新疆西天山达巴特铜矿床地质特征和成矿时代研究

张作衡[1)]，毛景文[1)]，王志良[1)]，杜安道[2)]，左国朝[3)]，王龙生[1)]，王见蕾[4)]，屈文俊[2)]

1）中国地质科学院矿产资源研究所，北京，100037；2）国家地质实验测试中心，北京，100037；
3）甘肃省地质调查院，兰州，730000；4）新疆有色地勘局七〇三地质队，伊宁，835100

内容提要：本文通过对西天山地区比较典型的达巴特斑岩铜钼矿床矿石中辉钼矿Re-Os的直接定年研究，结合区域地质演化和其他年代学资料，探讨了西天山赛里木和博罗科努地区斑岩铜多金属成矿带的成矿地球动力学背景和成矿机制。结果显示达巴特矿床中辉钼矿Re-Os年龄为301±20 Ma，表明成矿作用发生于晚石炭世。矿床形成于别珍套—科古琴石炭纪岛弧带，成岩成矿与石炭纪巴音沟洋壳向南的俯冲作用密切相关，可能的成矿机制是由于洋壳向南对赛里木隆起带陆壳基底的俯冲，岛弧基底断裂系向北逆冲，导致一系列与斑岩矿床有关的中酸性岩浆活动，区域深大断裂为岩浆的上侵提供了条件。

关键词：达巴特；斑岩铜矿床；Re-Os同位素测年；西天山；新疆

到目前为止，在西天山地区目前发现的斑岩型铜多金属矿床主要分布在赛里木和博罗科努地区，从西到东依次为喇嘛苏铜锌矿、达巴特小型铜钼矿、冬吐劲小型铜钼矿、莱历思高尔小型铜钼矿和肯登高尔小型铜钼矿床，构成了西天山斑岩型铜多金属成矿带，其中喇嘛苏矿床为区内最大的铜矿床，而达巴特是目前具有进一步找矿前景的小型矿床。达巴特铜矿位于伊犁远景成矿区赛里木远景成矿带汗吉尕亚矿带的中段北侧。地理座标为东经81°25′47″，北纬44°41′33″。达巴特矿床1985年由新疆有色地勘局七〇三地质队在该区进行1∶5万化探分散流扫面时发现，随后断续开展工作至今。2002年和2003年新疆有色七〇三地质队又在斑岩体中进行了一些钻探工程，在两个钻孔中，分别见到了厚100m的铜矿体和70m的钼矿体。目前正在进行勘查工作。总体上，关于该矿床的基础研究程度比较低，本文以采自钻孔岩心矿石中的辉钼矿为对象，开展Re-Os同位素定年和示踪研究，以便准确厘定成矿年龄，进而探讨成矿的地球动力学背景。

1 区域地质概况

达巴特等矿床所在的赛里木湖—博罗科努地区位于西天山北部，包括阿拉套山、别珍套山、汗吉尕山、库松姆切克山、科古琴山、博罗科努山及其所夹盆地或谷地，区内地层出露较齐全，岩浆岩广泛发育，构造演化复杂。从北到南构造格局分别为阿拉套晚古生代裂谷、伊连哈比尔尕晚古生代弧前—海沟带、别珍套—科古琴晚古生代岛弧、吐拉苏晚古生代弧后盆地和伊犁裂谷（图1）。

1.1 区域地层分布

区域上出露地层主要有元古宇、古生界和中生界。元古宇为古元古界温泉群、中元古界长城系和蓟县系以及新元古界青白口系和震旦系。温泉群为二云斜长片麻岩、斜长角闪片岩、二云母片岩、角闪岩、大理岩和石英岩等，主要分布于温泉、赛里木和别珍套山以及汗吉尕山达巴特等地区。以大理岩、灰岩和绢云母石英片岩为主的长城系哈尔大坂群分布于博尔塔拉河上游的哈尔大坂一带；以大理岩化灰岩、白云质硅质灰岩、灰岩、板岩和千枚岩等组成的蓟县系库松姆切克群，主要分布在库松姆切克山、赛里木湖和别珍套山南坡等地区。新元古界青白口系开尔塔斯群主要由炭质页岩、灰岩和大理岩组成，分布于库松姆切克山西段和科古琴山；南华—震旦系凯拉克堤群由冰碛岩、泥岩、粉砂岩等组成，分布于科古琴山北坡。

古生界6个纪的地层均有出露。寒武系为泥岩、灰岩、粉砂岩、砂岩和磷块岩等，主要分布于科古琴山；奥陶系为浅海相碎屑岩和碳酸盐岩，主要分布于

注：本文为国家自然科学基金资助项目（编号40573028、40402012）、地质调查项目（编号1212010561603-3）的成果。
收稿日期：2005-04-10；改回日期：2005-10-16；责任编辑：章雨旭。
作者简介：张作衡，男，1971年生，副研究员，2002年7月于中国地质科学院获博士学位。主要从事金属矿床成矿作用和矿床地球化学研究。
通讯地址：100037 北京市百万庄大街26号；电话：010－68999050；E-mail：zuoheng@hotmail.com。

科古琴山和赛里木湖以南果子沟地区;志留系为一套火山岩—碎屑岩建造,主要分布于科古琴山南坡;泥盆系为砾岩、砂岩、粉砂岩、灰岩和凝灰岩等,主要分布于阿拉套、伊连哈比尔尕、赛里木和博罗科努地区;石炭系为一套火山岩—碎屑岩建造,分布于阿吾拉勒以北的大部分地区;二叠系为陆相玄武岩、玄武玢岩、安山岩、英安岩、流纹岩夹砂砾岩,分布于伊犁盆地以北的大部分地区。

中生界在西天山零星出露,三叠系主要为泥岩、粉砂岩、砂砾岩等,侏罗系主要为一套侏罗纪陆相碎屑岩含煤建造。

1.2 岩浆活动

区域内侵入岩发育,从岩基、岩株到岩墙均有出露,呈近东西向带状分布,以中酸性岩体最为发育,侵入时代主要为吕梁期、加里东晚期和海西期(王核等,2000; 王永新,1997;沙德铭等,2003)。吕梁期闪长岩和花岗岩类主要分布在温泉一带。晚志留世侵入岩呈岩株状产出,岩性为花岗闪长岩和二长花岗岩,主要分布于温泉县城南部。海西早期侵入岩也呈岩株状产出,岩性主要为花岗斑岩、花岗闪长斑岩和闪长玢岩等,分布在伊连哈比尔尕和博罗科努地区;海西中期花岗岩多呈岩株和岩基状产出,岩性为二长花岗岩、花岗岩、花岗闪长岩、花岗斑岩和流纹斑岩等,主要分布于阿拉套和博罗科努地区。海西晚期花岗岩呈岩株和岩脉产出,岩性为闪长玢岩、二长花岗岩、石英钠长斑岩、花岗斑岩和流纹斑岩等,主要分布于阿吾拉勒地区。

区内火山活动较频繁,火山岩时代从加里东中晚期到海西期,以晚古生代为主,火山岩呈近东西向带状分布。奥陶系、志留系为海相中酸性火山碎屑岩和中基性熔岩,主要分布在科古琴山一带,从早到晚,存在由酸性、中酸性到中基性的演化规律(王核等,2000)。中、上泥盆统以中酸性火山碎屑岩为主,夹少量、熔岩,石炭系以中酸性火山碎屑岩、中基性熔岩为主,分布在博罗科努山、汗吉尕山南侧及奥尔塔克赛尔一带。二叠纪火山岩为一套陆相火山岩建造,岩性为玄武岩、安山岩、英安岩等,分布于汗吉尕山北坡、别珍套山和阿吾拉勒地区。

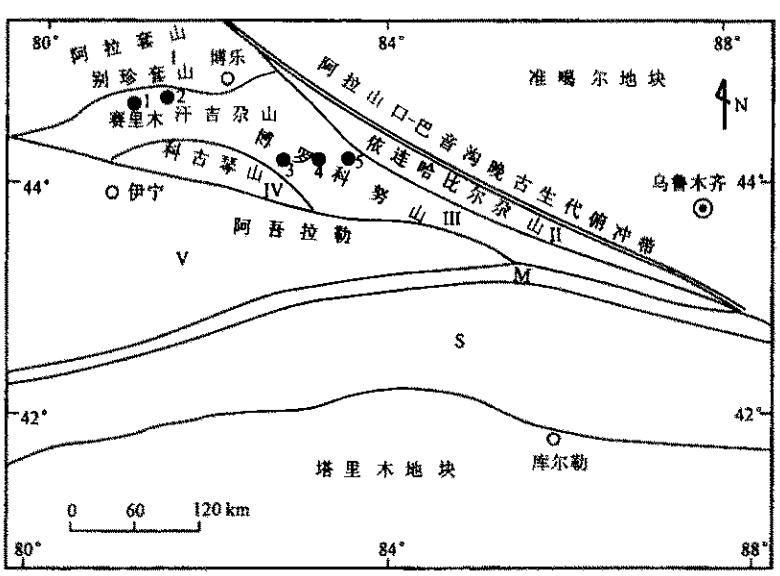

图 1 西天山大地构造单元与斑岩铜(钼)矿床分布示意图
(综合区域资料修编)

Fig. 1 Distribution of tectonic units and porphyry Cu(Mo) deposits in the western Tianshan Mountains

构造单元:Ⅰ—阿拉套晚古生代裂谷;Ⅱ—伊连哈比尔尕晚古生代弧前—海沟带;Ⅲ—别珍套—科古琴晚古生代岛弧;Ⅳ—吐拉苏晚古生代弧后盆地;Ⅴ—伊犁裂谷;M—中天山前寒武纪地块;S—南天山古生代岛弧—弧后带。矿床名称:1—喇嘛苏;2—达巴特;3—冬吐劲;4—莱历斯高尔;5—肯登高尔

Tectonic units: Ⅰ—Alataw Late Paleozoic rift; Ⅱ—Eren Habirga Late Paleozoic forearc trench; Ⅲ—Biezhentaw—Kokirqin Late Paleozoic intra-continental arc; Ⅳ—Tulasu Late Paleozoic back-arc basin; Ⅴ—Ili rift; M—Middle Tianshan Mts. Pre-Cambrian plate; S—Southern Tianshan Mts. Paleozoic intra-continental-back-arc tectonic belt. Name of porphyry Cu(Mo) deposits: 1—Lamasu; 2—Dabate; 3—Dongtujin; 4—Lalisigaoer; 5—Kendenggaoer

2 矿床地质特征

矿床位于别珍套—科古琴晚古生带岛弧带部位,赛里木湖—东图大断裂南侧,达巴特复背斜北翼。矿区范围内出露的地层由老到新依次为:① 古元古界温泉群出露于矿床以南,构成达巴特复背斜的核部,以黑云母钾长片麻岩为主,夹二云母石英片岩、大理岩;② 中泥盆统汗吉尕组为砾岩、二云母石英砂岩夹生物灰岩,与温泉群为断层或不整合接触;③ 上泥盆统托斯库尔他乌组为英安质凝灰熔岩、凝灰岩、凝灰砾岩、砂岩,是达巴特矿床的赋矿层位;④ 下石炭统阿恰勒河组出露于矿区东北部,主要为浅灰白色—浅灰色杂砂岩。

北西西向断裂构造为矿区范围内的主要控岩控矿构造,延伸比较长,空间上近似平行排列,并在平面上局部形成了较宽的断裂破碎带。其中F1是矿区内最大的一条断裂,下切深度较大,走向290°,倾向北东或南、倾角约80°左右,宽20～40m。矿区内的花岗斑岩体(脉)和矿体的展布

基本上受F1控制(图2)。

达巴特矿床发育于上泥盆统托斯库尔他乌组及海西中期英安岩内的由流纹质晶屑熔结凝灰角砾岩、流纹斑岩和花岗斑岩组成的椭圆形火山机构之间的接触带处。在古火山机构中,花岗斑岩侵位于火山机构成潜火山岩体(图2)。达巴特铜矿区椭圆形火山机构长1680m,最宽可达520m,长轴走向295°,倾向北东,倾角70°～86°。位于矿区东南侧的海西中期超浅成英安岩面积约5km^2,侵入温泉群中,向北盖于汗吉尕组之上,与上泥盆统托斯库尔他乌组成不整合接触关系。岩石为灰绿色,斑状结构,块状构造,斑晶以斜长石为主,还有少量的角闪石和石英等。基质由石英、长石、绿泥石、透闪石和阳起石等组成。

椭圆形火山机构由流纹质晶屑熔结凝灰角砾岩(火山颈相)、流纹斑岩(次火山相)和花岗斑岩(次火山相)组成,流纹质晶屑熔结凝灰角砾岩和流纹斑岩之间为渐变过渡关系,而流纹斑岩和花岗斑岩之间的界面相对比较明显。流纹质晶屑熔结凝灰角砾岩位于火山机构的东南端,呈现土红色—灰白色等,熔结凝灰结构,流纹构造;岩石由以钾长石和石英为主的晶屑,以流纹岩、熔岩和凝灰岩为主的角砾和玻屑等组成。流纹斑岩位于中部,以浅肉红色为主,斑状结构,显微流动构造,斑晶包括钾长石、斜长石和石英等,基质主要成分有石英、斜长石、钾长石和云母以及少量金属硫化物等。花岗斑岩见于西北端,为肉红色,斑状结构,块状构造。斑晶大小为1～3mm,含量为10%～15%,主要为自形—半自形斜长石、石英、正长石,基质为显微花岗结构,含量约为85%～90%,主要成分为石英、钾长石、斜长石和黑云母等(丁乾俊等[1])。此外,与花岗斑岩体大致平行或斜交的脉岩成群产出,走向以北西向为主,一般长小于100m,宽小于10m,成分与花岗斑岩相似。

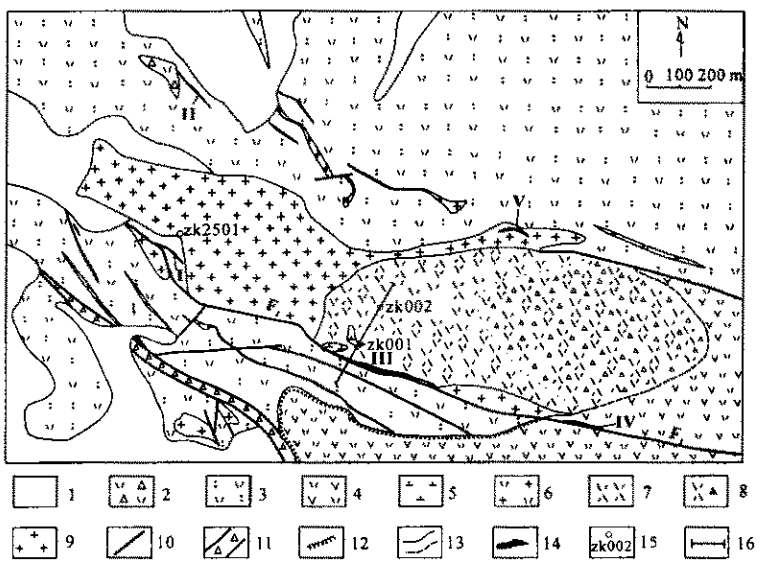

图 2　达巴特矿床地质图(据丁乾俊等[1]和新疆有色地勘局七○三地质队[2]修编)

Fig. 2　Geological map of the Dabate copper deposit (modified from Ding et al. and No. 703 Geological Team, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources of Non-ferrous Metals)

1—第四系沉积物;2—上泥盆统托斯库尔他乌组凝灰质角砾岩和熔岩;3—上泥盆统托斯库尔他乌组凝灰岩和凝灰质砂岩;4—石炭纪英安斑岩;5—闪长岩;6—石英斑岩;7—流纹斑岩;8—流纹质晶屑凝灰熔岩;9—花岗斑岩;10—断层;11—破碎带;12—喷发不整合界线 13—地质界线及推测界线;14—铜钼矿体;15—钻孔及编号;16—图3剖面位置

1—Quaternary sediments; 2—Upper Devonian tuffaceous breccia and lava of the Tuosikuertawu Formation; 3—Upper Devonian tuff and tuffaceous sandstone of the Tuosikuertawu Formation; 4—Carbonaceous dacitic porphyry; 5—diorite; 6—quartz porphyry; 7—rhyolitic porphyry; 8—rhyolitic crystal tuff lava; 9—granite-porphyry; 10—fault; 11—fracture zone; 12—eruption unconformity boundary line; 13—line and inferred line of geological limitation; 14—copper—molybdenum orebody; 15—drilling hole and its number; 16—section line of fig. 3

达巴特矿床铜矿化主要分布在火山机构南北两侧与地层的接触带及其内发育的断裂构造中,环整个接触带都有矿(化)体断续发育。目前地表圈定的铜钼矿体有5个,长60～300m,宽1～16m,呈脉状和透镜状产出,在火山机构的四周,均有铜矿化的发育。在火山机构南侧与地层接触带有一走向NWW、倾向NNE的逆冲断层,它控制着主要矿体的分布,矿化较连续,并有一定的宽度,如Ⅰ、Ⅲ和Ⅳ号矿体(图2)。在接触带的其他部位,矿化不连续而且数量少规模小,如Ⅱ号和Ⅴ号矿体。以产于火山机构南接触带的Ⅲ号矿体最大。

矿体呈含黄铜矿、辉铜矿、黄铁矿等的石英细网脉产出于火山机构内外接触带中。产于外接触带断裂内的矿(化)体,一般呈团块状矿化,规模很小。Ⅰ号矿体产于花岗斑岩体南接触带附近的凝灰岩中,矿体宽7m,长100余米,矿体厚4.25m,铜平均品位0.48%。Ⅱ号矿体长120m,宽约1m,主要为含矿石英脉,Cu平均品位为0.51%。Ⅲ号矿体产于流纹斑岩体南接触带中,长400m,宽15.1m,地表Cu平均品位为0.37%,深部受钻孔控制的109.46m厚的矿体的Cu平均品位为0.45%,Ⅳ号矿体产于流纹斑岩的外接触带英安岩中,宽3m,长约200m,Cu平均品

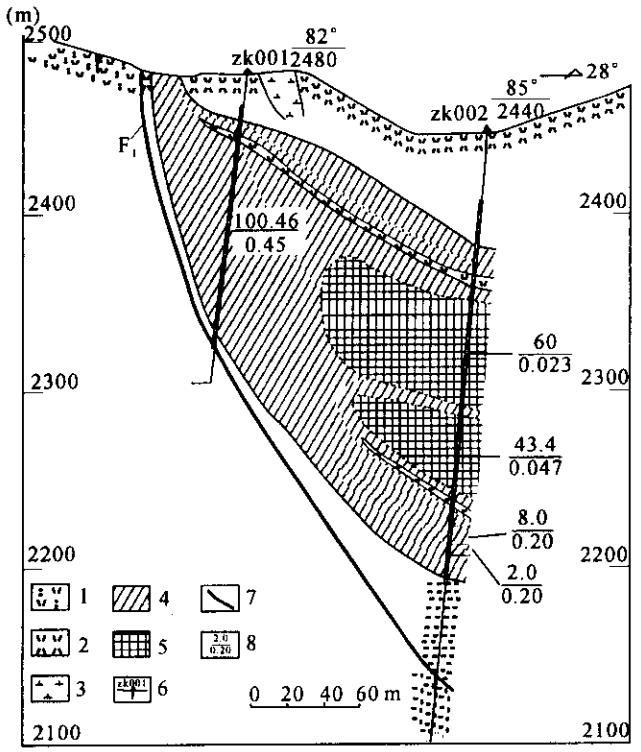

图 3 达巴特铜矿床 0 号勘探线剖面图
(新疆有色地勘局七○三地质队,2003)

Fig. 3 Section of No. 0 exploration line of the Dabate copper deposit (after No. 703 Geological Team, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources of Non-ferrous Metals, 2003)

1—上泥盆统托斯库尔他乌组凝灰岩和凝灰质砂岩;2—流纹斑岩;3—闪长岩;4—铜矿体;5—钼矿体;6—钻孔位置及编号;7—断层;8—取样间距和品位

1—Upper Devonian tuffaceous sandstone of the Tuosikuertawu Formation; 2—rhyolite porphyry; 3—diorite; 4—copper orebody; 5—molybdenum orebody; 6—drilling hole and its number; 7—fault; 8—interval of sampling and grade of ore body

位为 0.27%。截至 2003 年,仅矿区南矿段已提交的 333+334 铜资源量达 5 万吨以上(据新疆有色地勘局七○三地质队,2003)。总体上,地表至中深部以铜矿化为主,铜品位 0.20%～0.80%,深部为钼矿,并伴生低品位的铜矿化,钼品位为 0.02%～0.094%,铜品位为 0.1%～0.2%(王见磊,2004)。

矿石结构以他形粒状和交代残留结构为主,矿石构造以稀疏浸染状、团块状、脉状和网脉状构造为主。矿石中金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、辉铜矿、磁黄铁矿、斑铜矿、铜蓝、褐铁矿和孔雀石等,此外,还伴生金和银。脉石矿物主要为石英、方解石、绿泥石、钾长石、绢云母和萤石等。

矿区围岩蚀变比较强烈,在凝灰岩和凝灰质熔岩中发育钾化、硅化、白云母化和萤石化等蚀变,在斑岩体中发育硅化、钾化、绢云母化、碳酸盐化和萤石化等,在火山机构的南接触带见有粘土化、绿泥石化、黄铁矿化、绢云母化和叶蜡石化等蚀变。

3 Re-Os 年龄测定

3.1 样品及取样位置

由于矿体在地表出露较少,而且样品不够新鲜,用于 Re-Os 同位素年龄测定的 7 件辉钼矿样品全部来自钻孔 Zk002 的岩心(图 2 和图 3),取样深度介于 170～194.5m。样品中辉钼矿与石英密切共生,组成石英脉辉钼矿细脉及微细脉,呈脉状或网脉状产出,辉钼矿呈浸染状或细脉状分布于石英晶隙中。

3.2 实验流程

测试工作在国家地质实验测试中心完成,实验全流程空白 Re 约为 2.8pg,普 Os 约为 0.1 pg,大大小于所测样品中铼-锇含量,因此,不会影响实验中铼、锇含量的准确测定。

分解样品:准确称取待分析样品,通过长细颈漏斗加入到 Carius 管底部。缓慢加液氮到有半杯乙醇的保温杯中,调节温度到 −50～−80 ℃。把装好样的 Carius 管移到该保温杯中,通过长细颈漏斗把准确称取的 ^{185}Re 和 ^{190}Os 混合稀释剂加入到 Carius 管底部,再加入 4 mL10 mol/L 的 HCl,4mL 16 mol/L 的 HNO_3。当管底溶液冰冻后,用丙烷氧气火焰加热封好 Carius 管的细颈部分,放入不锈钢套管内。轻轻放套管入鼓风烘箱内,待回到室温后,逐渐升温到 230 ℃,保温 12 h。在底部冷冻的情况下,打开 Carius 管,并用 40 mL 水将管中溶液转入蒸馏瓶中。

蒸馏分离 Os:在 105～110 ℃ 温度下蒸馏 50 min,用 10 mL 水吸收蒸出的 OsO_4 用于 ICP-MS 测定 Os 同位素比值。将蒸馏残液倒入 150 mL Teflon 烧杯中等待分离 Re。

萃取分离 Re:将第一次蒸馏残液置于电热板上加热近干,再加少量水,加热近干。重复两次以降低酸度。再加入 10 mL 5 mol/L 的 NaOH,稍微加热,转为碱性介质。转入 50mL 聚丙烯离心管中进行离心,然后取上清液转入 120 mL Teflon 分液漏斗中,再加入 10 mL 丙酮,振荡 5min,萃取 Re。静止后弃去水相。加 2 mL 5 mol/L 的 NaOH 溶液到分液漏斗中,振荡 2 min,洗去丙酮相中的杂质。弃去水相,排丙酮到 150 mL 已加有 2mL 水的 Teflon 烧杯中。在电热板上 50 ℃ 加热以蒸发丙酮,加热溶液至干。然后加数滴浓硝酸和 30% 过氧化氢,加热蒸干以除去残

存的Os。用数毫升稀HNO_3溶解残渣,稀释到硝酸浓度为2%。准备进行ICP-MS测定Re同位素比值。若含Re溶液中盐量超过1mg/mL,需采用阳离子交换柱除去钠。

质谱测定:采用美国TJA公司生产的TJA PQ ExCell ICP-MS(电感耦合等离子体质谱仪)测定同位素比值,采用美国Finigan公司HR ICP-MS测定Os同位素比值。对于Re:选择质量数185、187,用190监测Os。对于Os选择质量数为186、187、188、189、190、192,用185监测Re。

3.3 分析结果

7件辉钼矿样品Re-Os同位素测试结果列于表1。其中普Os是根据Nier值的Os同位素丰度,通过$^{192}Os/^{190}Os$测量比计算得出;总^{187}Os是^{187}Os同位素总量,Re、Os含量的不确定度包括样品和稀释剂的称量误差、稀释剂的标定误差、质谱测量的分馏校正误差、待分析样品同位素比值测量误差,置信水平95%。^{187}Os的不确定度包括质谱测量的分馏校正误差、待分析样品同位素比值测量误差,置信水平95%。模式年龄的不确定度还包括衰变常数的不确定度(1.02%),置信水平95%。

由表1可知,辉钼矿中Re的含量比较低,变化范围较大,在120.7~424.6 ng/g之间,Os含量在0.0013~0.0281 ng/g之间。采用衰变常数($\lambda=1.666\times10^{-11}$(Smoliar et al., 1996),利用ISOPLOT软件(Model 3)将7件分析数据回归成一条等时线,^{187}Os初始值为-0.017 ± 0.0464,平均权重方差MSWD=2.4,等时线年龄为301±20Ma(图4)。利用公式$t=\frac{1}{\lambda}\ln\left(1+\frac{^{187}Os}{^{187}Re}\right)$所得的模式年龄为282.1±5.7~305.0±3.8Ma。

4 讨论和结论

关于斑岩铜矿床的形成机制和环境,目前的认识主要有产于活动大陆边缘岩浆弧带的过渡构造环境(Sillitoe, 1972; Mitchell, 1973)、与大陆裂谷作用有关(黄崇轲等,2001)、岩石圈的伸展减薄(张洪涛等,2004)以及陆—陆碰撞环境(曲晓明等,2001)。对于西天山地区目前发现的喇嘛苏、达巴特、冬吐劲、莱历思高尔和肯登高尔等斑岩型矿床,由于对其所处的构造单元的划分不同以及缺少精确的年代学证据,导致对于这些矿床的成因、成矿构造背景以及成矿机制还存在不同的认识。

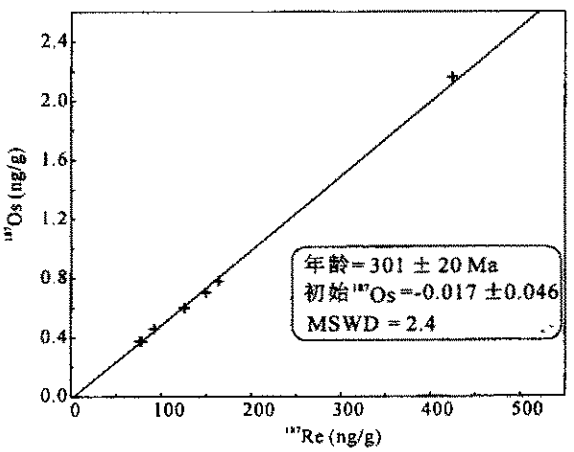

图4　达巴特斑岩铜矿床辉钼矿Re-Os等时线年龄图

Fig. 4　Re-Os isochrone diagram of molybdenites from the Dabate copper deposit

隗合明等(1999)认为喇嘛苏等矿床的形成与准噶尔板块南缘古陆壳与赛里木岛弧带碰撞对接造成的大量海西期重熔型花岗岩有关,而莱历思高尔矿床形成于早古生代博罗科努裂谷环境。邓洪涛(2001)认为位于博罗科努山北坡上的冬吐劲和肯登高尔矿床形成环境为被动陆缘区,成矿是在大规模重熔型花岗岩侵入体固结后期。母瑞身等(1998)和沙德铭等(2003)认为喇嘛苏和达巴特等矿床的形成

表1　达巴特斑岩铜矿辉钼矿Re-Os同位素测试结果

Table 1　Analyses of Re-Os isotope in the molybdenite from the Dabate copper deposit

样号	样重(g)	Re(ng/g)		普Os(ng/g)		^{187}Re (ng/g)		^{187}Os (ng/g)		模式年龄(Ma)	
		测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度
DBT-7	0.02900	147.0	1.3	0.0061	0.0027	92.42	0.81	0.4655	0.0042	301.6	4.0
DBT-8	0.00199	259.6	3.5	0.0328	0.0281	163.2	2.20	0.7809	0.0129	286.5	6.2
DBT-31	0.02277	120.7	1.2	0.0249	0.0024	75.90	0.75	0.3786	0.0042	298.7	4.6
DBT-32	0.01038	199.8	1.6	0.0027	0.0044	125.6	1.00	0.6030	0.0136	287.5	7.0
DBT-33	0.04722	124.8	1.1	0.0030	0.0013	78.44	0.70	0.3785	0.0036	288.9	3.9
DBT-34	0.00959	238.3	2.3	0.0118	0.0065	149.8	1.40	0.7057	0.0121	282.1	5.7
DBT-40	0.00734	675.5	5.8	0.0122	0.0083	424.6	3.60	2.163	0.0180	305.0	3.8

与海西早期(加里东晚期)由于赛里木隆起引起地壳的松弛,导致大面积的高钾钙碱系列二长花岗岩、花岗闪长岩和花岗斑岩的侵入有关。王核等(2000)认为志留纪花岗岩类的大量侵入形成了阿恰勒夕卡岩型铁铜矿床、莱历斯高尔斑岩型铜、钼及铅锌矿化。李华芹等对喇嘛苏矿床热液期形成的含铜石英脉中的石英进行了流体包裹体 Rb-Sr 测年,获得了等时线年龄为 328±16Ma,代表了主成矿年龄,对矿区的斜长花岗斑岩全岩的 Rb-Sr 等时线测年结果为 365±32Ma(王福同等❸)。本次研究对达巴特花岗斑岩中的锆石进行 SHRIMP 测年,获得了 U-Pb 和谐年龄为 317±8Ma,该年龄与 Re-Os 同位素的直接测年结果 301±20Ma 相当。

区域构造演化表明,包括新疆西天山在内的中亚造山带介于西伯利亚板块和卡拉库木地块—塔里木地块—华北陆块之间,是古生代古中亚洋经过复杂的扩张—闭合过程形成的十分宽阔的造山带(任纪舜等,1999)。青白口纪末—南华纪西伯利亚、哈萨克斯坦、准噶尔、华北、塔里木和卡拉库木等地块是一个泛大陆(罗迪尼亚超大陆)。早震旦世以后,随着罗迪尼亚超大陆的开始裂解,原始古中亚洋在西伯利亚地块和卡拉库木地块—塔里木地块—华北陆块之间裂解扩张。新疆唐巴勒洋形成于寒武纪—奥陶纪,在奥陶纪—志留纪,唐巴勒洋壳向南俯冲在西天山形成了早古生代的沟—弧—盆体系。中泥盆世初期,板内伸展作用在新疆西天山地区普遍发生,在阿拉山口—巴音沟一带形成早石炭纪巴音沟洋,早石炭世后期巴音沟洋向南俯冲并形成了一个完整的沟—弧—盆体系,即依连哈比尔尕晚古生代弧前—海沟带、别珍套—科古琴晚古生代岛弧带和吐拉苏石炭纪弧后盆地(王志良等,2004;王福同等❸)。该阶段是新疆天山斑岩铜钼矿最主要的成矿时期,也是中亚斑岩铜矿带最主要的成矿时期,形成了一系列世界级的大型—超大型斑岩铜矿床(刘德权等,2001;张洪涛等,2004)。晚石炭世末—二叠纪,西天山所有洋盆闭合,进入板块碰撞—板内伸展阶段。

在别珍套—科古琴晚古生代岛弧带上,泥盆系以碎屑岩为主,夹灰岩、凝灰岩及硅质板岩,侵入岩为岩株状花岗斑岩、花岗闪长斑岩和闪长玢岩等;石炭系为生物灰岩夹砂岩、砾岩,在吐拉苏弧后区阿希一带为中酸性火山碎屑岩和中基性熔岩,侵入岩为岩株状和岩基状二长花岗岩、花岗岩、花岗闪长岩、花岗斑岩和流纹斑岩等。根据区域构造演化分析,位于阿拉套山南部边缘的温泉深大断裂可能是由早石炭世早期伸展构造阶段的弧前区伸展断裂带发展而来,当巴音沟洋由向南俯冲到碰撞过程时,该伸展断层发生极性倒转而向北逆冲,引起早石炭世巴音沟洋向南俯冲之前位于断裂深部的地壳重熔型岩浆的小规模生成和上侵。

由以上讨论可知,本次研究对达巴特矿床中辉钼矿 Re-Os 的直接测年结果(301±20Ma)结合其他年代学资料表明以达巴特为代表的分布于别珍套—科古琴石炭纪岛弧带的斑岩铜多金属矿床,其成矿时间为晚石炭世,成岩成矿与石炭纪巴音沟洋壳向南的俯冲作用密切相关,可能的成矿机制是由于洋壳向南对赛里木隆起带陆壳基底的俯冲,造成岛弧陆壳基底断裂系向北逆冲和一系列壳源中酸性岩浆活动,区域深大断裂为岩浆的上侵和岩浆热液与大气降水的混合提供了条件。在喇嘛苏一带,形成了与侵入岩有关的斑岩—夕卡岩型矿床,而向东在达巴特一带同时还伴随有火山活动。

注 释

❶ 丁乾俊,吴文奎,黄世乾. 1990. 博罗霍洛远景成矿区地物化综合研究及找矿靶区圈定. 国家 305 项目专题研究报告(专题编号:Ⅳ7-1).

❷ 新疆有色地勘局七○三地质队. 2003. 新疆温泉县北达巴特铜矿普查报告.

❸ 王福同等. 2004. 新疆天山—北山成矿带成矿规律和找矿方向综合研究. 科研报告.

参 考 文 献 / References

邓洪涛. 2001. 博罗科努山北坡金铜矿成因类型探讨. 新疆地质,19(2):123～127.

杜安道,赵敦敏,王淑贤,孙德忠,刘敦一. 2001. Carius 管溶样和负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼—锇同位素地质年龄. 岩矿测试,20(4):247～252.

黄崇轲,白冶,朱裕生,王惠章,尚修志. 2001. 中国铜矿床. 北京:地质出版社,1～705.

李华芹,谢才富,常海亮,蔡红,朱家平,周肃. 1998. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学. 北京:地质出版社,1～264.

刘德权,唐延龄,周汝洪. 2001. 新疆斑岩铜矿的成矿条件和远景. 新疆地质,19(1):42～48.

曲晓明,侯增谦,黄卫. 2001. 冈底斯斑岩铜矿成矿带:西藏第二条"玉龙"斑岩铜矿带? 矿床地质,20(4):355～366.

任纪舜,王作勋,陈炳蔚,姜春发,牛宝贵,李锦轶,谢广连,和政军,刘志刚. 1999. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明. 北京:地质出版社,1～50.

沙德铭,田昌烈,董连慧. 2003. 西天山中北段铜、金矿床成矿规律初探. 新疆地质,21(2):185～189.

王核,彭省临,赖健清. 2000. 天山赛里木湖—博罗霍洛地区大地构造演化、分区及成矿. 大地构造与成矿学,24(4):295～302.

王见蕾. 2004. 新疆西天山汗吉尕多金属成矿带找矿前景分析. 新疆有色金属,4:13～14,17.

王永新. 1997. 新疆伊犁亚板块矿产初探. 新疆有色金属,(2):1～

7.

王志良,毛景文,张作衡,左国朝,王龙生. 2004. 西天山古生代铜金多金属矿床类型、特征及其成矿地球动力学演化. 地质学报,78(6):836～847.

隗合明,王全庆,宁晰春. 1999. 西天山北部大地构造背景与成矿关系及找矿预测. 西安工程学院学报,21(4):14～18.

母瑞身,田昌烈,黄明扬,蔡宏渊,植起汉,漆树基,曹洛华,王润三. 1998. 西天山金、铜矿地质特征简述. 贵金属地质,7(1):1～18.

张洪涛,陈仁义,韩芳林. 2004. 重新认识中国斑岩铜矿的成矿地质条件. 矿床地质,23(2):150～163.

Michell A H G. 1973. Metallogenic belts and angle of dip of Benioff zones. Nature, 245: 49～52.

Sillitoe R H. 1972. A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits. Economic Geology, 67: 184～197.

Geology and Metallogenetic Epoch of the Dabate Porphyry Copper Deposit in West Tianshan Mountains, Xinjiang

ZHANG Zuoheng[1)], MAO Jingwen[1)], WANG Zhiliang[1)], DU Andao[2)], ZUO Guochao[3)], WANG Longsheng[1)], WANG Jianwei[4)], QU Wenjun[2)]

1) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100037

2) *National Research Center of Geoanalysis, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing*, 100037

3) *Gansu Geological Survey, Lanzhou*, 730000; 4) *No.* 703 *Geological Team, Xinjiang Bureau of Geology and Minerals Exploration of Non-ferrors Metals, Yining*, 835100

Abstract

This paper carried out Re-Os dating from the Dabate deposit, a typical porphyry copper molybdenum deposit in western Tianshan Mountains, Xinjiang. Combining with regional geological evolution and other dating data, we attempt to discuss the metallogenetic dynamic setting and ore-forming mechanism of the copper—poly-metallic ore belt in Sayram—Boluokenu. As a result, the mineralization age of the Dabate deposit is 301±20Ma. This data may reveal that the mineralization occurred in the late Carboniferous. The related magmatic activities were simultaneous with the porphyry mineralization or a little earlier than mineralization. The deposit formed in the Biezhentaw—Kokirqin Late Paleozoic inland arc and the mineralization is originated from the subduction of Carboniferous Bayingou oceanic crust to south to Sayram—Boluokenu lift. During the subduction, the inland arc continental crust basement faults thrust to north and a series of porphyry copper ore related middle—acid magma formed and migrated from low to up along the regional deep fault.

Key words: Dabate; porphyry copper deposit; Re-Os dating; geodynamics; west Tianshan; Xinjiang