质角砾岩、晶屑岩屑凝灰岩、安山岩中。其中,Ⅲ号矿化带规模最大,控制延长约1600m以上,带宽几十米到300m左右,矿带总体走向310°~340°,西部倾向SW,东部倾向NE,倾角40°~50°之间。初步估算钼金属资源量约40万吨,钼平均品位0.103%。初步分析成因可能与燕山晚期火山-次火山热液有关,目前还正在勘查中。

根据成矿地质条件、地球化学异常特征,以及与

相邻地区对比分析,该区具有形成燕山晚期斑岩型钼矿的成矿潜力。

#### 4.4 二连东北部钼成矿远景区(IV)

大地构造位于西伯利亚板块东南大陆边缘之红格尔-扎兰屯火山岩型被动陆缘的古生代增生陆缘带。二十一世纪之前该区为空白区。近几年来,随着地质大调查项目的不断深入,首先在钼矿勘查方面取得重大突破。发现了准苏吉花中型铜钼矿、乌日尼图中型钼矿、乌兰得勒中型钼矿及乌兰敖包小型钼矿,总钼金属量近 20 万吨,构成一个钼矿集中区。这些矿床的共同特点是:第一,地表只有少量规模很小的矿化硅质脉,矿化较弱,多数构不成工业矿体;第二,成矿与中酸性侵入岩有关,岩性多为花岗闪长岩和石英闪长岩;第三,矿化特征多表现为上部为热液脉状矿体,下部则为岩体含矿的细脉浸染状或细脉状矿体,矿化不均匀,品位变化较大;下部矿化仅发育在岩体顶部。按成因类型上部为热液脉型,下部则为斑岩型,构成了典型的斑岩铜钼成矿系统。乌兰得勒矿区辉钼矿的 Re-Os 同位素测年表明,成矿时代为燕山晚期。而对上部热液脉状矿体容矿岩石为石英闪长岩和花岗闪长岩同位素测年说明,其成岩时代为华力西晚期。其它几个矿床的地表容矿花岗闪长岩类,据区域地质调查资料成岩年代为华力西晚期,推测其成矿年龄可能为燕山晚期,但目前没有同位素资料,有待于进一步研究。

该区钼、铜、铅、锌、银等元素含量较低,但异常规模较大,显示出隐伏铜钼矿的异常特征,因此,除在华力西晚中酸性岩体附近寻找隐伏铜钼矿外,要特别注意寻找燕山晚期小型中酸性岩体有关的斑岩铜钼矿。

#### 4.5 敖伦花一带钼成矿远景区(V)

大地构造位于华北板块北部大陆边缘之宝音图-锡林浩特火山型被动陆缘的乌兰浩特-林西晚古生代裂谷带。为大兴安岭中南段成矿带东坡。该区已发现敖伦花、半砬山(张晓静等,2010)和劳家沟 3 处中型斑岩型钼矿床,以及小井子北矿区、653.1 高地、马鞍山等几处小型热液脉型铜钼矿。矿床类型以斑岩型为主,同位素测年资料显示,成矿时代为 140~130Ma,为早白垩世。代表性矿床为敖伦花铜钼矿。

敖伦花铜钼矿区位于阿鲁科尔沁旗所在地天山镇北 80km。赋矿岩石为燕山期斜长花岗斑岩,圈出铜钼矿 2 个,北西走向,控制长度分别 500m、600m,平均厚度 30.94m、40.84m,埋深 43.40m、75.46m。

矿石矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿等。矿石构造为细脉状、网脉状、浸染状。矿床类型为斑岩型。2007 年估算资源储量(122b+333 类金属量):铜 90963 吨,钼 17831 吨。

该区分布有多处以钼为主的多元素组合化探异常,并有燕山晚期中酸性小侵入体和火山岩分布,是寻找大型斑岩型钼矿极为有利地区,特别是一些铅锌矿化点,其深部和外围极有可能找到规模较大的斑岩型铜钼矿。

#### 4.6 小东沟-库里吐一带钼成矿远景区(VI)

大地构造位于华北板块北部大陆边缘之镶黄旗-翁牛特旗火山型被动陆缘的晚古生代增生陆缘带。该区是内蒙古开发钼矿资源最早的地区,也是钼矿最集中的地区。已发现十几处大、中、小型钼矿床和一系列钼矿点。矿床成因类型多样,有斑岩型、矽卡岩型、火山-次火山热液型及热液脉型。代表性矿床有小东沟、鸡冠山、车户沟、库里吐等。成矿时代以前均认为是燕山期。近几年,对车户沟、库里吐及元宝山矿区的同位素测年资源表明,该区还存在华力西晚期钼的成矿作用,成矿年龄在 257~236Ma。依据目前的研究程度,初步认为该区具有两个钼矿成矿系统。燕山期与火山-岩浆作用有关的钼矿成矿系统和华力西晚期斑岩型钼矿成矿系统。

燕山期钼矿成矿系统,以小东沟和鸡冠山为代表,成矿类型以斑岩型和火山-次火山热液型为主,还有矽卡岩型和热液脉型,成矿时代为 150~130Ma。小东沟钼矿赋存于燕山晚期中粗粒斑状花岗岩体内靠近岩体边部(张晓静,2010)。共圈出 15 条钼矿体,其中工业矿体 6 条,走向近南北、北西、北东,倾角 27°~35°。长 150~800m,宽 100~600m,平均厚度 1.96~9.28m,钼平均品位 0.071~0.154%。矿石构造有浸染状、细脉状及团块状。成因类型为斑岩型(程小珍等,2007)。成矿时代为早白垩世。鸡冠山铜钼矿产于晚侏罗世粗面质角砾凝灰岩、石英粗面岩和流纹岩中,均为隐伏矿体。呈不规则扁豆状,平面上呈略向北突的弧形,走向自西向东变化为 40°~74°~105°,倾向北西或北东,倾角 54°~74°。长大于 780m,均宽 140m,延深大于 480m。矿石构造有细脉状和浸染状。矿石类型有凝灰岩、熔岩型和脉岩型。围岩蚀变有硅化、萤石化、黄铁矿化、钾长石化,蚀变不强。矿床类型为火山-次火山岩热液型。成矿时代为晚侏罗世。

华力西晚期钼矿成矿系统,以车户沟和库里吐

为代表,均为斑岩型矿床,车户沟矿区含矿岩石为正长斑岩;库里吐矿区的赋矿岩石为二长花岗岩;元宝山矿区含矿岩石为石英二长斑岩,成矿时代为晚二叠世。

从成矿地质构造和化探异常综合分析,该区钼矿成矿条件良好,是寻找华力西晚期和燕山晚期大型及特大型钼矿最重要的地区。

#### 4.7 宝音图白乃庙钼成矿远景区(VII)

大地构造位于华北板块北部大陆边缘之宝音图地块和索伦-西乌旗晚古生代增生陆缘带。该区早期仅发现了白乃庙(钼)铜矿、化得县三胜小型热液脉型钼矿等矿点。

近期在乌拉特后旗发现了查干花钼矿床,具有特大型远景。该区1/5万矿调圈出9个综合异常,对其中的2个异常检查发现了查干花、查干德尔斯及马尼图3个矿区,初步估算钼金属资源量近40万吨,随着勘查工作的深入资源量有可能进一步增加。

白乃庙矿床的主要特点是矿化分为绿片岩型和花岗闪长斑岩型两种,对钼矿的成因多数学者认为是与花岗闪长斑岩有关。同位素测年资料表明成矿时代为志留纪。

该区成矿条件良好,地表已发现大量的小型矿床和矿点(矿化点),在这些矿床和矿点的外围和深部寻找斑岩型铜钼矿具有很好的前景,特别是化德-多伦一带钼矿床(点)的深部要注意寻找斑岩型钼矿床。

#### 4.8 华北陆块北缘西段钼成矿远景区(VIII)

位于华北陆块北缘西段的渣尔泰山-大青山一带,是著名的铅、锌、铁、金成矿带(张梅等,2009)。近两年,卓资山南部大苏计印支期大型斑岩型钼矿的发现,使该区寻找斑岩型矿床受到广泛关注。而乌拉特前旗的西沙得盖中型钼矿床,其赋矿岩石为斑状钾长花岗岩,成因类型为斑岩型,成矿时代为印支期。可见,两个矿床的成矿类型和时代非常相似,构成印支期斑岩型钼矿成矿系统。该区钼及相关元素异常和印支期中酸性岩体广泛分布,显示出寻找斑岩型钼矿有很好的前景。

#### 4.9 额济纳旗流沙山-小狐狸山钼成矿远景区(IX)

位于阿拉善盟额济纳旗西北部。大地构造属于哈萨克斯坦板块东南大陆边缘之黑鹰山火山岩型被动陆缘的西部。目前已发现流沙山中型钼(金)矿、小狐狸山中型铅、锌、钼矿和额勒根乌兰乌拉小型铜钼矿。流沙山钼(金)矿的赋矿岩石为石英闪长岩和

花岗闪长岩等组成的杂岩体。矿化受杂岩体环型断裂系统的控制,构成了近于平行的环状矿化体。小狐狸山铅、锌、钼矿的赋矿岩石为华力西晚期花岗岩。额勒根乌兰乌拉铜钼矿赋矿岩石为华力西中期钾长花岗岩。3个矿床的形成均与华力西中-晚期中酸性侵入岩有关,成因类型均为斑岩型,构成了华力西中-晚期斑岩型钼成矿系统。该区分布有大量华力西中-晚期中酸性岩体,钼、铜、铅、锌等元素异常广泛发育,寻找华力西中-晚期斑岩型大型铜钼及铅、锌、钼矿有良好的前景。

## 5 结语

(1) 内蒙古钼多金属矿床的成因类型主要为斑岩型,占总储量的80%以上;其次为火山-次火山热液型,小型钼多金属矿床多为热液脉型,这些矿床深部具有寻找斑岩型钼多金属矿的潜力。

(2) 内蒙古钼矿的成矿时代主要有4期,即燕山晚期、印支期、华力西晚期和加里东中晚期。在空间分布上主要表现为与区域构造活动有关,东部以燕山晚期为主;中部以印支期为主;西部额济纳旗流沙山-小狐狸山地区则以华力西晚期为主。

(3) 可初步确定有6个钼多金属矿成矿系统,分别为:额济纳旗华力西晚期斑岩型钼成矿系统、华北陆块北缘西段印支期斑岩型钼成矿系统、小东沟-库里吐一带燕山晚期有岩浆有关的钼成矿系统和华力西晚期斑岩型钼成矿系统、二连东北部燕山晚期斑岩型钼成矿系统、得尔布干印支-燕山期斑岩型铜钼成矿系统。

(4) 近几年内蒙古钼矿勘查取得多项重大突破,到2008年底钼金属资源储量已增加了1倍,随着乌拉特后旗查干花等几个大型矿床详查的结束,钼金属资源储还将显著增加。

(5) 通过上述各成矿远景区的成矿特征及资源潜力分析可知,内蒙古钼矿,特别是铜钼矿具有良好的找矿前景,应积极加强大型或特大型斑岩型和火山-次火山热液型铜钼矿床找矿和勘查,要具有在小型热液型钼、铜钼、铅、锌深部和外围寻找斑岩型钼及铜钼矿的找矿思路。

致谢:研究工作得到彭润民教授的细心指导,黄占起、王新亮教授级高工提供了部分资料,苏尚国教授对本文提出具体修改意见,杨德利、伊如贵、娜日莎清绘了部分图件,在此表示衷心感谢。

[注释]

① 内蒙古第七地质矿产勘查开发院. 2009. 内蒙古自治区苏尼特左

## 旗乌兰德勒矿区铜钼矿详查报告

## ② 内蒙古自治区地质勘查院. 2008. 内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山矿区铅锌铜矿详查报告

## [References]

- Beijing Jinyou Geological Exploration Limited Company. 2007. Exploration report of Wunugetushan Cu-Mo deposit, Xinbaerhuyou County, Inner Mongolia [R]. Beijing Jinyou Geological Exploration Limited Company: 3-60 (in chinese)
- Chen Zhi-guang, Zhang Lian-chang, Lu Bai-zhi, Li Zian-long, Wu Hua-ying, Xiang Peng, Huang Shi-wu. 2010. Geochemistry and geochemistry of the Taipingchuan copper-molybdenum deposit in Inner Mongolia, and its geological significances [J]. Acta Petrologica Sinica, 26(5): 1437-1449 (in chinese with English abstract)
- Cheng Xiao-zhen, Yang Lun, Zhang Xia. 2007. Geological conditions of Xiaodonggou molybdenum deposit [J]. Geology and Prospecting, 43(05): 11-16 (in chinese with English abstract)
- Huang Chong-ke, Bai Ye, Zhu Yu-sheng. 2001. Copper deposit of China [M]. Beijing: Geological Publishing House: 572-582 (in chinese)
- Li Nuo, Sun Ya-li, Li Jin, Li Wen-bo. 2007. Molybdenite Re/Os isochron age of the Wunugetu Shan porphyry Cu/Mo deposit, Inner Mongolia and its implication for metallogenic geodynamics [J]. Acta Petrologica Sinica, 23(11): 2881-2888 (in chinese with English abstract)
- Nie Feng-jun, Jiang Si-hong, Zhao Xing-min. 2002. Geological features and metallogenic type of the Liushashan gold (molybdenum) deposit in Ejin qi (prefecture), Western Inner Mongolia [J]. Gey-Geochemistry, (1): 2-8 (in chinese with English abstract)
- Nie Feng-jun, Pei Rong-fu, Wu Liang-shi. 1995. Nd- and Sr- isotope study on greenschist and granodiorite of the Bainaimiao district, Inner Mongolia, China Nie Fengjun Pei Rongfu [J]. Acta Geologica Sinica, (1): 36-44 (in chinese with English abstract)
- Nie Feng-jun, Qu Wen-jun, Liu Yan, Du An-dao, Jiang Si-hong. 2005. Re-Os isotopic age dating of molybdenite separates from Elegen porphyry Mo (Cu) mineralized area, northwestern Alxa, western Inner Mongolia [J]. Mineral Deposits, 24(06): 638-646 (in chinese with English abstract)
- Nie Feng-jun, Zhang Wan-yi, Du An-dao, Jiang Si-hong, Liu Yan. 2007. Re-Os isotopic dating on molybdenite separates from the Xiaodonggou porphyry Mo deposit, Hexigten Qi, Inner Mongolia [J]. Acta Geologica Sinica, (07): 36-43 (in chinese with English abstract)
- Geological Survey Institute of Inner Mongolia. 2008a. Investigated report of strategic minerals prospect in Dalaimiao area, Inner Mongolia [R]. Geological Survey Institute of Inner Mongolia: 204-229 (in chinese)
- Geological Exploration Institute of Inner Mongolia. 2008b. Detailed investigated report of Xiaohulishan lead-zinc deposit in Ejila County, Inner Mongolia [R]. Geological Exploration Institute of Inner Mongolia: 13-53 (in chinese)
- Sheng Cun-li, Huang Zan-qi, Su Hong-wei, Wang Shou-guang. 2004. Regional metallogenic characteristics of Cu deposit in Inner Mongolia [J]. Northwestern Geology, (3): 44-50 (in chinese with English abstract)
- Sheng Cun-li, Zhang Mei, Yang Shuai-shi. 2009. The geological evidences and significance of Langshan-Chaertashan rifting system west-extended, in western part, north margin of North China Craton [J]. Geology and Prospecting, 45(6): 661-668 (in chinese with English abstract)
- Qin Feng, Liu Jian-ming, Zeng Qing-dong, Zhang Rui-bin. 2008. The Metallogenic Epoch and Source of Ore-forming Materials of the Xiaodonggou Porphyry Molybdenum Deposit, Inner Mongolia [J]. Geoscience, (22): 173-180 (in chinese with English abstract)
- Yu Xi-qing, Chen Wang, Li Wei. 2008. Discovery and prospecting significance of Dasuji porphyry molybdenum deposit, inner Mongolia [J]. Geology and Prospecting, 44(02): 29-37 (in chinese with English abstract)
- Zeng Qing-dong, Liu Jian-ming, Zhang Zuo-lin, Qin Feng, Chen Wei-jun, Yu Chang-ming, Ye Jie. 2009. The ore forming rime of the Jiguanshan porphy molybdenum deposit, northern margin of Northern China Craton and the Indosinian meralization [J]. Acta Petrologica Sinica, 25(2): 393-398 (in chinese with English abstract)
- Zhai Yu-sheng. 2002. Some features of regional metallogeny of china [J]. Geology and Prospecting, 38(5): 1-4 (in chinese with English abstract)
- Zhang Lian-chang, Wu Hua-ying, Xiang-peng, Zhang Xiao-jing, Chen Zhi-guang, Wan Be. 2010. Ore-forming processes and mineralization of complex tectonic system during the Mesozoic: A case from Xilamulun Cu-Mo metallogenic belt [J]. Acta Petrologica Sinica, 25(5): 1351-1362 (in chinese with English abstract)
- Zhang Tong, Chen Zhi-yong, Xu li-quan, Chen Zheng-hui. 2009. The Re-Os isotopic dating of molybdenite from the Dasuji molybdenum deposit in Zhuozi county of Inner mongolia and its geological significance [J]. Rock and Mineral analysis, 28(3): 279-282 (in chinese with English abstract)
- Zhang Zuo-lin, Zeng Qing-yue, Qu Wen-jun, Liu Jian-ming, Sun Xing-guo, Zhang Rei-bin, Chen Wei-jun, Qin Feng. 2009. The molybdenite Re-Os dating from the Nianzigou Mo deposit, Inner Mongolia and its geological significance [J]. Acta Petrologica Sinica, 25(1): 212-218 (in chinese with English abstract)
- Zhang Xiao-jing, Zhang Lian-chang, Jin Xin-di, Wu Hua-ying, Xiang Peng, Chen Zhi-guang. 2010. U-Pb ages, geochemical characteristics and their implications of Banlashan molybdenum deposit [J]. Acta Petrologica Sinica, 26(5): 1411-1422 (in chinese with English abstract)
- Zhang Mei, Shen Cun-li, Gao Zheng-xi, Yang Ya-bo. 2009. A Study on semi-quantitative rapid analysis method for forecasting integrating information mineral resource-taking copper polymetallic ore in Bayinnoergong-Langshan regin for example [J]. Geology and Prospecting, 45(6): 735-741 (in chinese with English abstract)

## [附中文参考文献]

- 北京金有地质勘查有限责任公司. 2007. 内蒙古自治区新巴尔虎右旗乌努格吐山矿区铜钼矿勘探报告 [R]. 北京金有地质勘查有限责任公司: 3-60
- 陈志广, 张连昌, 卢百志, 李占龙, 吴华英, 相鹏, 黄世武. 2010. 内蒙古太平川铜钼矿成矿斑岩时代、地球化学及地质意义 [J]. 岩石学报, 26(5): 1437-1449

程小珍,杨伦,张 晓. 2007. 内蒙古小东沟钼矿成矿地质条件分析[J]. 地质与勘探,43(05),11-16

黄崇轲,白 冶,朱裕生. 2001. 中国铜矿床[M]. 北京:地质出版社:572-582

李 诺,孙亚莉,李 晶,李文博. 2007. 内蒙古乌努格吐山斑岩铜钼矿床辉钼矿铼锱等时线年龄及其成矿地球动力学背景[J]. 岩石学报,023(11):2881-2888

聂凤军,江思宏,赵省民. 2002. 内蒙古流沙山金(钼)矿床地质特征及矿床类型的划分[J]. 地质地球化学,(1):2-8

聂凤军,裴荣富,吴良士. 1995. 内蒙古白乃庙地区绿片岩和花岗闪长斑岩的钼和锱同位素研究[J]. 地球学报,(1):36-44

聂凤军,屈文俊,刘 妍,杜安道,江思宏. 2005. 内蒙古额勒根斑岩型钼(铜)矿化区辉钼矿铼-锱同位素年龄及地质意义[J]. 矿床地质,24(06):638-646

聂凤军,张万益,杜安道,江思宏,刘 妍. 2007. 内蒙古小东沟斑岩型钼矿床辉钼矿铼-锱同位素年龄及地质意义[J]. 地质学报,(07):36-43

内蒙古自治区地质调查院. 2008a. 内蒙古达来庙地区战略性矿产远景调查报告[R]. 内蒙古自治区地质调查院:204-229

内蒙古自治区地质勘查院. 2008b. 内蒙古自治区额济纳旗小狐狸山矿区铅锌钼矿详查报告[R]. 内蒙古自治区地质勘查院:13-53

沈存利,黄占起,苏宏伟,王守光. 2004. 内蒙古铜矿床区域成矿特征初步研究[J]. 西北地质,(3):44-50

沈存利,张 梅,杨帅师. 2009. 华北陆块北缘西段狼山-渣尔泰山裂陷槽

西延的地质依据及其意义[J]. 地质与勘探,45(6):661-668

覃 锋,刘建明,曾庆栋,张瑞斌. 2008. 内蒙古小东沟斑岩型钼矿床的成矿时代及成矿物质来源[J]. 现代地质,(22):173-180

于玺卿,陈 旺,李 伟. 2008. 内蒙古大苏计斑岩型钼矿床地质特征及其找矿意义[J]. 地质与勘探,44(02):29-37

曾庆栋,刘建明,张作伦,覃 锋,陈伟军,于昌明,叶 杰. 2009. 华北克拉通北缘鸡冠山斑岩钼矿床志矿年代及印支期成矿事件[J]. 岩石学报,25(2):393-398

翟裕生. 2002. 中国区域成矿特征探讨[J]. 地质与勘探,38(5):1-4

张连昌,吴华英,相鹏,张晓静,陈志广,万 博. 2010. 中生代复杂构造体系的成矿过程与成矿作用-以华北大陆北缘西拉木伦钼铜多金属成矿带为例[J]. 岩石学报,26(5):1351-1362

张 彤,陈志勇,许立权,陈郑辉. 2009. 内蒙古卓资县大苏计钼矿辉钼矿铼-锱同位素定年及其地质意义[J]. 岩矿测试,28(3):279-282

张作伦,曾庆栋,屈文俊,刘建明,孙兴国,张瑞斌,陈伟军,覃锋. 2009. 内蒙碾子沟钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及其地质意义[J]. 岩石学报,25(1):212-218

张晓静,张连昌,靳新娣,吴华英,相 鹏,陈志广. 2010. 内蒙古半拉山钼矿含矿斑岩 U-Pb 年龄和地球化学及其地质意义[J]. 岩石学报,26(5):1411-1422

张 梅,沈存利,高征西,杨亚博. 2009. 综合信息矿产资源预测半定量快速分析方法初探-以巴音诺尔公-狼山地区铜多金属矿预测分析为例[J]. 地质与勘探,45(6):735-741

## New Progresses in Exploration of Molybdenum Deposits and Analysis of Mineralization Prospect in Inner Mongolia

SHEN Cun-li<sup>1,2</sup>, ZHANG Mei<sup>1,3</sup>, YU Xi-qing<sup>2</sup>, CHEN Wen-guo<sup>2</sup>, GAO Wei-yu<sup>4</sup>, ZHOU Wen-chuan<sup>4</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. Nonferrous Geological Bureau of Inner Mongolia, Huhhot 010010; 3. Geological Survey Institute of Inner Mongolia, Huhhot 010020; 4. Geology and Minerals Bureau of Inner Mongolia, Huhhot 010010)

**Abstract:** A series of new progresses have been made in molybdenum deposit exploration in Inner Mongolia in recently years, such as the Dasuji molybdenum deposit, Wulandele molybdenum deposit, and Xiaohulishan molybdenum deposit that have been discovered and exploited successively. And the Chaiganghua molybdenum deposit, Jiliuhe molybdenum deposit, and Diyanqinamu molybdenum deposit are under exploring. These deposits have probably a good prospect of extremely large scales. This paper studies these new discovered deposits. Using regional metallogenic theory, we summarize molybdenum deposit formation rules in Inner Mongolia. We think that the source of all molybdenum deposits is related with magmatism in this region. The major deposit types include porphyry molybdenum deposits and volcanic-subvolcanic molybdenum deposits. The metallogenic periods of ore formation are the middle-late Caledonian, late Variscan, Indo-China and late Yanshan. Periods. Six molybdenum metallogenic systems are suggested, from which nine prospective molybdenum deposits are speculated. We think the molybdenum metallogenic conditions are excellent, and there is a bright exploration prospect of porphyry (copper) molybdenum deposits and volcanic-subvolcanic (copper) molybdenum deposits in Inner Mongolia.

**Key words:** Inner Mongolia, molybdenum deposits, new progresses, mineralization prospect