

李月明, Baatar Munkhtsengel, 苗来成, 等. 南蒙古哈拉莫里特锡钨矿成矿时代确定及其与北山地区成矿时代对比的意义[J]. 中国地质, 2014, 41(4): 1080-1091

Li Yueming, Baatar Munkhtsenge, Miao Laicheng, et al. Metallogenic age of the Khar Morit W-Sn deposit in Gebi Tianshan of Mongolia and geological significance of its comparison with ore-forming age of Beishan area in China[J]. Geology in China, 2014, 41(3): 1080-1091(in Chinese with English abstract).

南蒙古哈拉莫里特锡钨矿成矿时代确定及其与北山地区成矿时代对比的意义

李月明¹ Baatar Munkhtsengel² 苗来成¹ Anaad Chimedtseren² 朱明帅¹ 杨顺虎¹

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. School of Geology and Petroleum Engineering, Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar 210646, Mongolia)

摘要: 对南蒙古戈壁天山地区哈拉莫里特锡钨矿强烈云英岩化花岗岩的锆石 SHRIMP U-Pb 定年分析, 得到其侵位年龄为(214±3) Ma, 表明该锡钨矿形成于早中生代三叠纪。结合已有资料的综合分析, 提出中国北山地区存在2期钨锡成矿事件, 即晚古生代泥盆纪和早中生代三叠纪。蒙古戈壁天山地区哈拉莫里特锡钨矿成矿时间与北山地区第二期钨锡成矿事件发生的时间相一致。根据构造演化与成矿作用时、空演化的耦合关系, 提出中国北山与蒙古戈壁天山地区发育的2期钨锡成矿作用均形成于碰撞-碰撞后的构造背景, 其中前者与敦煌地块和北山地块在早古生代末的碰撞事件有关, 而后者则可能与古亚洲洋的最后闭合的造山作用有关。

关键词: 哈拉莫里特锡钨矿床; 成矿时代; 碰撞-碰撞后构造背景; 蒙古戈壁天山; 中国北山

中图分类号: P618.44; P618.67; P597.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2014)04-1080-12

蒙古戈壁天山与中国北山地区(新疆、甘肃和内蒙古交界地区)相邻。前者是蒙古国最重要的一条斑岩型铜金铂钨锡多金属成矿带, 其中产有著名世界级欧玉陶勒盖斑岩型铜金矿床^[1]。同样, 后者是中国北方一条重要的金、铁、铜、铂、镍、钨、锡和多金属成矿区^[2-7]。国内学者对这2个地区的斑岩型铜(金)矿床关注度较大, 已有的相关报导也较多^[8-9], 但对钨锡矿关注度则明显较小, 特别是对蒙古戈壁天山地区的钨锡矿, 目前尚未有公开的资料报道。此外, 这2个地区的钨锡矿虽然发现均比较早, 但在找矿勘探上长期没有大的突破。近年来, 随着找矿勘探及研究工作的不断深入, 越来越多的钨锡矿床

(点)在北山地区被发现(如玉山、国庆、盘陀山等), 这至少表明北山地区具有较大的钨锡矿成矿和找矿潜力。目前, 南蒙古戈壁天山地区的钨锡矿发现的数量不多, 仅哈拉莫里特1处。这可能与该地区工作程度低、露头较差和位置靠近中蒙边界(勘探及考察研究的许可难求)等因素有关。另一方面, 从区域地质情况看, 蒙古戈壁天山与中国北山地区应属于同一构造-成矿区(带), 因此南蒙古地区也应具有较好的钨锡矿找矿潜力。本文在对南蒙古戈壁天山地区哈拉莫里特锡钨矿床地质特征的介绍基础上, 对其进行了锆石 SHRIMP U-Pb 定年研究, 最后通过对对比两地区钨锡矿成矿时代的异同, 并结合区域

收稿日期: 2014-06-04; 改回日期: 2014-07-04

基金项目: 中国地质调查局项目(1212011120332、1212010561510、1212011120330)和科技部科技基础性工作专项(2012FY120100)联合资助。

作者简介: 李月明, 男, 1990年生, 硕士生, 主要从事矿床学研究; E-mail: liyueming@mail.iggcas.ac.cn。

通讯作者: 苗来成, 男, 1966年生, 副研究员, 博士, 主要从事矿床大地构造研究; E-mail: miaolc@mail.iggcas.ac.cn。

地质资料探讨矿床形成的构造背景,以期对认识和理中蒙边境线两侧的钨锡矿成矿规律及区域找矿勘探工作有所裨益。

1 区域地质背景

南蒙古戈壁天山与中国北山地区处于中亚造山区,塔里木—华北板块、哈萨克斯坦及西伯利亚板块之间^[3, 10]。其北以戈壁天山断裂为界与阿尔泰华力期造山带相邻,南界为华北—敦煌地块北缘断裂(图1)。区域内构造线按展布方向明显可分为2组,一组总体呈近EW向展布,另一组为NE向。前者明显被后者切割。从构造变形型式上,近EW向以韧性或韧脆性变形为主,常表现为规模宏大的韧性剪切带,而后者则以脆性变形为主。

区域内出露的最老岩石为前震旦纪变质岩,被认为是区内微陆块(如敦煌、星星峡—明水—旱山或

北山地块和南蒙古地块)的变质基底^[10]。古生代地层从寒武系到二叠系均有发育。寒武系主要发育于中国北山地区敦煌地块北缘及明水—旱山—南蒙古地块两侧,为一套被动大陆边缘沉积建造。奥陶—志留系在北山地区较为发育,为一套海相火山岩与沉积岩组合。泥盆系在区域上分布最为广泛,但在南部与北部岩性变化较大。在北山南部(即明水—旱山地块以南),泥盆系属一套磨拉石性质的沉积;在北山北部和南蒙古戈壁天山地区则以岛弧火山岩建造为主。同样,石炭—二叠系在区域上建造类型也有分化,北山南部主要表现为一套裂谷建造,以发育双峰式火山岩为特征,北山北部与南蒙古地区则为裂谷建造与岛弧建造相间发育为特征。

区域上,中生界变化较大,其中三叠系主要发育于戈壁天山地区,为一套磨拉石性质沉积,在北山地区分布零星,表现为山间磨拉石沉积;侏罗系

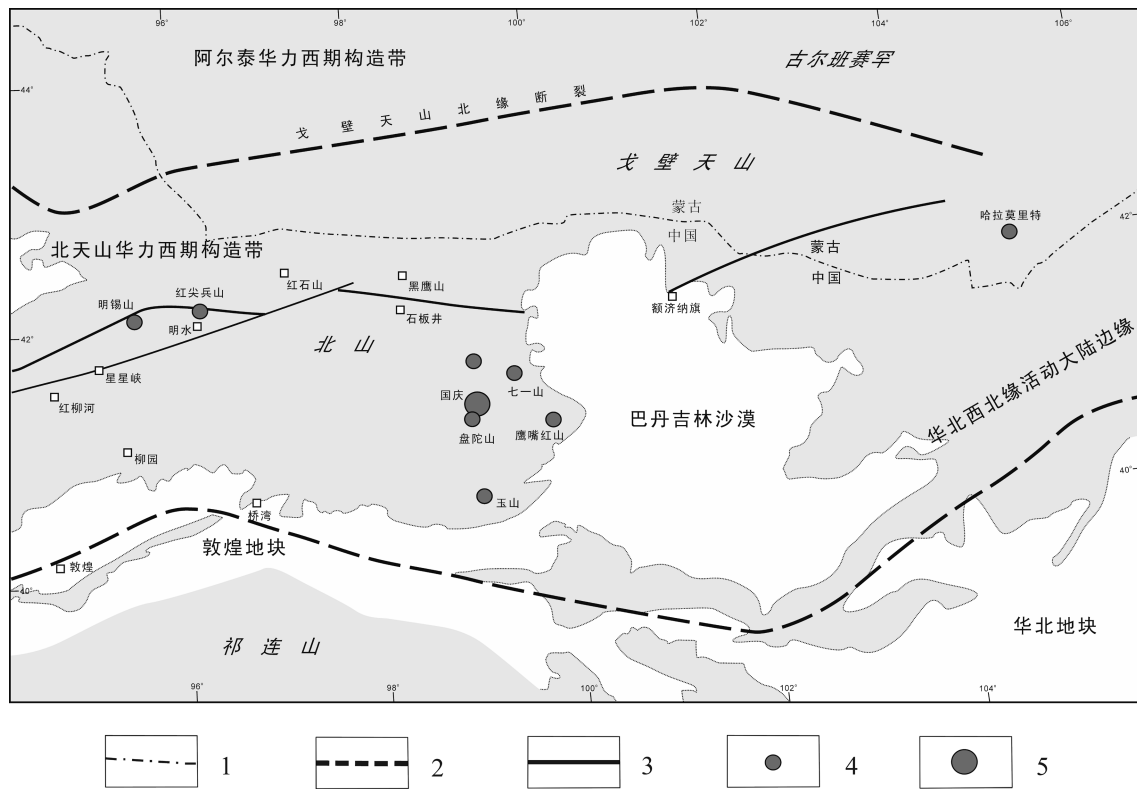


图1 蒙古戈壁天山—北山地区构造位置及钨锡矿床(点)分布图(底图据1:250万中亚及邻区地质图^[17])

1—国界线;2—断裂带;3—断层;4—中型矿床;5—大型矿床

Fig.1 Simplified map showing the distribution of W-Sn deposits (ore spots) and tectonic location of the Gobi Tianshan in Mongolia-Beishan area in China (base map after Geological Map of Central Asia and Adjacent Areas at the scale of 1:2500000 ^[17])

1-National boundaries;2-Fault zone;3-Fault;4-Medium-sized deposit;5-Large-sized deposit

为陆相碎屑沉积,是南蒙古地区重要的含煤层系之一;白垩系下部为大陆玄武岩,上部则为红层沉积。

蒙古戈壁天山—中国北山地区花岗岩非常发育,出露面积约占总面积的1/3。对这些花岗岩,长期以来一直认为有3个主要成岩期:早古生代晚期、晚古生代中期、晚古生代晚期。但近年来的研究表明,中生代侵入岩,特别是早中生代(印支期)花岗岩在区内同样十分广泛,并且与区内成矿作用关系密切^[2, 11, 12, 13]。

2 蒙古哈拉莫里特钨锡矿床地质特征

哈拉莫里特钨锡矿床位于蒙古南戈壁省,北距那木岗(Nomgon)镇110 km、达兰扎德嘎德市200 km,南距中蒙边境35 km;矿床中心位置坐标:42°01'N,104°54'E。该矿床发现于1964年,但迄今尚未开发。

哈拉莫里特地区出露的地层包括新元古界、石炭—二叠系和白垩系及第四系沉积。新元古界(蒙

古称之为文德(Vendian)期)为强烈变形的碳酸盐岩建造;石炭系为浅变质的碎屑岩建造;二叠系为一套富炭质的砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩沉积,片理化强烈,系哈拉莫里特钨锡矿容矿岩体的围岩;白垩系下部为砾岩、长石砂岩和粉砂岩建造,上部为玄武质熔岩及火山碎屑岩,不整合在较老地层之上。区域内构造线主体呈NE向,地层走向基本一致,但NW向及SN向断层也较为发育(图2)。

区域上侵入岩主要是泥盆—石炭纪与三叠—侏罗纪花岗岩类。泥盆—石炭纪花岗岩平面上呈长条状,长轴近NEE向,与区域构造线方向基本一致,岩性主要为花岗闪长岩—二长花岗岩—花岗岩,在其与上元古界碳酸盐岩的接触带发育矽卡岩型Fe—Pb—Zn矿床(如哈拉陶勒盖—Khar Tolgoi;图2)。三叠—侏罗纪花岗岩以富碱质花岗岩为主(局部可见晶洞构造),岩性主要为黑云钾长花岗岩。该期花岗岩平面形态多呈浑圆状或椭圆状,长轴以NE向为主(图2)。它们与区内钨锡及稀有元素矿化

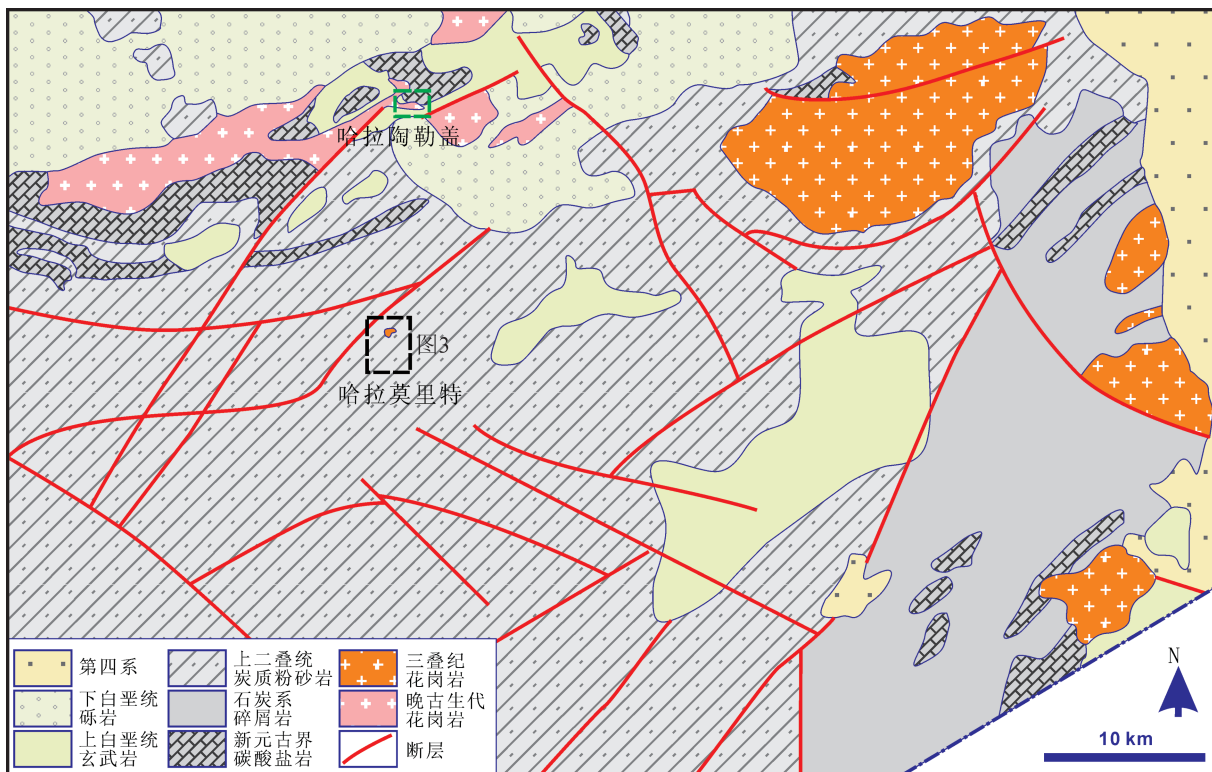


图2 蒙古国哈拉莫里特地区地质简图(底图据1:50万中东蒙古地质图^[14])

Fig.2 Simplified geological map of Khar Morit region in southern Mongolia (base map after Geological Map of Central and Eastern Mongolia at the scale of 1:500000^[14])

关系密切。

哈拉莫里特锡钨矿区出露地层全部为二叠系炭质砂岩、粉砂岩与页岩(图3, 图4-A), 地层走向NE—NNE东, 构造变形表现为紧闭—开阔褶皱, 褶皱轴向呈NE向。二叠纪地层普遍发生劈(片)理化, 可见劈理以高角度切割层理(图4-C), 并向SE方向倾斜。哈拉莫里特断层呈NE向展布于矿区北部。矿区内的侵入岩主要是哈扎乌拉(KhalzanUul)花岗斑岩及大量的基性岩脉。哈扎乌拉花岗斑岩以小

岩株式产出, 地表出露面积不足0.1 km²(图3), 基本已云英岩化(图4-E), 原始花岗结构已不复存在, 而表现为有大量石英和白云母组成的云英岩。岩体与围岩侵入关系明显(图4-B), 在岩体外接触带发育强烈的热接触变质, 形成角岩化带。基性脉岩总体呈NNE至SN向, 斜切片理与矿化脉带。此外, 尽管成矿岩体在地表露头表现为长轴近EW向, 但在遥感影像上, 自哈拉乌拉花岗岩出露点向SE方向存在一个明显的椭圆形的环形构造影像(图略), 其中

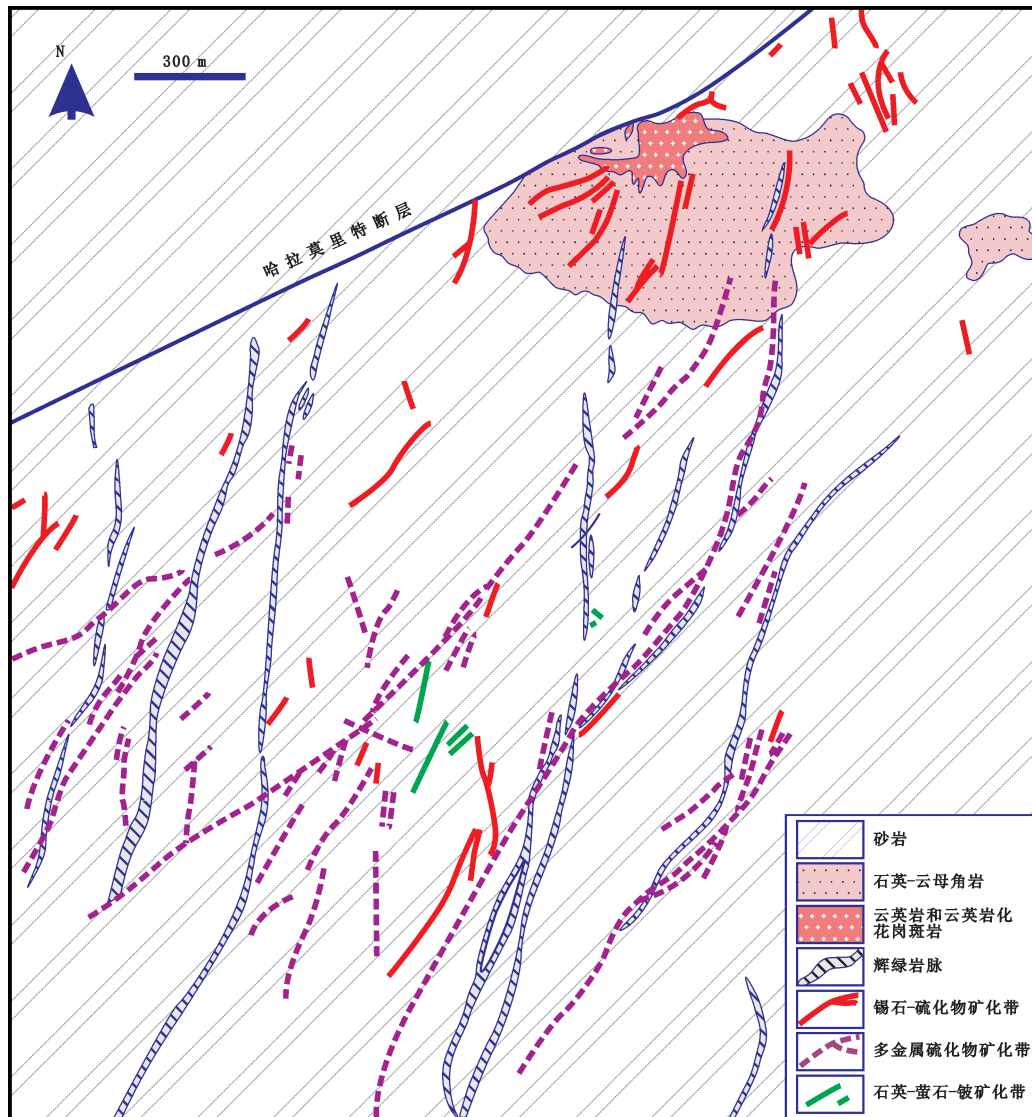


图3 哈拉莫里特钨锡矿床地质简图^①

Fig.3 Simplified geological map of the Khar Morit W-Sn ore deposit, southern Mongolia^①

①内蒙古自治区地质研究队. 蒙古人民共和国主要金属成矿带地质矿产研究, 1987: 1-430.



图4 蒙古戈壁天山哈拉莫里特锡钨矿床野外照片

A—矿床远景照片; B—强烈云英岩化花岗岩侵入二叠系炭质粉砂岩地层; C—花岗岩围岩二叠系含炭质粉砂岩层理与片理交切关系; D—花岗岩外接触带中侵入二叠系炭质粉砂岩的含矿石英脉; E—云英岩及其中的含锡钨石英脉; F—角岩化带中的锡钨矿脉(部分氧化)

Fig.4 Field photographs showing characteristics of the Khar Morit W-Sn ore deposit in Gobi Tianshan, Mongolia

A—Overview of the deposit; B—Permian carbonaceous siltstone strata intruded by strongly greisenized granite; C—Structural cleavage crosscutting the bedding of Permian carbon-bearing siltstone intruded by the granite; D—W-Sn-bearing quartz vein in Permian siltstone near the outer contact zone of the granite; E—Greisen with W-Sn-bearing quartz vein; F—W-Sn ore vein in the hornfelsized belt (partially oxidized)

的二叠纪地层明显暗化(角岩化), 这表明该岩体产状是向SE方向倾伏, 岩体在深部规模较大。这与矿区内地层中的含矿石英脉主要发育于岩体东南侧的地质事实相吻合(图3)。

哈拉莫里特锡钨矿体产状以脉状为主, 矿化主要有2种类型, 即石英-锡石-黑钨矿型和石英-硫化物型。前者主要发育在云英岩和角岩化带中, 后者

则主要分布于围岩中(图3)。石英-锡石-黑钨矿脉多为细-网脉状(图4-E、F), 最宽者可达10.5 cm, 脉明显切割云英岩(图4-D)。其主要矿物为黑钨矿((Mn, Fe)WO₄)和锡石(SnO₂), 其中黑钨矿含量可达15%, 局部锡石含量可达50%(图4-F), 锡石颗粒较大, 可达5 mm。另外, 云英岩与角岩带内局部有少量的石英-黄玉-铁锂云母硫化物细脉。石英-硫化

物脉宽度较大,产状与围岩片理大体一致,个别斜切片理。近脉围岩多发生退色化(绢云母化和高岭土化)和绿泥石化,主要矿物有黄铁矿、辉铋矿、闪锌矿、黄铜矿等。另外,在围岩中还发育有少量的石英-萤石脉,矿物组成有石英、萤石、含铍矿物、黄玉及方解石等。

矿床围岩蚀变以云英岩化和角岩化最为强烈,另外在围岩中还发育硅化、绢云母化和高岭土化及绿泥石化、碳酸盐化等。从矿脉切割关系可将成矿作用划分为3个成矿阶段:早阶段为云英岩化阶段,中阶段为石英-锡石-黑钨矿化阶段,晚期为石英-硫化物阶段。矿床氧化带较厚,一般4~5 m。在矿区南部和西南部沟谷中,已发现有锡石砂矿。

锡钨矿化与哈扎乌拉花岗岩体密切的空间关系,其强烈的云英岩化表明矿床是花岗岩浆高温热液矿床。

3 哈拉莫里特钨锡矿成岩成矿年龄

目前尚未见有关哈拉莫里特钨锡矿成岩成矿时代的报道,因此我们对其中的云英岩进行了锆石离子探针定年研究。离子探针分析在北京离子探针中心 SHRIMP II 上完成,具体的分析方法与流程详见文献[15-16],分析结果如表1。

哈拉莫里特云英岩(样品 2011MS-191)中的锆石多为柱状晶体,晶形较好,大小多为(100~200) $\mu\text{m} \times (50\sim 100) \mu\text{m}$,多发育完好的岩浆生长振荡环带,部分锆石具有暗化边,而少部分锆石呈浑圆状(图5)。对该样品中的16颗锆石的分析得到较为复杂的年龄谱,总体可以分为3组:第1组包括4个分析点,给出的年龄范围300~445 Ma;第2组包括7个分析点,给出年龄范围为206~221 Ma,加权平均值(214 \pm 3) Ma(MSWD = 1.5);第3组包括5个分析点,给出年龄范围为145~190 Ma(图6)。结合锆石阴极发光图像特征,我们将第2组分析的加权平均年龄(214 \pm 3) Ma解释为花岗岩(云英岩原岩)的侵位年龄,因为这些锆石均具有较好的岩浆环带,且不发育暗化边。第1组年龄为从浑圆状锆石(核)上得到,因此解释为花岗岩中的捕获/继承锆石年龄。第3组年龄从发育暗化边的锆石或本身为弱发光的锆石上得到,其年龄被解释为不同程度铅丢失的结果,不具地质意义。因为这些锆石的Th、U含量很

高,且普通铅也相对较高(表1),推测很可能是高Th、U含量导致锆石发生放射性损伤而致使放射性铅丢失或受岩浆期后热液作用影响而发生退晶质化,从而导致年龄年轻化。这一结果表明,哈拉莫里特钨锡矿成矿花岗岩侵位时间为印支晚期,亦即成矿时代发生在印支晚期。

4 讨论

4.1 蒙古戈壁天山与北山钨锡矿形成时代

众所周知,钨锡矿化与花岗岩具有密切的时空和成因关系,因此成矿花岗岩的侵位年龄大体可以代表相关钨锡矿的成矿年龄。表2列出了中国北山地区钨锡矿床的基本地质特征及可收集到的有关成岩成矿的同位素年龄数据。从表2可以看出,北山地区得到的成岩成矿资料较为复杂,得出的年龄数据跨度较大,但大体可归为2个时期:晚古生代早期泥盆纪和早中生代三叠纪。

北山地区晚古生代泥盆纪形成的钨锡矿床主要有东七一山^[17]、鹰嘴红山^[18]、国庆^[19]和盘驼山^[18]等。东七一山是以稀有-稀土元素与钨锡共生的大型矿床,与成矿有关的东七一山花岗岩是一个复式杂岩体,主要由黑云母二长花岗岩、二云母二长花岗岩、碱长花岗岩、闪长岩组成^[20]。目前,在对东七一山钨锡矿床成矿时代的认识上是存有争议的。最早,周墨清等(1981)得到东七一山钨锡矿床中弱钠长石化似斑状黑云母花岗岩的K-Ar年龄157 Ma,认识成岩成矿发生在燕山期侏罗纪^[21]。后来,依据穆治国等(1992)所得岩体的全岩Rb-Sr等时线年龄(649 \pm 56) Ma和聂凤军等(2002)得到萤石Sm-Nd等时线年龄(511 \pm 5) Ma,认为成岩和成矿时代为早古生代早期^[3,22]。吕博等(2011)根据获得的Rb-Sr等时线年龄(128 \pm 1) Ma,认为代表成岩成矿年龄,即燕山晚期^[23]。最近,杨岳清等(2013)得到东七一山花岗岩体不同岩性的3个SHRIMP锆石U-Pb年龄(355 \pm 4) Ma、(355 \pm 5) Ma和(359 \pm 45) Ma,认为成岩成矿时代为泥盆纪^[17]。考虑到各类分析方法的优缺点,我们认为锆石SHRIMP年龄代表东七一山岩体的侵位年龄,亦即钨锡矿化的年龄。此外,新发现的国庆钨矿成矿岩体的LA-ICPMS锆石U-Pb年龄为(439 \pm 8) Ma^[19]。如果这一年龄是正确的,那么该期钨锡成矿作用可能从晚志留世就已开始。

表 1 蒙古戈壁天山哈拉莫里特铊锡矿云英岩锆石 SHRIMP U-Pb 分析结果
 Table 1 SHRIMP U-Pb data of zircons from the greisen of the Khar Morit W-Sn ore deposit in Gobi Tianshan, Mongolia

样品编号	$f_{206}^{a)}/\%$	U / 10^{-6}	Th / 10^{-6}	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ b)		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ c)		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		误差相关 系数		
					年龄值 / Ma	误差($\pm 1\sigma$) / Ma	年龄值 / Ma	误差($\pm 1\sigma$) / Ma	比值	误差($\pm 1\sigma$) / %	比值	误差($\pm 1\sigma$) / %		比值	误差($\pm 1\sigma$) / %
SEM191-1.1	0.54	634	207	0.33	214	4	215	4	0.0464	3.8	0.216	4.2	0.0338	1.8	0.426
SEM191-2.1	1.00	2276	1342	0.59	142	2	152	3	0.0476	3.0	0.146	3.5	0.0222	1.8	0.504
SEM191-3.1	0.62	597	366	0.61	195	3	206	4	0.0517	4.2	0.219	4.6	0.0307	1.8	0.399
SEM191-4.1	0.40	3988	533	0.13	180	3	179	4	0.0485	1.4	0.189	2.4	0.0283	1.9	0.807
SEM191-5.1	1.12	377	153	0.41	215	4	220	4	0.0426	10.1	0.199	10.3	0.0339	1.9	0.185
SEM191-6.1	0.83	360	170	0.47	213	4	214	4	0.0432	6.3	0.200	6.6	0.0336	1.9	0.287
SEM191-7.1	1.26	1735	2643	1.52	152	3	190	6	0.0485	4.7	0.160	5.1	0.0239	1.8	0.350
SEM191-8.1	4.35	106	50	0.47	208	6	212	5	0.0319	39.4	0.144	39.5	0.0328	2.7	0.068
SEM191-9.1	1.34	390	86	0.22	310	6	313	6	0.0436	7.4	0.296	7.7	0.0493	2.0	0.261
SEM191-10.1	1.68	1439	1719	1.19	121	2	145	4	0.0425	6.3	0.111	6.5	0.0189	1.8	0.275
SEM191-11.1	1.03	621	302	0.49	215	4	221	4	0.0435	6.0	0.203	6.2	0.0339	1.8	0.292
SEM191-12.1	1.45	184	78	0.42	299	6	301	6	0.0433	5.5	0.283	5.9	0.0474	2.0	0.345
SEM191-13.1	0.93	212	105	0.50	359	7	359	7	0.0565	4.8	0.446	5.2	0.0572	1.9	0.372
SEM191-14.1	1.12	902	712	0.79	171	3	187	4	0.0500	5.6	0.186	5.9	0.0269	1.8	0.309
SEM191-15.1	2.58	286	114	0.40	208	4	211	4	0.0350	20.6	0.158	20.7	0.0328	2.1	0.104
SEM191-16.1	0.46	318	172	0.54	444	8	445	9	0.0527	4.7	0.518	5.0	0.0713	1.8	0.365

注: a) f_{206} 是普通铅 ^{206}Pb 占总 ^{206}Pb 的百分数; b) ^{204}Pb 方法校正的年龄; c) ^{208}Pb 方法校正的年龄。

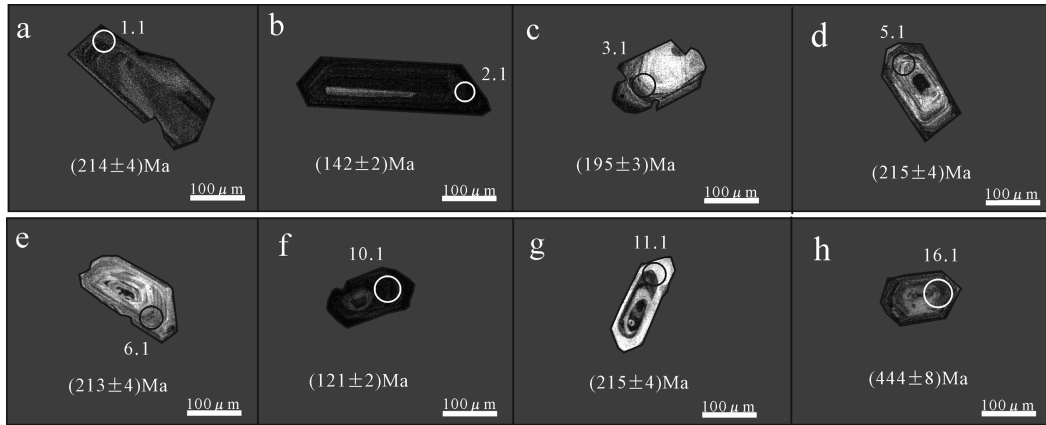


图5 蒙古哈拉莫里特钨锡矿云英岩中代表性锆石阴极发光(CL)图像

Fig.5 Representative cathodoluminescence (CL) images of dated zircons from the greisens in the Khar Morit W-Sn ore deposit, southern Mongolia

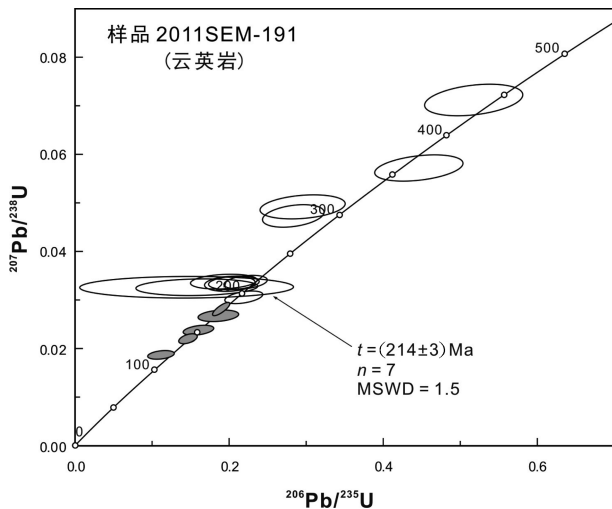


图6 哈拉莫里特钨锡矿床云英岩锆石 SHRIMP U-Pb 谐和图
Fig.6 Concordia plot for SHRIMP zircon U-Pb data of greisen in the Khar Morit W-Sn ore deposit

北山地区早中生代三叠纪钨锡矿床主要有红尖兵山^[24]、明锡山及玉山。这里值得特别说明的是玉山和明锡山钨矿床,玉山钨矿床产于花岗岩外接触带,钨矿体主要赋存于碎裂岩化大理岩、微晶灰岩和蚀变酸性火山岩中。据张新虎等(2008)对玉山钨矿周边花岗岩体(红山脊二长花岗岩)、赋矿火山-沉积地层中的流纹岩、钨矿化火山岩(矿石)的 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年结果,三者的年龄分别为(423±7) Ma、(285±5) Ma 和(250±9) Ma^[25]。这些年龄表明玉山钨矿形成年龄应等于或小于 250 Ma,因为

矿化火山岩中的锆石要么是成矿过程中形成的,要么是火山岩中残留锆石,而矿区附近年龄为 423 Ma 的红山脊二长花岗岩(本身并未矿化)则与钨矿化没有直接关系。因此我们暂将其归入早中生代三叠纪钨矿床。明锡山钨(锡)矿床位于红尖兵山钨矿西偏南约 30 km 处,二者处于同一构造带(图 1),但目前尚未有关该矿床成岩成矿年龄的报道。根据它们空间上紧邻且处于同一构造带的特征,我们推测这 2 个矿床应是同一时代岩浆作用的产物,即矿床形成于早中生代印支期。

前已述及,蒙古戈壁天山地区目前发现的钨锡矿仅哈拉莫里特 1 处。根据本文前述的定年结果,该矿床形成时代年龄为(214±3) Ma,与红尖兵山等钨矿床形成年龄(约 217 Ma)在误差范围内基本一致。这充分表明蒙古戈壁天山地区与北山地区均存在早中生代三叠纪期的钨锡成作用。至于蒙古戈壁天山地区是否像北山一样也存在晚古生代泥盆纪期的钨锡成矿作用,目前尚难以定论。

4.2 两期钨锡矿形成构造背景分析

中国北山与南蒙古的大地构造演化虽然在细节上可能十分复杂,但其总体的大地构造格局可以概括为“两块两带”相间的特征。这里的“两块”分别指敦煌(塔里木)—华北地块和星星峡—明水—早山地块(为便于叙述以下将前者简称为敦煌地块,后者称之为“北山地块”),其中北山地块也被认为属哈萨克斯板块的最东端^[3,10],而“两带”则分别指上述两地块之间的增生-碰撞带和北山地块北侧的造山

带。从时间演化角度看, 该区的大地构造具有自南而北变年轻的增生演化趋势。研究表明, 敦煌地块与北山地块之间的构造带属于奥陶纪—早志留世的建造带和晚志留世—早泥盆世的碰撞带^[26-28], 也就是说, 这两个地块拼合的碰撞造山作用发生于晚志留世至泥盆纪。这与该带发育泥盆系磨拉石建造的事实相一致^[5]。相反, 北山地块以北的俯冲—增生作用则至少持续到石炭纪, 其碰撞造山作用则发生于二叠纪—早三叠世^[29, 30]。前述北山—蒙古戈壁天山地区2期钨锡矿化作用与这2次碰撞事件发生的时间大体一致或矿化稍晚于碰撞造山作用。因此, 我们认为该地区的2期钨锡矿化均形成于碰撞—碰撞后构造背景。从空间分布来看, 区内已发现的泥盆纪钨锡矿床(点)主要分布于北山地块南侧, 与北山地块与敦煌地块之间的碰撞带空间上一致, 而且, 三叠纪的钨锡矿床(点)则在北山地块南北两侧均有产出。后者空间分布范围广泛的原因可能与二叠—三叠纪碰撞造山作用的规模更大有关。

另一方面, 本地区与钨锡矿化有关花岗岩的类型也支持它们形成于碰撞与碰撞后构造环境。本区与钨锡矿化有关花岗岩尽管岩性上可能存在一定差异, 但它们均具有高硅、高钾和富铝的地球化学特征, 属过铝质高钾钙碱性—碱性岩系列, 成因类型上多数均属于S型或A型花岗岩^[3, 17, 18, 23, 24, 31-33], 具有碰撞—碰撞后花岗岩的特征, 亦即说明该区钨锡矿形成于碰撞—碰撞后的构造环境。

5 结 论

蒙古戈壁天山哈拉莫里特锡钨矿成矿时代为早中生代三叠纪(约215 Ma), 与中国北山地区存在的第二期钨锡矿成矿事件一致。根据区域构造作用与钨锡矿作用的时空演化的耦合关系及与钨锡矿化有关花岗岩性质和类型, 我们认为蒙古戈壁天山与中国北山地区的两期钨锡成矿作用均形成于碰撞—碰撞后的构造环境。

致谢: 感谢蒙古科技大学为本研究对蒙古国外调查工作给予的后勤支持; 感谢审稿专家及责任编辑杨艳博士对论文提出的宝贵修改意见。

参考文献(References):

[1] 方俊钦, 聂凤军, 徐备, 等. 蒙古国欧玉陶勒盖斑岩型铜(金)矿田的找矿新进展[J]. 地质科技情报, 2013, 32(5): 188-194.

- Fang Junqin, Nie Fengjun, Xu Bei, et al. Prospecting progress of the Ouy Tolgoi porphyry copper-gold ore field in Mongolia[J]. Geological Science and Technology Information, 2013, 32(5): 188-194(in Chinese with English abstract).
- [2] 殷勇, 殷先明. 甘肃北山重要金属矿床类型及找矿预测[J]. 甘肃地质, 2008, 17(2): 9-18.
- Yin Yong, Yin Xianming. Main types of metal deposit and prospecting in Beishan area of Gansu Province[J]. Gansu Geology, 2008, 17(2): 9-18(in Chinese with English abstract).
- [3] 聂凤军, 江思宏, 刘妍, 等. 阿拉善东七一山大型萤石矿床萤石钷—铷同位素年龄及地质意义[J]. 矿床地质, 2002, 21(1): 10-15.
- Nie Fengjun, Jiang Sihong, Liu Yan, et al. Sm-Nd isotopic dating of fluorite separates from Dongqiyishan fluorite deposit, Alxa, Western Inner Mongolia[J]. Mineral Deposits, 2002, 21(1): 10-15 (in Chinese with English abstract).
- [4] 王成辉, 王登红, 黄凡, 等. 中国金矿集区及其资源潜力探讨[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1125-1142.
- Wang Chenghui, Wang Denghong, Huang Fan, et al. The major gold concentration areas in China and their resource potentials[J]. Geology in China, 2012, 39(5): 1125-1142(in Chinese with English abstract).
- [5] 左国朝, 李绍雄. 塔里木盆地东北缘早古生代构造格局及演化[J]. 中国地质, 2011, 38(4): 945-960.
- Zuo Guochao, Li Shaoxiong. Early Paleozoic tectonic framework and evolution in the northeast Margin of Tarim Basin[J]. Geology in China, 2011, 38(4): 945-960(in Chinese with English abstract).
- [6] Wang C M, Deng J, Carranza E J M, et al. Nature, diversity and temporal-spatial distributions of sediment-hosted Pb-Zn deposits in China[J]. Ore Geology Reviews, 2014, 56: 327-351.
- [7] Li T D, Daukeev S Z, Kim B C, et al. Atlas of Geological Maps of Central Asia and adjacent areas[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008.
- [8] 聂凤军, 江思宏, 张义, 等. 中蒙边境及邻区斑岩型铜矿床地质特征及成因[J]. 矿床地质, 2004, 23(2): 176-189.
- Nie Fengjun, Jiang Sihong, Zhang Yi, et al. Geological features and origin of porphyry copper deposits in China-Mongolia border region and its neighboring areas[J]. Mineral Deposits, 2004, 23(2): 176-189(in Chinese with English abstract).
- [9] 江思宏, 聂凤军, 苏永江, 等. 蒙古国额尔登特大型铜-钼矿床年代学与成因研究[J]. 地球学报, 2010, 31(3): 289-306.
- Jiang Sihong, Nie Fengjun, Su Yongjiang, et al. Geochronology and origin of the Erdenet superlarge Cu-Mo deposit in Mongolia[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31(3): 289-306(in Chinese with English abstract).
- [10] 左国朝, 张淑玲, 何国琦, 等. 北山地区早古生代板块构造特征[J]. 地质科学, 1990, 4: 305-315.
- Zuo Guochao, Zhang Shuling, He Guoqi, et al. Early Paleozoic plate tectonics in Beishan area[J]. Scientia Geologica Sinica, 1990, 4: 305-315(in Chinese with English abstract).

- [11] 李舫, 王涛, 童英. 中亚造山系中南段早中生代花岗岩类时空分布特征及构造环境[J]. 岩石矿物学杂志, 2010, 29(6): 642-662.
Li Shan, Wang Tao, Tong Yin. Spatial-temporal distribution and tectonic settings of Early Mesozoic granitoids in the middle-south segment of the Central Asia Orogenic System[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2010, 29(6): 642-662(in Chinese with English abstract).
- [12] 李舫. 北山造山带早中生代花岗岩的确定、成因和构造意义及其邻区早中生代花岗岩时空分布探讨[D]. 北京: 中国地质科学院硕士学位论文, 2009, 1-114.
Li Shan. Definition of Early Mesozoic Granitoids from Beishan Orogen, Origin and Their Tectonic Significance, and Spatio-Temporal Distribution of Early Mesozoic Granitoids in Central and South CAOB[D]. Beijing: Chinese Academy of Geological Science Master Degree Dissertation, 2009: 1-114(in Chinese with English abstract).
- [13] 殷先明. 甘肃省北山地区中生代构造花岗岩侵入及成矿作用[J]. 甘肃地质, 2008, 17(1): 1-6.
Yin Xianming. Mesozoic tectonics, granite and mineralization in Beishan area of Gansu Province[J]. Gansu Geology, 2008, 17(1): 1-6(in Chinese with English abstract).
- [14] Jamyandorj U, Tungalag F, Boishenko A F. Geological Map of the Central and Eastern Mongolia with a 1: 500000 Scale[M]. Mongolia: Institute of Geological Research Regional Geological Sector, Ministry of Heavy Industry, 1990.
- [15] Compston W, Williams I S. U-Pb geochronology of zircons from Lunar Breccia 73217 using a sensitive high Mass-resolution ion microprobe[J]. Journal of Geophysical Research, 1984, 89: 525-534.
- [16] Compston W, Williams I S, Kirschvink J L, et al. Zircon U-Pb ages for the early Cambrian time-scale[J]. Journal of Geological Society, 1992, 149: 171-184.
- [17] 杨岳清, 吕博, 孟贵祥, 等. 内蒙古东七—山花岗岩地球化学、锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及岩体形成环境探讨[J]. 地球学报, 2013, 34(2): 163-175.
Yang Yueqing, Lv Bo, Meng Guixiang, et al. Geochemistry, SHRIMP Zircon U-Pb dating and formation environment of Dongqiyishan granite, Inner Mongolia[J]. Acta Geoscientia Sinica, 2013, 34(2): 163-175(in Chinese with English abstract).
- [18] 杨合群, 赵国斌, 李文明, 等. 内蒙古盘陀山—鹰嘴红山含钨花岗岩带形成时代及源区示踪[J]. 地质与勘探, 2010, 46(3): 407-413.
Yang Hequn, Zhao Guobin, Li Wenming, et al. Formation age and source tracing of the tungsten-bearing granite belt in the Pantuoshan—Yingzuihongshan area, Inner Mongolia[J]. Geology and Exploration, 2010, 46(3): 407-413(in Chinese with English abstract).
- [19] 李鹏, 吕新彪, 陈超, 等. 国庆钨矿钾长花岗岩年代学、地球化学特征及其地质意义[J]. 矿物岩石学杂志, 2011, 30(1): 13-24.
Li Peng, Lv Xinbiao, Chen Chao, et al. Chronology and geochemical characteristics of K-feldspar granite in the Guoqing tungsten deposit and their geological implications[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2011, 30(1): 13-24(in Chinese with English abstract).
- [20] 王勇, 吕庆田, 孟贵祥, 等. 内蒙东七—山碱长花岗岩及其成矿作用[J]. 地质学报, 2009, 83(10): 1505-1514.
Wang Yong, Lv Qingtian, Meng Guixiang, et al. Alkali feldspar granite of Dongqiyishan, Inner Mongolia and its metallogenesis[J]. Acta Geologica Sinica, 2009, 83(10): 1505-1514(in Chinese with English abstract).
- [21] 周墨清, 常书朝. 内蒙东七—山花岗岩型铷矿床地质特征[J]. 西北地质, 1981, 1: 34-41.
Zhou Moqing, Chang Shuchao. The geological characteristics of granite-type Rubidium deposit in Dongqiyishan, Inner Mongolia[J]. Northwestern Geology, 1981, 1: 34-41(in Chinese).
- [22] 穆治国, 刘驰, 黄宝玲, 等. 甘肃北山地区同位素定年与构造岩浆热事件[J]. 北京大学学报, 1992, 28(4): 486-497.
Mu Zhiguo, Liu Chi, Huang Baoling, et al. The isotope age-dating and tectonics thermal events in the Beishan region, Gansu Province[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 1992, 28(4): 486-497(in Chinese with English abstract).
- [23] 吕博, 杨岳清, 孟贵祥, 等. 内蒙古东七—山碱长花岗岩的地球化学特征和成因[J]. 岩石矿物学杂志, 2011, 30(3): 543-552.
Lv Bo, Yang Yueqing, Meng Guixiang, et al. Geochemical characteristics and petrogenesis of Dongqiyishan alkali feldspar granite, Inner Mongolia[J]. Acta Petrologica Et Mineralogica, 2011, 30(3): 543-552(in Chinese with English abstract).
- [24] 江思宏, 聂凤军. 甘肃北山红尖兵山钨矿床的⁴⁰Ar-³⁹Ar 同位素年代学研究[J]. 矿床地质, 2006, 25(1): 89-94.
Jiang Sihong, Nie Fengjun. ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology of Hongjianbingshan tungsten deposit in Beishan Mountain, Gansu Province, China[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(1): 89-94(in Chinese with English abstract).
- [25] 张新虎, 苏犁, 崔学军, 等. 甘肃北山造山带玉山钨矿成矿时代及成矿机制[J]. 科学通报, 2008, 53(9): 1077-1048.
Zhang Xinhui, Su Li, Cui Xuejun, et al. Metallogenic mechanism and diagenetic metallogenic epoch of Yushan tungsten deposit in Beishan orogenic belt, Gansu Province[J]. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(9): 1077-1048(in Chinese).
- [26] Tian Zhonghua, Xiao Wenjiao, Windley B F, et al. Structure, age, and tectonic development of the Huoshishan-Niujuanzi ophiolitic mélange, Beishan, Southernmost Altai[J]. Gondwana Research, 2014, 25: 820-841.
- [27] 朱江. 北山造山带南带构造-岩浆建造与金多金属成矿[D]. 武汉: 中国地质大学博士学位论文, 2013: 1-198.
Zhu Jiang. Tectono-Magmatic Formation and Gold-Polymetallic Mineralization in South Beishan Area, NW China[D]. Wuhan:

- China University of Geosciences for the Doctor Degree, 2013: 1–198(in Chinese with English abstract).
- [28] Ao S J, Xiao W J, Han C M, et al. Cambrian to early Silurian ophiolite and accretionary processes in the Beishan collage, NW China: implications for the architecture of the Southern Altaids[J]. *Geological Magazine*, 2012, 149(4): 606–625.
- [29] 李瑞保. 东昆仑造山带(东段)晚古生代—早中生代造山作用研究[D]. 西安: 长安大学博士学位论文, 2012: 1–173.
- Li Ruibao. Research on the Late Paleozoic—Early Mesozoic Orogeny in East Kunlun Orogen[D]. Xi'an: Chang'an University for the Doctor Degree, 2012: 1–173(in Chinese with English abstract).
- [30] 李煜航, 杨兴科, 王庆良, 等. 新疆北山矛头山东早二叠世火山岩喷发活动时代厘定及地球化学特征分析[J]. *中国地质*, 2012, 39(3): 683–694.
- Li Yuhang, Yang Xingke, Wang Qingliang, et al. Redetermination of the volcanic eruption time and analysis of geochemical characteristics of volcanic rocks in eastern Maotoushan of Beishan area, Xinjiang[J]. *Geology in China*, 2012, 39(3): 683–694(in Chinese with English abstract).
- [31] 赵国斌, 李文明, 杨合群, 等. 内蒙盘陀山含钨花岗岩体地球化学特征及成因讨论[J]. *地质与勘探*, 2011, 47(5): 828–836.
- Zhao Guobin, Li Wenming, Yang Hequn, et al. Geological and geochemical characteristics of the Pantuoshan tungsten-bearing granite Mass in Inner Mongolia and its genesis[J]. *Geology and Exploration*, 2011, 47(5): 828–836(in Chinese with English abstract).
- [32] 屈翠侠, 杨兴科, 何虎军, 等. 新疆北山盐滩一带侵入岩地球化学特征、时代及地质意义[J]. *中国地质*, 2013, 40(5): 1409–1420.
- Qu Cuixia, Yang Xingke, He Hujun, et al. Geochemical features and ages of the intrusive rocks from Yantan belt in Beishan area of Xinjiang and their geological implications[J]. *Geology in China*, 2013, 40(5): 1409–1420(in Chinese with English abstract).
- [33] Su B X, Qin K Z, Sakyi, P A, et al. Geochemistry and geochronology of acidic rocks in the Beishan region, NW China: Petrogenesis and tectonic implications[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2011, 41(1): 31–43.

Metallogenic age of the Khar Morit W–Sn deposit in Gebi Tianshan of Mongolia and geological significance of its comparison with ore-forming age of Beishan area in China

LI Yue-ming¹, Baatar Munkhtsenge², MIAO Lai-cheng¹,
Anaad Chimedtseren², ZHU Ming-shuai¹, YANG Shun-hu¹

(1. *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China*; 2. *School of Geology and Petroleum Engineering, Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar 210646, Mongolia*)

Abstract: SHRIMP U–Pb data of zircons from the strongly greisenized granite at the Khar Morit W–Sn ore deposit in Gobi Tianshan of South Mongolia shows that the emplacement age of granite intrusion is (214 ± 3) Ma, which indicates that the W–Sn mineralization of the deposit took place during Triassic in Early Mesozoic. According to the comprehensive analysis of the data available, the authors hold that two episodes of W–Sn mineralization existed in Beishan area of China: one in Devonian and the other in Triassic. The metallogenic time of the Khar Morit W–Sn deposit in Mongolia's Gobi Tianshan is coeval with that of the second W–Sn ore-forming event in Beishan, China. The spatial-temporal relationships between the tectonic evolution and the W–Sn mineralization suggest that the W–Sn ore deposits produced during the two metallogenic episodes all occurred in a collision to post-collision setting. The Devonian W–Sn ore deposits were related to the collisional event between the Dunhuang and Beishan blocks, which took place during Late Silurian–Early Devonian period, whereas the Triassic ones were likely related to the orogeny brought about by the final closure of the Paleo-Asian Ocean at about the end of Late Paleozoic.

Key words: Khar Morit W–Sn deposit; metallogenic age; collisional–post-collisional setting; Gobi Tianshan in Mongolia; Beishan in China

About the first author: LI Yue-ming, male, born in 1990, Master candidate, mainly engages in study of ore deposit; E-mail: liyueming@mail.iggcas.ac.cn.

About the corresponding author: MIAO Lai-cheng, male, born in 1966, Doctor, associate research fellow, engages in the study of metallogenic tectonics; E-mail: miaolc@mail.iggcas.ac.cn.