

# 内蒙古东乌旗朝不楞铁矿区中粗粒花岗岩 SHRIMP 定年及其意义\*

许立权<sup>1</sup>, 陈志勇<sup>1</sup>, 陈郑辉<sup>2,3</sup>, 张彤<sup>1,3</sup>, 张玉清<sup>1</sup>

(1 内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古 呼和浩特 010020; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;  
3 中国地质大学, 北京 100083)

**摘要** 内蒙古东乌旗朝不楞铁矿床位于二连-东乌旗多金属成矿带的东端。对与朝不楞铁矿床有密切成因联系的中粗粒花岗岩进行了 SHRIMP 定年, 获得了(136.9 ± 1.5) Ma 的精确年龄。该年龄与成矿年龄(140.7 ± 1.8) Ma (Re-Os) 在误差范围内相一致, 说明成矿作用与成岩作用基本上是同时发生的。对该带区域成矿地质背景进行分析后认为, 该带以燕山期成矿为主。

**关键词** 地质学 朝不楞砂卡岩型铁矿床 SHRIMP 定年 二连-东乌旗多金属成矿带 内蒙古  
中图分类号: P618.31 文献标志码: A

## SHRIMP dating of medium-coarse-grained granite in Chaobuleng iron deposit, Dong Ujimqin Banner, Inner Mongolia

XU LiQuan<sup>1</sup>, CHEN ZhiYong<sup>1</sup>, CHEN ZhengHui<sup>2,3</sup>, ZHANG Tong<sup>1,3</sup> and ZHANG YuQing<sup>1</sup>

(1 Inner Mongolia Institute of Geological Survey, Huhhot 010020, Inner Mongolia, China; 2 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 3 China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

### Abstract

The Chaobuleng iron deposit is located in the Erlianhaote-Dong Ujimqin Banner polymetallic metallogenic belt of Inner Mongolia. The medium-coarse-grained granite in the area has close genetic relationship with the Chaobuleng skarn iron deposit, and hence was chosen to determine the SHRIMP U-Pb age. The results show that the granite intruded in (136.9 ± 1.5) Ma, which is consistent to the mineralization age of (140.7 ± 1.8) Ma (Re-Os), suggesting that the mineralization and the rock-forming process occurred at the same time. An analysis of regional metallogenic geological setting shows that mineralization of the metallogenic belt might have occurred in Yanshanian period.

**Key words:** geology, Chaobuleng skarn iron deposit, SHRIMP dating, Erlianhot-Dong Ujimqin Banner polymetallic metallogenic belt, Inner Mongolia

朝不楞砂卡岩型铁多金属矿床位于内蒙古锡林木境内, 北距中蒙边境 19 km(图 1)。经过多年的地质郭勒盟东乌珠穆沁旗(简称东乌旗)满都胡宝拉格苏木境内, 北距中蒙边境 19 km(图 1)。经过多年的地质

\* 本文得到内蒙古自治区地质勘查项目“内蒙古重要矿产资源潜力评价及区域成矿规律研究[2007 院土 3-1]”资助

第一作者简介 许立权, 男, 1971 年生, 博士, 高级工程师, 主要从事区域地质调查及矿产资源潜力评价工作。Email: xuliqian2005@163.com

收稿日期 2009-02-26; 改回日期 2009-08-18。许德焕编辑。

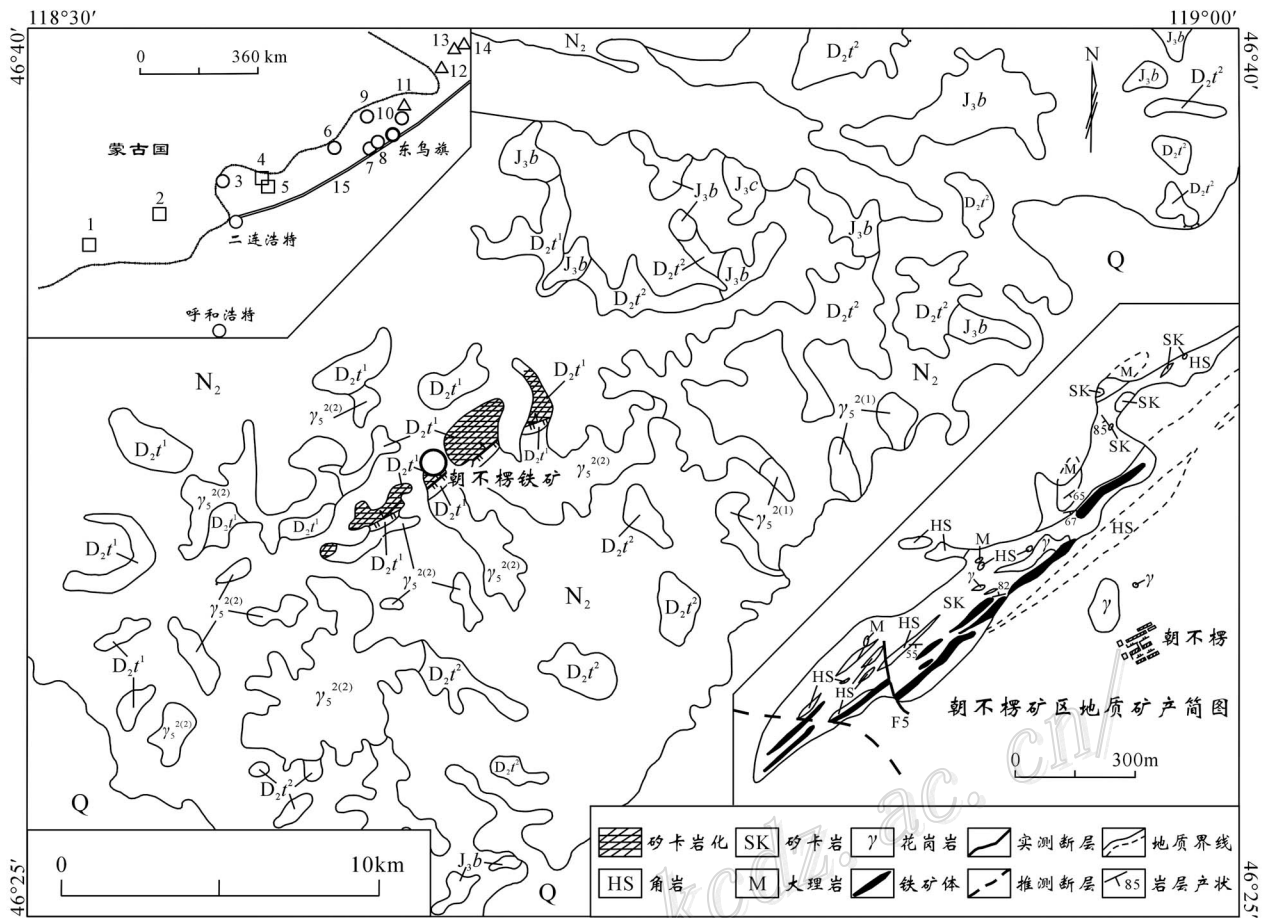


图1 朝不楞地区区域地质略图(据1:20万区域地质图修改<sup>①</sup>)

$D_2t^1$ —中泥盆统塔尔巴格特组1段;  $D_2t^2$ —中泥盆统塔尔巴格特组2段;  $J_3c$ —上侏罗统查干诺尔组;  $J_3b$ —上侏罗统布拉根哈达组;  $N_2$ —新近系上新统; Q—第四系; 上图角: 1—奥玉陶勒盖大型斑岩型铜金钼矿床; 2—察干苏布加大型斑岩型铜钼矿床; 3—乌日尼图中型钨钼矿床; 4—乌兰德勒中型斑岩型钼矿床; 5—准苏吉花中型钼矿床; 6—奥尤特火山岩型铜矿床; 7—贺根山岩浆型铬矿床; 8—小坝梁热液型铜金矿床; 9—沙麦热液型钨矿床; 10—吉林宝力格热液型银矿床; 11—朝不楞砂卡岩型铁多金属矿床; 12—罕达盖林场中-大型砂卡岩型铁矿床; 13—梨子山砂卡岩型铁矿床; 14—中道山砂卡岩型铁矿床; 15—二连-贺根山蛇绿混杂岩带

Fig. 1 Regional geological sketch map of Chaobuleng area (modified after 1:200 000 Regional Geological Map)

$D_2t^1$ —1<sup>st</sup> Member of Middle Devonian Taerbagete Formation;  $D_2t^2$ —2<sup>nd</sup> Member of Middle Devonian Taerbagete Formation;  $J_3c$ —Upper Jurassic Chagannoer Formation;  $J_3b$ —Upper Jurassic Bulagenhada Formation;  $N_2$ —Neogene; Q—Quaternary; 1—Aoyutaolegai large-scale porphyry-type copper-gold-molybdenum deposit; 2—Chagansubujia large-scale porphyry-type copper-molybdenum deposit; 3—Wurinitu middle-scale tungsten-molybdenum deposit; 4—Wulandele middle-scale porphyry-type molybdenum deposit; 5—Zhunsujihua middle-scale molybdenum deposit; 6—Aoyoute volcanics-type copper deposit; 7—Hegenshan magma-type chromium deposit; 8—Xiaobaliang hydrothermal type gold deposit; 9—Shamai hydrothermal type tungsten deposit; 10—Jilinbaolige hydrothermal type silver deposit; 11—Chaobuleng skarn-type iron-polymetallic deposit; 12—Handagailinchang middle-large scale skarn-type iron deposit; 13—Lizishan skarn-type iron deposit; 14—Zhongdaoshan skarn-type iron deposit; 15—Erlian-Hegenshan ophiolite zone

伴生锌、铜、铋、铅、钨、锡、金、银、镓、铟、镉、硫和砷的多元素矿床,其中,铁、铋、银、锡和铟的储量均已达到中型规模,其余则为小型。

朝不楞矿床是二连-东乌旗成矿带内一个铁多

金属的典型矿床,自1976年在1:20万区域调查过程中被发现以来,有诸多生产与科研单位对其成矿作用、成矿时代等进行过详细研究<sup>②</sup>(邵和明等,2002;聂凤军等,2007)。但是,对与成矿密切相关的

① 内蒙古区测队. 1978. 额仁高壁幅1:20万区域调查报告. 内部资料.

② 内蒙古109地质队. 1982. 朝下楞矿区铁多金属大详查报告. 内部资料.

黑云母花岗岩的成岩年龄却未做过精确的同位素测年,内蒙古区测队仅依据野外接触关系和区域对比,将该岩体归为  $\gamma_5^{(2)}$ 。笔者对该黑云母花岗岩进行了锆石 SHRIMP 年龄测定,为该地区的构造-岩浆演化及成矿规律研究提供了依据。

## 1 地质概况

朝不楞铁多金属矿床位于西伯利亚板块东南缘,二连-东乌旗早海西期构造-岩浆岩带的东北端,属东乌珠穆沁旗复背斜东段的北缘(内蒙古自治区地质矿产局,1991;李述靖等,1998;聂凤军等,2007),地处滨太平洋成矿域(叠加在古亚洲成矿域之上)大兴安岭成矿省东乌旗-嫩江晚古生代—中生代铁铜铅铝锌金银成矿带内(徐志刚等,2008)。该成矿带是中国地质调查局2007年提出的矿产勘查部署的重要成矿带之一。

朝不楞矿区内出露的地层主要有中-下泥盆统塔尔巴格特组、中-下侏罗统阿拉坦合力群、上侏罗统查干诺尔组和布拉根哈达组以及第三系和第四系(图1)。中-下泥盆统塔尔巴格特组不仅在朝不楞矿区及其外围分布最广、厚度最大,同时也是最重要的赋矿围岩,其主要岩石类型有凝灰岩、碳酸盐岩、板岩、变质粉砂岩、绢云母板岩、砂岩和变质砂砾岩等。中-下侏罗统阿拉坦合力群主要分布在矿区的西南部,主要由粉砂岩、砂岩、砂砾岩夹煤线构成;上侏罗统查干诺尔组和布拉根哈达组主要分布在矿区的东北部和东南部,主要岩性为流纹岩、流纹质角砾凝灰岩、晶屑岩屑凝灰岩、流纹斑岩和石英斑岩以及少量安山岩和玄武岩。第三系和第四系主要是粘土、砾石、残坡积物和风成砂。

在朝不楞矿区及外围,海西期辉长岩、石英闪长岩及燕山期黑云母花岗岩分布广泛,其中燕山期黑云母花岗岩与铁多金属矿体在时空分布上关系密切。黑云母花岗岩呈岩株状侵入位于中-下泥盆统塔尔巴格特组碳酸盐岩和粉砂岩中,局部地段形成宽窄不等的含矿砂卡岩带,岩体长25 km,宽2~10 km,出露面积为90 km<sup>2</sup>,其主体为中粗粒,在与围岩接触处,发育具细粒结构的边缘相,中粗粒与细粒黑云母花岗岩为渐变过渡关系。

中粗粒黑云母花岗岩为中粗粒花岗结构,块状构造,主要由条纹长石、石英、斜长石及少量黑云母组成,含微量锆石和磷灰石。条纹长石粒径为3~5

mm,含量为50%,呈宽板状,具卡氏双晶和钠长石分解条纹,轻度泥化,内部有细粒斜长石包体。斜长石粒径为2~3 mm,半自形板状,含量15%,轻微绢云母化。石英粒径一般为4~6 mm,少数为8 mm,他形粒状,含量30%。黑云母大小为0.5 mm,棕色,细片状,含量5%。

细粒黑云母花岗岩呈灰白、灰褐及黄褐色,细粒花岗结构,块状构造,由石英、钾长石、斜长石及少量黑云母、榍石、磁铁矿、萤石等组成。一般粒径小于2 mm。石英呈他形,边缘有溶蚀现象,部分与钾长石连生,含量50%。钾长石呈他形-半自形板状,含量30%,个别可见卡氏双晶,当被绢云母强烈交代时,仅保留少量残晶。斜长石含量10%,表面具弱绢云母化。黑云母呈片状、鳞片状,颗粒细小,含量在10%左右。多见磁铁矿化、砂卡岩化、钠长石化、萤石化等。

## 2 SHRIMP 定年

样品 CBL19 采自朝不楞矿区2号竖井附近的中粗粒黑云母花岗岩。样品中的锆石多呈短柱状。阴极发光图像显示,其大部分锆石都发育有明显的生长韵律环带,是典型的岩浆结晶锆石(图2)。锆石 SHRIMP U-Pb 分析在北京离子探针中心的 SHRIMP II 上完成。在测试过程中,对锆石样品及置于同一样品靶上的澳大利亚地质调查局的标准锆石 TEM(417 Ma)进行了交替测定,每测定3个锆石样品,就测定一次标准锆石 TEM。每次分析记录是5次扫描的平均值。应用澳大利亚地质调查局标准锆石 TEM 进行元素间的分馏校正。Pb/U 校正公式采用  $Pb/U = A(UO/U)^2$ 。应用澳大利亚国立大学 PRAWN 程序进行数据处理(转引自石玉若等,2005)。测试结果见表1。

在15个测点(见图2)中,有14个点集中分布于一致曲线上或其附近(图3),其<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 表面年龄加权平均值为(136.9±1.5) Ma。第15个测点给出的年龄较小,可能反映了后期叠加热事件的影响。

本次 SHRIMP 测定表明,朝不楞矿区内与成矿关系密切的黑云母花岗岩的就位年龄为(136.9±1.5) Ma,即成岩时代为早白垩世。聂凤军等(2007)从该矿区获得的辉钼矿的 Re-Os 等时线年龄为(140.7±1.8) Ma,推测朝不楞矿床的形成时间为早白垩世,是燕山期构造-岩浆活动的产物。这2个

表1 朝不楞矿区黑云母花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 分析结果

Table 1 SHRIMP U-Pb analytical data of zircons in granite from the Chaobuleng ore district

点号	$^{206}\text{Pb}_c/\%$	U/ $10^{-6}$	Th/ $10^{-6}$	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*/10^{-6}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄/Mya	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄/Mya	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄/Mya	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$	
									比值	误差/%	比值	误差/%	比值	误差/%
CEL19-1.1	1.39	147	108	0.76	2.71	134.8±3.1	135.7±3.0	135.5±3.5	0.126	±11	0.02114	±2.3	0.0472	±4.6
CEL19-2.1	0.07	3170	1110	0.36	59.0	138.0±2.6	137.9±2.6	137.9±2.7	0.1462	±2.1	0.02163	±1.9	0.04881	±0.88
CEL19-3.1	0.32	182	178	1.01	3.43	139.7±3.0	139.9±3.0	139.3±3.7	0.1432	±5.6	0.02190	±2.2	0.0448	±4.1
CEL19-4.1	0.58	272	200	0.76	5.00	135.9±2.8	136.1±2.8	136.3±3.2	0.1395	±5.1	0.02131	±2.1	0.0496	±3.1
CEL19-5.1	0.07	1468	533	0.38	28.1	142.1±2.7	142.2±2.7	141.9±2.9	0.1487	±2.3	0.02229	±1.9	0.04717	±1.4
CEL19-6.1	0.75	195	143	0.76	3.61	136.7±2.9	137.1±2.9	137.6±3.3	0.138	±7.3	0.02143	±2.2	0.0516	±4.1
CEL19-7.1	0.16	921	434	0.49	17.0	136.6±2.6	136.7±2.6	136.8±2.8	0.1422	±2.7	0.02141	±1.9	0.04962	±1.6
CEL19-8.1	0.79	260	164	0.65	4.82	136.7±2.9	137.0±2.9	137.2±3.3	0.1399	±6.5	0.02144	±2.2	0.0498	±3.2
CEL19-9.1	0.21	357	368	1.07	6.48	134.5±2.7	134.5±2.7	135.1±3.3	0.1421	±4.1	0.02109	±2.0	0.0525	±2.5
db19-10.1	0.54	483	269	0.57	8.81	134.7±2.9	134.5±3.0	134.3±3.3	0.144	±10	0.02111	±2.2	0.0469	±8.6
db19-11.1	0.16	2505	892	0.37	46.7	138.2±2.6	138.3±2.6	138.6±2.8	0.1439	±2.3	0.02166	±1.9	0.05085	±0.96
db19-12.1	0.09	1721	482	0.29	31.8	137.1±2.6	137.2±2.6	137.1±2.7	0.1426	±2.5	0.02150	±1.9	0.04827	±1.4
CEL19-13.1	0.08	2302	789	0.35	42.0	135.5±2.6	135.3±2.6	136.1±2.7	0.1446	±2.2	0.02123	±1.9	0.05332	±0.97
CEL19-14.1	1.31	209	94	0.47	3.87	135.4±2.9	136.2±2.9	136.7±3.1	0.130	±9.3	0.02123	±2.2	0.0521	±3.4
CEL19-15.1	0.65	279	293	1.08	4.76	126.0±2.6	126.3±2.6	127.4±3.2	0.1265	±5.0	0.01974	±2.1	0.0555	±2.9

注： $^{206}\text{Pb}_c$ 指普通铅中的 $^{206}\text{Pb}$ 占全铅 $^{206}\text{Pb}$ 的百分比；表中所有误差为 $1\sigma$ ，加权平均年龄的误差为 $2\sigma$ 。测试单位：北京离子探针中心。

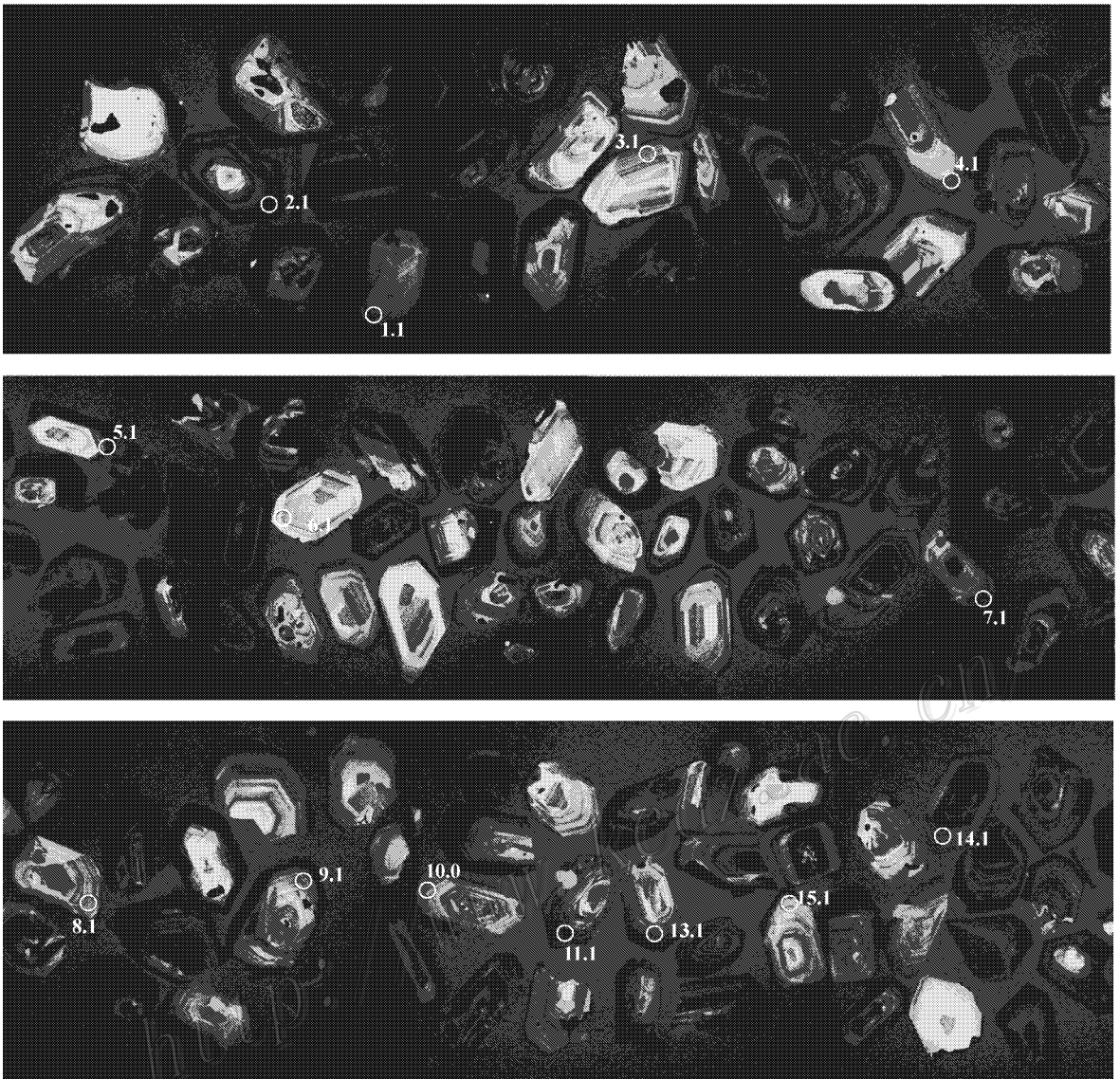


图 2 朝不楞区内锆石的测点图

Fig. 2 Images of SHRIMP spots of zircons from the Chaobuleng ore district

年龄值在误差范围内基本一致,因此可以判断,该矿区的成岩作用与成矿作用是同时发生的。

### 3 讨论

二连-东乌旗成矿带属古亚洲成矿域,其东部被滨太平洋成矿域叠加。近几年,在该区带及蒙古国的相连成矿带内,矿产勘查有较大的突破。蒙古国的奥玉陶勒盖大型斑岩型铜金钼矿床、察干苏布加大型铜钼矿床等,以及中国阿尔山地区罕达盖林场中型矽卡岩型铁铜矿床、苏左旗乌兰德勒大型斑岩型钼矿床、准苏吉花中型钼矿床、乌日尼图中型钨钼

矿床等的相继发现,显示出该区带具有较大的找矿潜力。

近年来对二连-东乌旗成矿带内矿床成矿年龄的研究表明,虽然其中有一部分矿床属海西期成矿,如贺根山铬铁矿床和小坝梁铜金矿床,但更多的矿床是形成于燕山期。乌兰德勒斑岩型钼矿床位于二连浩特东北部,其  $\text{Re-Os}$  年龄为  $(134.1 \pm 3.3) \text{ Ma}$  (陶继雄等, 2009)。大兴安岭西坡朝不楞矽卡岩型铁多金属矿床的辉钼矿  $\text{Re-Os}$  年龄为  $(140.7 \pm 1.8) \text{ Ma}$  (聂凤军等, 2007); 本次研究所获得的与成矿关系密切的黑云母花岗岩的锆石 SHRIMP 年龄为  $(136.9 \pm 1.5) \text{ Ma}$ 。此外,该成矿带内的沙麦热液型

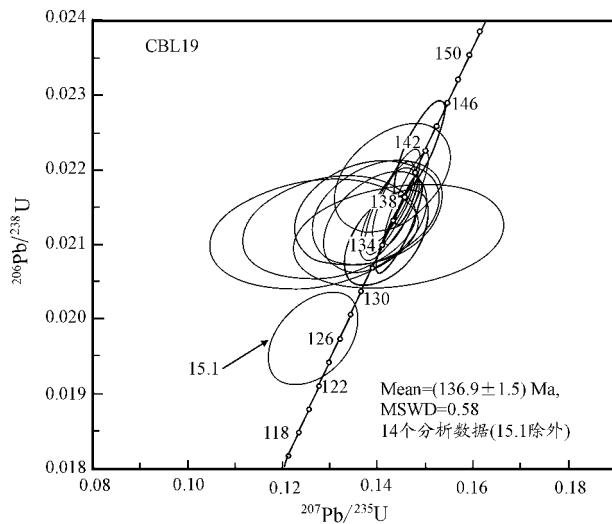


图3 朝不楞矿区黑云母花岗岩的SHRIMP锆石U-Pb一致曲线图

Fig. 3 Concordia plot of SHRIMP U-Pb data of zircons in granite from the Chaobuleng ore district

钨矿床、奥尤特火山热液型铜矿床、吉林宝力格热液型银矿床等,也均为燕山期成矿,显示出二连-东乌旗地区以燕山期为主要成矿期的特点。

## 4 结论

(1)首次在该地区获得朝不楞黑云母花岗岩的精确锆石SHRIMP年龄为 $(136.9 \pm 1.5)$  Ma,为该地区构造-岩浆事件的厘定及成矿规律研究提供了可靠的同位素年龄资料。

(2)朝不楞黑云母花岗岩与朝不楞矽卡岩型铁多金属矿床关系密切,考虑到测试的误差范围,该花岗岩的成岩年龄可达 $138.4$  Ma [ $(136.9 \pm 1.5)$  Ma],朝不楞铁矿床的成矿年龄可达 $138.9$  Ma [其辉钼矿Re-Os年龄为 $(140.7 \pm 1.8)$  Ma],成岩年龄与成矿年龄基本上是一致的。

(3)通过对二连-东乌旗地区不同类型(矽卡岩型、斑岩型、火山热液型等)不同矿种(铁、钼、铜、钨等)矿床成矿年龄的分析,认为该地区的成矿时代以燕山期为主,是寻找与中生代构造-岩浆活动有关的钼、钨、铜、铁多金属矿床的有利地区。

志谢 野外工作得到陈毓川院士,中国地质科学院矿产资源研究所毛景文研究员、徐珏研究员、叶会寿研究员,内蒙古地质矿产勘查局原总工程师邵和明的指导,一并表示感谢!

## References

- Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources. 1991. Regional geological summary of Inner Mongolia [M]. Huhhot: Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources. 573-594 (in Chinese).
- Li S J, Zhang W J, Geng M S and Gao D Z. 1998. Geological features of Mongolia arc structure and its formation and evolution [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 104-120 (in Chinese).
- Ni F J, Zhang W Y, Du D A, Jing S H and Liu Y. 2007. Re-Os isotopic age dating of molybdenite separates from the Chaobuleng skarn iron-polymetallic deposit, Dong Ujimqin Banner, Inner Mongolia [J]. Acta Geoscientica Sinica, 28(4): 315-323 (in Chinese with English abstract).
- Tao J X, Wang T, Chen Z H, Luo Z Z, Xu L Q, Hao X Y and Cui L W. 2009. The Re-Os isotopic dating of molybdenite from the Wulandele molybdenum-copper-polymetallic deposit in Sonid Zuoqi of Inner Mongolia and its geological significance [J]. Rock and Mineral Analysis, 28(3): 249-253 (in Chinese with English abstract).
- Shao H M and Zhang L Q. 2002. Mainly minerogenetic units and metallogenic series in Inner Mongolia [M]. Huhhot: Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources. 50-113 (in Chinese).
- Shi Y R, Liu D Y, Zhang Q, Jian P, Zhang F Q, Miao L C, Shi G H, Zhang L Q and Tao H. 2005. The petrogenesis and SHRIMP dating of the Baiyinbaolidao adakitic rocks in Southern Suzuoqi, Inner Mongolia [J]. Acta Petrologica Sinica, 21(1): 143-151 (in Chinese with English abstract).
- Xu Z G, Chen Y C, Wang D H, Chen Z H and Li H M. 2008. The scheme of the classification of the minerogenetic units in China [M]. Beijing: Geol. Pub. House. 45-110 (in Chinese).

## 附中文参考文献

- 内蒙古自治区地质矿产局. 1991. 内蒙古自治区区域地质志 [M]. 呼和浩特: 内蒙古地质矿产局. 573-594.
- 李述靖, 张维杰, 耿明山, 高德臻. 1998. 蒙古弧形地质构造特征及形成演化概论 [M]. 北京: 地质出版社. 104-120.
- 聂凤军, 张万益, 杜道安, 江思宏, 刘妍. 2007. 内蒙古朝不楞矽卡岩型铁多金属矿床辉钼矿铼-钨同位素年龄及地质意义 [J]. 地球学报, 28(4): 315-323.
- 陶继雄, 王弢, 陈郑辉, 罗忠泽, 许立权, 郝先义, 崔来旺. 2009. 内蒙古苏尼特左旗乌兰德勒钼铜多金属矿床辉钼矿铼-钨同位素定年及其地质特征 [J]. 岩石测试, 28(3): 249-253.
- 邵和明, 张履桥. 2002. 内蒙古自治区主要成矿区带和成矿系列 [M]. 呼和浩特: 内蒙古地质勘查局. 50-113.
- 石玉若, 刘敦一, 张旗, 简平, 张福勤, 苗东成, 施光海, 张履桥, 陶华. 2005. 内蒙古苏左旗白音宝力道 Adakite 质岩类成因探讨及其 SHRIMP 年代学研究 [J]. 岩石学报, 21(1): 143-150.
- 徐志刚, 陈毓川, 王登红, 陈郑辉, 李厚民. 2008. 中国成矿区带划分方案 [M]. 北京: 地质出版社. 45-110.