

文章编号: 1000-4734(2017)01-0084-09

云南新歧钨锡多金属矿床 辉钼矿 Re-Os 同位素测年及地质意义

周新平¹, 戚华文², 屈文俊³, 李超³

(1. 湖南省地质科学研究所, 湖南 长沙 410007; 2. 中国科学院 地球化学研究所
矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 50002; 3. 国家地质实验测试中心, 北京 100037)

摘要: 云南腾冲新歧钨锡多金属矿产于钠长变花岗岩体中, 矿化类型主要为石英脉型, 次为云英岩型。对矿区含矿石英脉中 8 个辉钼矿样品进行了 Re-Os 同位素测定, 首次获得了新歧地区精确的成矿年龄为 68.6 ± 3.9 Ma。该区与成矿密切相关的晚期古永岩体和早期新歧岩体成岩年龄为 72~65 Ma。在误差允许范围内, 可认为该区钨锡多金属矿的成矿与成岩同期, 成矿时代同时或稍晚于成岩时代。

关键词: 辉钼矿; Re-Os 同位素; 花岗岩; 新歧钨锡矿; 云南腾冲

中图分类号: P618.44; P618.67 文献标识码: A doi: 10.16461/j.cnki.1000-4734.2017.01.012

作者简介: 周新平, 男, 1987 年生, 助理工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。E-mail: 547053389@qq.com

Re-Os Isotopic Dating for Molybdenites in Xinqi Tungsten-Tin Polymetallic Deposit of Yunnan Province, China and Its Geological Significance

ZHOU Xin-ping¹, QI Hua-wen², QU Wen-jun³, LI Chao³

(1. Academy of Geological Sciences of Hunan, Changsha 410007, China; 2. State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;
3. National Research Center for Geoanalysis, Beijing 100037, China)

Abstract: Xinqi tungsten-tin deposit is distributed within albite metagranite, Tengchong area, Yunnan Province, China. For the first time, it was found that the mineralization of this deposit consists of mainly quartz-wolframite vein-type, and secondly greisen-type mineralization. Rhenium-Osmium isotopic dating for 8 molybdenite samples selected from quartz vein-type ores from this deposit yields a precise isochron age of (68.6 ± 3.9) Ma. The emplacement age of regional granite of later Guyong stock and early Xinqi stock, which is closely related to the mineralization, is 72~65 Ma. It is deduced that the emplacement and mineralization of granite occurred simultaneously within errors or the mineralization is slightly later than the emplacement.

Keywords: molybdenite, Re-Os isotope, granite, Xinqi Tungsten-Tin deposit, Tengchong, Yunnan

云南三江地区处于冈瓦纳古大陆(印度板块)与欧亚大陆的汇聚带,也是西藏高原的东南沿伸带^[1]。由于复杂的构造背景,使得该地区发育有大量与碰撞作用有关的花岗岩。高黎贡—腾

冲—梁河花岗岩带呈北—南北—北东向弧形展布,并分布于高黎贡山断裂的西侧,向北与南迦巴瓦(东)构造结地区的波密—察隅花岗岩带相连并一直延伸与冈底斯花岗岩相连^[2,3]。据前人

收稿日期: 2015-03-19

基金项目: 中国地质调查局“西南地区典型三稀金属矿床研究与靶区优选(编号: 1212011120354)

资料, 该弧形带中花岗岩的年龄主要集中在晚古生代、中生代以及新生代, 主要为燕山期以及喜山期的花岗岩^[4, 5]。区内发育大量与钨锡矿化有关的燕山晚期—喜山早期的花岗岩^[4, 6-8]。前人对该地区做了大量岩石学以及年代学工作, 年代学方面主要集中在花岗岩的 Rb-Sr 和 Ar-Ar 年龄^[4, 7, 9], 以及花岗岩的 U-Pb 锆石年龄^[10, 11]。

三江成矿带是我国重要的锡矿带之一, 依据花岗岩的分布特征, 该区大致可以划分出三大锡矿带: ①金沙江—哀牢山锡矿带, 矿化类型主要有锡石硫化物型、锡石石英脉型和锡石矽卡岩型, 成矿与燕山中晚期复式岩体有关; ②临沧—左贡锡矿带, 矿化类型有锡石硫化物型、锡石云英岩型以及锡石石英脉型, 成矿主要与燕山晚期及喜山早期岩浆有关; ③潞西—腾冲锡矿带, 主要矿化类型有锡石石英脉型、锡石硫化物型以及锡石云英岩型, 成矿主要与喜山期岩浆有关^[12]。

精确的成矿年龄是矿床学研究的重点, 也是分析成矿与成岩关系的前提。辉钼矿中普通 Os 含量极少, 相对于放射成因的 Os 来说, 可以忽略不计, 因此是测年的极好材料。Re-Os 同位素被广泛的用来确定矿床的成矿年代^[13]。腾梁地区是潞西—腾冲锡矿带中重要的钨锡矿产区, 然而由于受到矿石样品采集的困难以及分析技术的限制, 目前腾冲—梁河地区钨锡多金属矿床成矿年代学方面开展的工作非常有限。目前只有董方浏等测得了大硐厂铅—锌矿床中辉钼矿的 Re-Os 的年龄为 $118.0 \pm 2.4 \text{ Ma}$ ^[14], 马楠等测得了大松坡锡矿床中锡石的 U-Pb 年龄为 $75.5 \pm 2.6 \text{ Ma}$ ^[15]。因此还需要加强对该地区成矿年代学的研究。

1 矿区地质概况

腾冲地块是拉萨板块的东南延伸地带, 也是印度板块与欧亚板块碰撞的最前沿地带, 构造线主要呈南北向展布, 南部受高黎贡山断裂的影响转为 WS 向(图 1a)。区内出露的最古老地层是中元古代的高黎贡山变质岩, 主要以片麻岩为主夹有大理岩、变粒岩和混合岩等, 构造变形强烈、后期改造作用明显。其次是轻微变质的石炭系勐洪群碎屑岩和泥盆系的碳酸盐岩。下二叠统大硐厂组的碳酸盐岩以及中上三叠统的泥质灰岩主要分布在滇滩、明光一带^[14]。新生代由于强烈的火山作用使得玄武岩和火山碎屑岩零星出

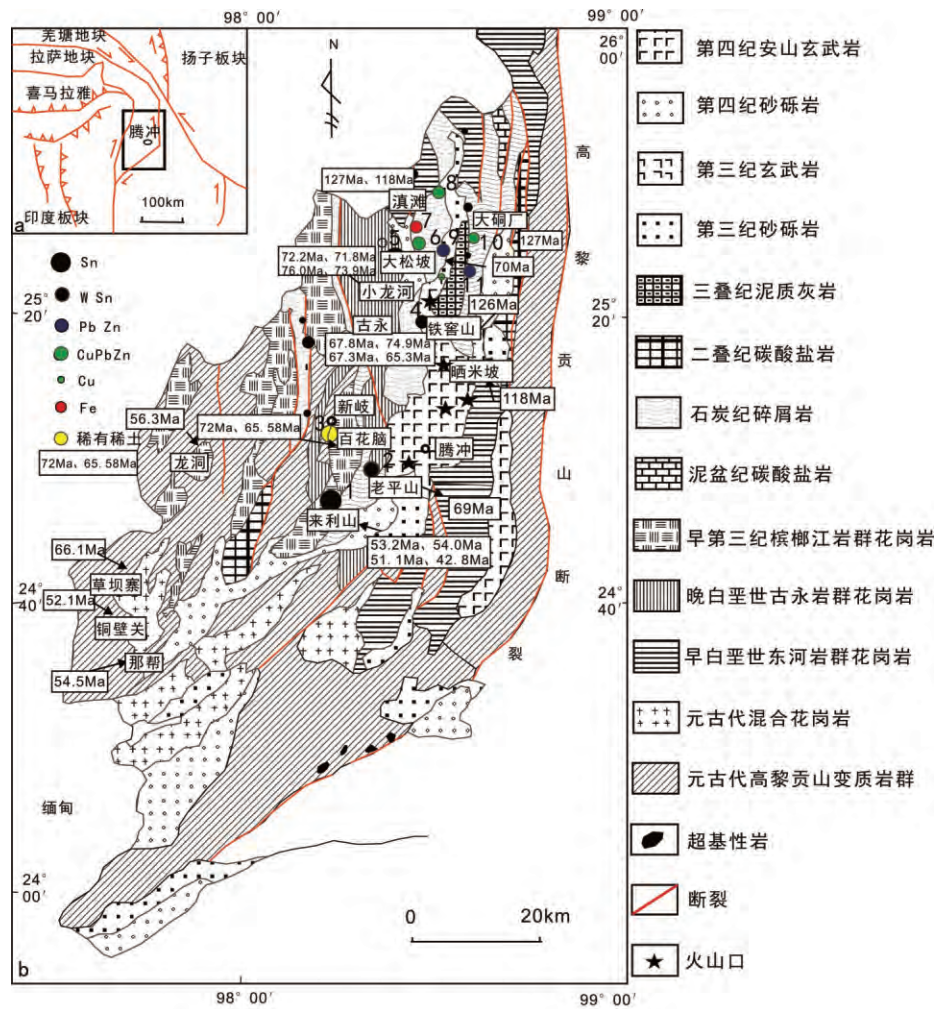
露。第四纪主要出露的是砂砾岩和砂质粘土(图 1b)。

该区出露的花岗岩面积大于 60%, 主要以黑云母二长花岗岩、白云母二长花岗岩、钾长花岗岩和钠长花岗岩为主。根据岩石的岩性特征以及形成时代的不同, 自东向西大致可以划分出 3 个岩群^[4]: ①早白垩世东河岩群, 沿地盘关—明光断裂一带分布, 同位素年龄为 145~110 Ma, 岩性为钾长花岗岩、二长花岗岩、闪长花岗岩以及花岗斑岩, 与其有关的主要矿产有老厂坪子铜铅锌矿、大硐厂铜铅锌(锡)矿; ②晚白垩世古永岩体, 分布于图幅的中部地区, 同位素年龄为 80~65 Ma, 主要岩性为钠长花岗岩、碱性花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩以及各种花岗斑岩, 主要矿产有小龙河锡矿、铁窖山钨锡矿等; ③早第三纪槟榔江岩群, 主要分布于图幅西南部, 同位素年龄为 60~45 Ma, 岩性为黑云母二长花岗岩、钠长花岗岩以及钾长花岗岩等, 主要矿产有百花脑稀有稀土矿、来利山锡矿和老平山锡矿等(图 1b)。

2 矿化特征

区内铜铅锌多金属矿化主要分布在滇滩、大硐厂一带, 与早白垩世东河花岗岩密切相关。钨锡多金属矿主要分布在百花脑、来利山一带, 其矿化主要与晚白垩世古永花岗岩以及早第三纪槟榔江花岗岩体有关(图 1b)。古永花岗岩自北向南延伸, 到达新歧地区之后分为东西二支, 在东西二支古永岩体之间夹杂着下古生界的变质岩、新歧岩体以及石炭勐洪群的碎屑岩。新歧岩体呈南北向展布, 多呈椭圆状、透镜状, 受断裂控制(图 2)。钨锡矿化主要集中在古永岩体、新歧岩体与下古生界变质岩的接触带上, 下古生界变质岩岩性主要为黑云(斜长)变粒岩。矿化类型主要为石英脉型, 次为云英岩型。

钨锡矿体或蚀变矿体绝大多数产于新歧岩体和古永岩体中的钠长变花岗岩与勐洪群砂砾岩、高黎贡山变质岩的内外接触带附近的钠长变花岗岩体中, 其产出受接触带断层影响。断层破碎带一般宽几十米至几百米, 此类矿体一般均产于破碎带中(以外接触带为主), 沿接触带的一些次级裂隙充填交代, 呈脉状产出, 与石英脉密切共生(图 3)。通常在空间上呈侧幕状产出, 由上而



1-来利山锡矿; 2-老平山锡矿; 3-百花脑稀有稀土矿; 4-铁箐山钨锡矿; 5-小龙河锡矿; 6-铜厂山铅锌矿; 7-滇滩铁矿; 8-老厂坪子铜铅锌矿; 9-红岩头铅锌矿; 10-大铜厂铜铅锌矿; 11-石洞坝铅锌矿

图 1 滇西腾冲地区地质矿产图

(据文献 [14] 修改, 年龄数据来自文献 [4, 5, 8, 9, 10, 16, 17])

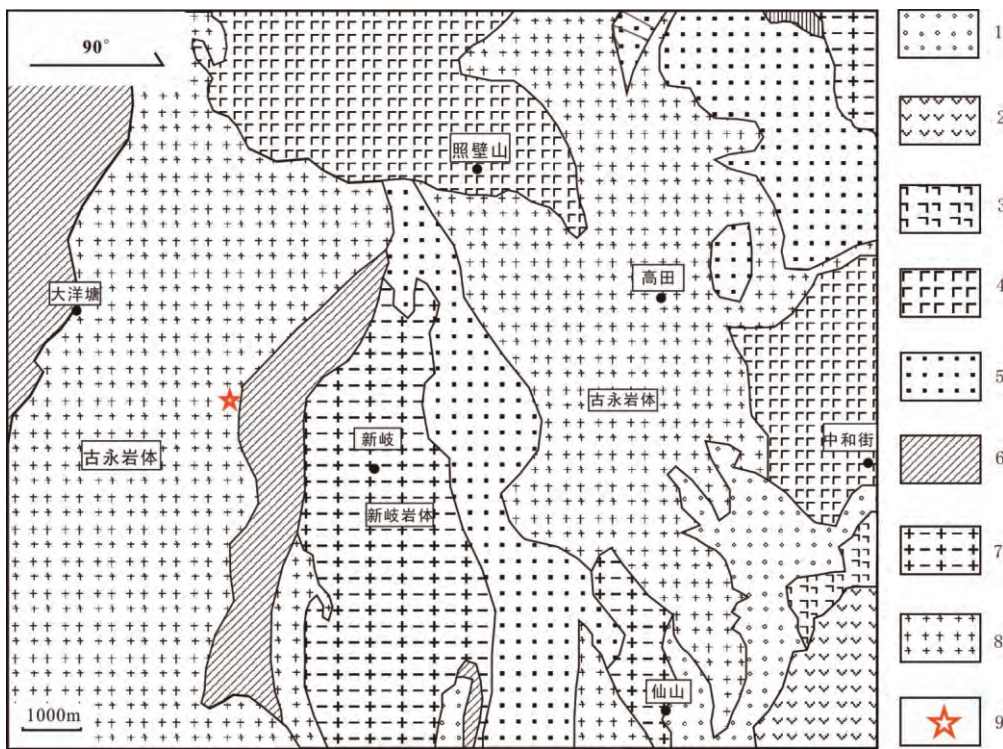
Fig.1. Schematic geological map of Tengchong area, western Yunnan Province, China showing the distribution of main ore deposits deposits.

下, 依次为硅化带—白(锂)云母线带—石英细脉带—石英大脉带, 石英大脉带可穿插于钠长蚀变花岗岩中数十米^[18]。与钨锡矿共生的围岩主要为不等粒或细粒钠长变花岗岩以及(黑云母)蚀变二长花岗岩等。云英岩型矿体主要产于石英脉两侧或者顶部的蚀变带中, 一般呈脉状、透镜状和不规则状产出。

矿体一般呈脉状和透镜状沿断裂带产出, 因此在空间上呈成群的带状分布, 矿化体往往宽几米到数十米, 长达几千米, 向下延伸三四百米。矿脉浅部可见线状(含锡白锂云母线), 往下过渡为细脉状、大脉状, 脉壁较平整有擦痕^[18]。

矿体规模大小不一, 通常长数十米到数百米, 矿体厚度一般为 0.3~2.0 m, 平均厚度为 0.5~1.0 m, 矿体往深部延伸几十米到数百米。矿体产状与断层、接触线一致, 近乎南北向, 也与勐洪群砂砾岩地层中的片理产状基本一致。无论大脉、细脉都沿岩层的片理产出, 局部斜交。矿体走向大致与该区花岗岩分布的走向一致, 倾角较大, 约 50°~60°^[18]。

钨锡矿-石英脉矿体中, 脉石矿物主要以石英为主, 其次有白云母、绢云母、黑云母和铁锂云母等。金属矿物以黑钨矿、锡石、辉钼矿、黄铁矿、黄铜矿、白铁矿和(铁)闪锌矿为主, 次要矿物有单质铋、铁铝榴石、辉铋矿和



1-第四纪砂砾岩; 2-第四纪安山岩; 3-全新世玄武岩; 4-上更新统安山玄武岩; 5-勐洪群砂砾岩; 6-高黎贡山变质岩; 7-喜山期花岗岩; 8-燕山期花岗岩; 9-辉钼矿采样位置

图2 云南腾冲新岐地区地质简图 (据文献[18]改编)

Fig.2. Sketched geological map of Tengchong xinqi area ,Yunnan Province ,China.

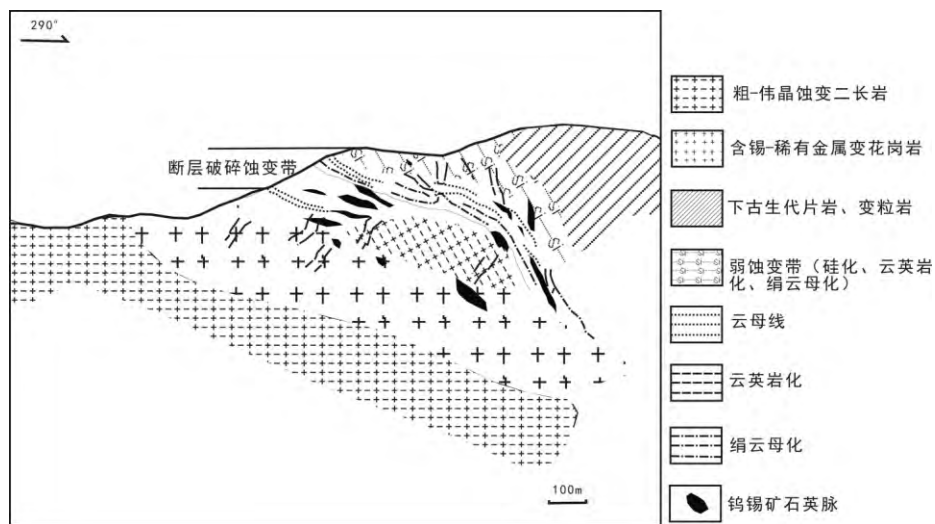
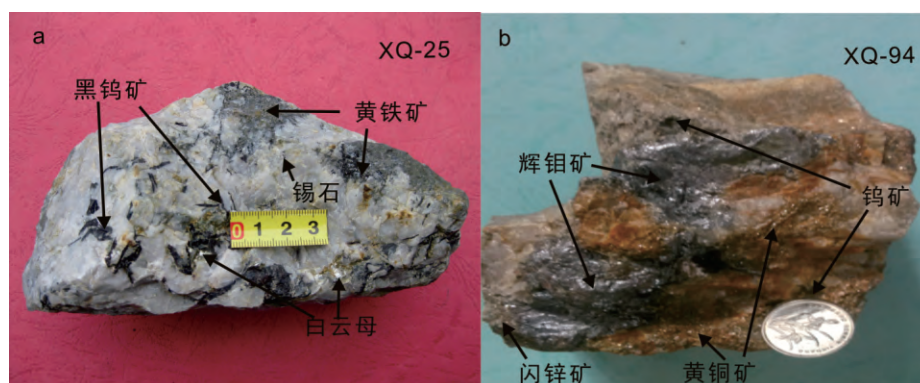


图3 腾冲新岐钨锡矿区地质剖面图 (据文献[18]改编)

Fig.3. Geological profile of tungsten-tin ore ,Xinqi tungsten-tin deposit ,Tengchong area.

萤石等(图 4a)。辉钼矿结晶较早,呈大片自形晶产出,呈团块状、浸染状与石英脉共生。黑钨矿和锡石是该区主要工业矿物,主要以团块状、浸染状和条带状与石英脉共生。黑钨矿粒

度较粗,一般几毫米至 0.02~0.03 m,多为自形、半自形粒状。晚期有云英岩交代充填。云英岩矿体中金属矿物与石英脉型类似,其标型矿物有黄玉和少量的萤石以及铁铝榴石。



a-黑钨矿呈板状与石英共生; b-辉钨矿呈团块状与石英脉共生

图4 新岐钨锡矿床的矿石手标本照片

Fig.4. Hand specimen pictures of tungsten-tin deposits in Xinqi tungsten-tin deposit.

3 样品采集及分析

8块含辉钨矿石英脉样品采自新岐矿区麂子山民采矿坑。辉钨矿晶形发育较好,粒径约1~5 mm,多呈团块状、星点状与石英脉共生,同时伴生有黑钨矿、白云母、以及黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿等硫化物(图4b)。将含辉钨矿的石英脉样品破碎后,在双目镜下挑选出8个辉钨矿的单矿物样品。单个辉钨矿样品质量为1.1~7 g,纯度大于98%。用酒精清洗后玛瑙研钵磨碎至200目以下。

Re-Os同位素分析测试工作在国家地质实验测试中心完成。将准确称取好的样品0.3~0.5 g,通过细颈漏斗加入到Carius管底部。缓慢加液氮到有半杯乙醇的保温杯中,控制温度在-80~-50℃,使其成粘稠状。将装有样品的Carius管放到该保温杯中,再用超纯HCl通过细颈漏斗把准确称量好的¹⁸⁵Re和¹⁹⁰Os混合稀释剂转入Carius管底部,然后再加入适量的HNO₃,然后封闭Carius管,加热分解样品,从制备的热液中蒸馏得到Os,萃取得到Re,具体的化学处理过程可以参见文献^[19-23]。

采用美国TJA公司生产的电感耦合等离子体质谱仪TJA X-series ICP-MS来测定同位素比值。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和192,用185监测Re。实验流程Re、Os以及¹⁸⁷Os的空白水平分别为0.0029±0.0013 ng、0.00022±0.00039 ng和0.00035±0.00123 ng远远小于样品中所测的铼和钨含量,

因此不会影响ICP-MS测量精度。本次实验所使用的标准物质GBW04436(JDC)的标准年龄为139.6±3.8 Ma,实际测定的结果为140.1±2.8 Ma,标样与测定值之间的偏差小于4‰。

4 结果及讨论

滇西腾冲新岐地区钨锡多金属矿8件辉钨矿中的Re-Os同位素分析结果见表1。样品所获得的模式年龄在68.36~70.82 Ma之间(除XQ-93号),其中XQ-93号样品由于普通Os含量为0.042×10⁻⁹,相对于其它7件样品(平均含量0.0112×10⁻⁹)明显偏大,模式年龄73.58±1.34 Ma也相对偏大,因此作图时未予采用。其余7件样品采用Isoplot软件做等时线图,得到的7件样品等时线年龄为68.6±3.9 Ma(图5a)。等时线纵截距为0.004±0.018,表明初始的¹⁸⁷Os含量接近于零,其模式年龄是可靠的。MSWD值为2.2,表明相关系数较高,该辉钨矿数据满足定年条件。除XQ-93号样品之外,其余7个样品获得的模式年龄(图5b)加权平均值为69.38±0.75 Ma(置信区间95%),与等时线年龄非常接近。因此,本次实验获得的Re-Os等时线年龄(68.6±3.9 Ma)是可靠的,可以代表该区矿床的确切成矿年龄。

对腾冲地区的花岗岩成岩年代,前人做了大量研究工作,大致划分出东河花岗岩带、古永花岗岩带以及槟榔江花岗岩带。对于前人已经获得的部分东河、古永及槟榔江岩体的同位素年龄数据总结如表2。从统计结果(图6)可以看出,腾冲地区花岗岩形成时代主要在130~40 Ma,主要

表 1 云南腾冲新岐钨锡矿中辉钼矿 Re-Os 同位素测试结果

Table 1. Re-Os isotopic date for molybdenite in Xinqi tungsten-tin deposit, Tengchong area, Yunnan Province

样品号	m/g	$w(\text{Re}) / \times 10^{-9}$		$w(\text{普 Os}) / \times 10^{-9}$		$w(^{187}\text{Re}) / \times 10^{-9}$		$w(^{187}\text{Os}) / \times 10^{-9}$		模式年年龄 / 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
XQ-89	0.49999	0.2638	0.0028	0.0098	0.0004	0.1658	0.0017	0.1918	0.0019	69.38	1.14
XQ-90	0.30196	0.5913	0.0053	0.0079	0.0004	0.3716	0.0034	0.4267	0.0046	68.87	1.12
XQ-91	0.29993	0.4506	0.0048	0.0144	0.0006	0.2832	0.0030	0.3227	0.0031	68.36	1.13
XQ-92	0.30218	0.4318	0.0058	0.0154	0.0006	0.2714	0.0037	0.3187	0.0029	70.46	1.28
XQ-93	0.30189	0.4517	0.0061	0.0429	0.0013	0.2839	0.0038	0.3483	0.0032	73.58	1.34
XQ-94	0.30054	0.4382	0.0050	0.0020	0.0004	0.2754	0.0032	0.3195	0.0033	69.60	1.21
XQ-95	0.30004	0.4252	0.0092	0.0152	0.0014	0.2673	0.0058	0.3155	0.0046	70.82	1.93
XQ-96	0.30012	0.4431	0.0110	0.0136	0.0005	0.2785	0.0069	0.3223	0.0033	69.43	1.95

注: 国家地质测试中心屈文俊、李超等.

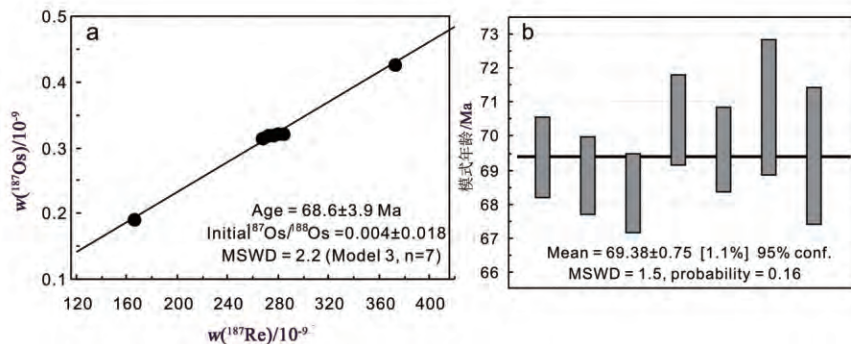


图5 a. 新岐钨锡矿辉钼矿 Re-Os 等时线图年龄;
b. 新岐钨锡矿辉钼矿 Re-Os 模式年龄加权平均值

Fig.5. a. Re-Os isochron for molybdenite in Xinqi tungsten-tin deposit;
b. Weighted average Re-Os model age for molybdenite in Xinqi tungsten-tin deposit.

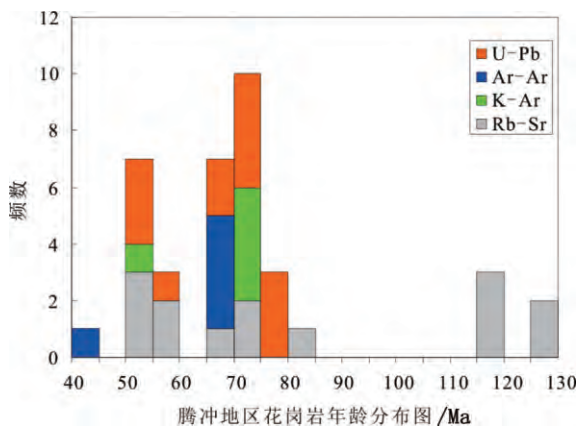


图 6 腾冲地区花岗岩年龄分布图 (年龄数据来自表 2)
Fig.6. Age distribution diagram for granite in Tengchong area (Data of age from table 2).

成岩高峰有 110 ~ 130 Ma、70 ~ 80 Ma 以及 50 ~ 60 Ma, 大致可以划分出 3 期成岩作用, 在区域上分别对应东河花岗岩岩群 (145 ~ 110 Ma)、古

永花岗岩群 (85 ~ 65 Ma) 和槟榔江花岗岩群 (65 ~ 45 Ma) [4-5]。表明该地区在早白垩世、晚白垩世以及新生代岩浆活动强烈。

该区三大花岗岩带均有矿产的分布, 矿体主要出于蚀变的钠长花岗岩、二长花岗岩、白云母花岗岩以及钾长花岗岩体中。董方洵等 [14] 对产于东北部的东河花岗岩带中大碛厂铅锌矿床中的辉钼矿进行 Re-Os 测年工作, 获得的成矿年龄为 118.0 ± 2.4 Ma, 与成矿密切相关的斑岩成岩年龄约在 118 ~ 127 Ma, 认为斑岩的成岩作用与成矿作用同期。对于中部古永花岗岩带, 马楠等 [15] 在腾冲大松坡地区测得花岗岩锆石 U-Pb 年龄为 70.3 ± 3.2 Ma、 71.5 ± 2.1 Ma 和 75.3 ± 4.2 Ma, 测得锡矿石中锡石的 U-Pb 年龄为 75.5 ± 2.6 Ma, 并认为成矿年龄与成岩年龄在误差允许范围内一致。云南地质科学研究所 [18] 在中和一带通过黑云母 Rb-Sr 法及 K-Ar 法测得古永花岗

表 2 腾冲地区东河、古永及新岐岩体同位素年龄

Table 2. Dates available for Donghe, Guyong and Xinqi rockmasses from Tengchong area

采样位置	测试对象	分析方法	年龄/Ma	资料来源
云南滇滩	黑云母钾长花岗岩	全岩 Rb-Sr 等时线	118、127	陈吉琛等 ^[4]
云南大碛厂	花岗斑岩	全岩 Rb-Sr 等时线	127	罗君烈 ^[8]
云南腾冲古永岩体	二长闪长岩	全岩 Rb-Sr 等时线	84	云南地科所 转引自吕伯西等 ^[9]
腾冲瑞颠大松坡	云英岩(岩脉)	铁锂云母 Rb-Sr 等时线	70	云南省地质科学研究所锡矿组 转引自吕伯西等 ^[9]
腾冲小龙河	斑状黑云二长花岗岩	黑云母 K-Ar 法	72.3±1.4	云南省地科所,西德矿研究所 转引自吕伯西等 ^[9]
腾冲小龙河	粒状黑云二长花岗岩	黑云母 K-Ar 法	71.8±1.1	云南省地科所,西德矿研究所 转引自吕伯西等 ^[9]
云南大松坡	锡矿石	锡石 U-Pb 法	75.5±2.6	马桶等 ^[15]
云南大松坡	黑云母花岗岩 二长花岗岩	锆石 U-Pb 法	70.3±3.2	马桶等 ^[15]
			71.5±2.1	
			75.3±4.2	
腾冲小龙河	浅色花岗岩	锆石 U-Pb 法	76±1	Xu et al ^[17]
腾冲小龙河西5Km	斑状黑云二长花岗岩	黑云母 K-Ar 法	73.99	贵阳地化所,张玉泉等 ^[12]
腾冲中和至新岐大路旁	斑状粗粒花岗岩	黑云母 Rb-Sr 等时线	72	云南省地质科学研究所锡矿组 转引自吕伯西等 ^[9]
腾冲中和-新岐剖面	中粗粒黑云母花岗岩	黑云母 K-Ar 法	70.6	云南区调队,1981 转引自吕伯西等 ^[9]
云南腾冲古永岩体	中粒黑云母花岗岩	锆石 U-Pb 法	67.8±1.4	杨启军等 ^[10]
云南腾冲古永岩体	斑状花岗岩	锆石 U-Pb 法	74.9±1.8	杨启军等 ^[10]
云南腾冲古永岩体	细粒斑状二长花岗岩	钾长石 Ar-Ar 法	67.3±1.5	江彪等 ^[16]
云南腾冲古永岩体	黑云母花岗岩	钾长石 Ar-Ar 法	65.3±1.2	江彪等 ^[16]
腾冲固东晒米坡	黑云母花岗岩	黑云母 Rb-Sr 法	116	云南省地质科学研究所锡矿组 转引自吕伯西等 ^[9]
腾冲铁箐山	黑云母花岗岩	黑云母 Rb-Sr 法	118	云南省地质科学研究所锡矿组 转引自吕伯西等 ^[9]
腾冲中和老平山	云英岩(岩脉)	白云母 Rb-Sr 等时线	69	云南省地质科学研究所锡矿组 转引自吕伯西等 ^[9]
云南腾冲漆木脑西	二长花岗岩	黑云母 Ar-Ar	66.36	董方浏等 ^[5]
腾冲百花脑矿体	白云母钠长花岗岩	黑云母 Ar-Ar	65.58	董方浏等 ^[5]
腾冲百花脑	花岗岩	锆石 U-Pb 法	72±0.8	Xu et al ^[17]
腾冲新岐来利山	黑云母钾长花岗岩 黑云母二长花岗岩	黑云母 Rb-Sr 法	52.9	罗君烈 ^[8]
			59.8	
腾冲来利山	花岗岩	锆石 U-Pb 法	53.2±0.6	Xu et al ^[17]
			51.1	
			54.8	
腾冲来利山淘金处	正长花岗岩	全岩 Rb-Sr	58.9	陈吉琛 ^[4]
腾冲来利山淘金处	正长花岗岩	黑云母 K-Ar	54	吕伯西等 ^[9]
腾冲来利山三个碛	二长花岗岩	钾长石 Ar-Ar	42.88	董方浏等 ^[5]
云南盈江铜壁关	花岗岩	锆石 U-Pb 法	52.1±0.8	Xu et al ^[17]
云南盈江那帮	花岗岩	锆石 U-Pb 法	54.5±1.6	Xu et al ^[17]
盈江龙洞	花岗岩	锆石 U-Pb 法	56.3±1.1	Xu et al ^[17]
盈江草坝寨	花岗岩	锆石 U-Pb 法	66.1±1.3	Xu et al ^[17]

岩体的年龄为 72 Ma 和 76 Ma; 而在中和不远处的老平山, 通过含锡云英岩中白云母的 Rb-Sr 法测得成矿年龄为 69 Ma。而本次通过新岐百花脑地区钨锡矿中辉钼矿的 Re-Os 同位素测定, 获得该

区成矿年龄为 68.6±3.9 Ma, 该地区附近董方浏等^[5]通过黑云母 Ar-Ar 法测得漆木脑西的二长花岗岩年龄为 66.36 Ma、百花脑地区白云母钠长花岗岩年龄为 65.58 Ma; Xu 等^[17]通过锆石 U-Pb 法

测得百花脑地区花岗岩年龄为 72 ± 0.8 Ma。其成岩年龄 (65 ~ 72 Ma) 与本次测得的成岩年龄 (68.6 ± 3.9 Ma) 基本相当。由此, 我们可以进一步推断, 在该区西南部槟榔江花岗岩群中, 钨锡矿的成矿时代也应该与槟榔江花岗岩成岩时代同时或稍晚。

从图 2 可以看出, 古永岩体与新岐岩体紧密共生, 新岐岩体呈透镜状夹于古永岩体之间, 两者相距仅几千米。目前已经获得的古永岩体以及新岐岩体的年龄数据如表 2 所示: 古永岩体 16.3 ~ 84 Ma, 从北往南年龄由老变新; 新岐岩体年龄为 42.88 ~ 66.36 Ma, 也具有从北往南年龄逐渐变新的趋势。由此可知无论在空间上还是时间上, 古永岩体与新岐岩体很难有明显的界限。由此我们推断, 在成岩时代上, 晚期古永岩体与早期新岐岩体无明显的界限, 可能具有一定的连续性。本次在新岐百花脑地区古永岩体与新岐岩体的交汇处采集的辉钼矿样品, 通过 Re-Os 等时线定年获得的成矿年龄为 68.6 ± 3.9 Ma, 而董方浏等^[5]在百花脑地区通过黑云母 Ar-Ar 法测得的花岗岩成岩年龄为 65.58 和 66.36 Ma。Xu 等人^[17]在百花脑地区通过锆石 U-Pb 法获得的花岗岩成岩年龄为 72 ± 0.8 Ma, 在误差允许的范围内, 其成矿年代与成岩年代基本一致。同时也进一步验证了晚期古永岩体与早期新岐岩体之间无明显的界限, 只是具有不同的岩浆来源和演化过程。

前人通过对拉萨板块的研究表明: 印度大陆与亚洲大陆的主碰撞期在 50 ~ 55 Ma, 初始碰撞时间可以追溯到 65 Ma, 而喜马拉雅新特提斯洋最终封闭于 65 ~ 70 Ma^[24-25]。杨启军等^[10]认为在晚白垩世晚期 (65 ~ 80 Ma), 向北俯冲的特提斯洋壳板块撕裂成两段, 西段特提斯洋俯冲由陡倾

变为平缓, 形成双壳结构, 对壳幔相互作用产生屏蔽作用, 造成冈底斯地区岩浆作用减弱。而东段腾梁地区, 板片俯冲依然陡倾进入俯冲峰期。可能的地幔熔融形成玄武质岩浆底侵作用, 造成了地壳的垂向增生, 使得中下地壳产生熔融, 形成 S 型花岗岩岩浆沿断裂带侵入到地表。江彪^[16]在大松坡地区发现了对伸展构造具有重要指示意义的 A 型古永花岗岩, 其形成年龄为 65 ~ 68 Ma, 通过 Rb/30-Hf-Ta 构造环境图解投影指示其产于构造造山后的伸展构造动力学背景, 也进一步证实新岐地区在 65 ~ 72 Ma 时处于碰撞伸展阶段。从成岩时代上来看, 新岐地区晚期的古永岩体以及早期的新岐岩体形成于晚白垩世, 时代约为 65 ~ 72 Ma, 是介于新特提斯洋完全封闭和印度板块与亚洲板块陆陆碰撞的过渡阶段, 大量产出具有壳源 S 型特征的花岗岩, 其分异演化直接控制了该地区的钨锡多金属矿的成矿作用^[26]。

5 结 论

通过对新岐地区钨锡多金属矿中辉钼矿 Re-Os 同位素测定, 首次获得该区钨锡多金属矿床精确的成矿年龄, 其 Re-Os 等时线年龄为 68.6 ± 3.9 Ma, 与该区成矿密切相关的晚期古永花岗岩以及早期新岐花岗岩的侵位年龄 65 ~ 72 Ma 基本一致, 在误差允许的范围内, 可认为本区钨锡多金属矿成矿与成岩年龄基本一致, 成矿年龄同时或稍晚于成岩年龄, 均为晚白垩世产物。

致 谢: 在野外工作得到了云南腾冲腾矿业有限公司刘福堂总经理以及新岐选矿厂的大力支持和帮助, 在此深表谢意。

参 考 文 献:

- [1] 谢韬, 林仕良, 丛峰, 李再会, 邹光富, 李军敏, 梁婷. 滇西梁河地区钾长花岗岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年及其地质意义 [J]. 大地构造与成矿学, 2010, 24(3): 419-428.
- [2] 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 李再会, 林仕良, 丛峰, 谢韬, 邹光富. 滇西高黎贡山群变质岩的锆石年龄及其构造意义 [J]. 岩石学报, 2012, 28(5): 1529-1547.
- [4] 陈吉琛, 林文信, 陈良忠. 腾冲-梁河地区含锡花岗岩序列-单元研究 [J]. 云南地质, 1991, 10(3): 241-289.
- [5] 董方浏, 侯增谦, 高永丰, 曾普胜, 蒋成兴. 滇西腾冲新生代花岗岩: 成因类型与构造意义 [J]. 岩石学报, 2006, 22(4): 927-937.
- [6] 张士鲁. 云南腾冲锡矿带地质背景及锡矿类型 [J]. 矿床地质, 1986, 5(3): 19-26.
- [7] 毛景文, 张士鲁, Rossi P. 云南腾冲地区含锡花岗岩及其与成矿关系 [J]. 岩石学报, 1987, 3(4): 32-43.

- [8] 罗君烈. 滇西锡矿的花岗岩类及其成矿作用 [J]. 矿床地质, 1991, 10(1): 81-96; 80.
- [9] 吕伯西, 王增, 张能德, 段建中, 高子英, 沈敢富, 潘长云, 姚鹏. 三江地区花岗岩类及其成矿专属性 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [10] 杨启军, 徐义刚, 黄小龙, 罗震宇, 石玉若. 滇西腾冲—梁河地区花岗岩的年代学、地球化学及其构造意义 [J]. 岩石学报, 2009, 25(5): 1092-1104.
- [11] 丛峰, 林仕良, 谢韬, 李再会, 邹光富, 梁婷. 滇西腾冲—梁河地区花岗岩锆石稀土元素组成和U-Pb同位素年龄 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2010, 40(3): 573-580.
- [12] 张玉泉, 谢应雯. 三江地区锡矿带地球化学初步研究 [J]. 地质评论, 1987, 33(2): 138-147.
- [13] 杜安道, 屈文俊, 王登红, 李厚民, 丰成友, 刘 华, 任 静, 曾法刚. 辉钼矿亚晶粒范围内 Re 和¹⁸⁷Os 的失耦现象 [J]. 矿床地质, 2007, 26(5): 572-580.
- [14] 董方浏, 侯增谦, 高永丰, 曾普胜, 蒋成兴, 杜安道. 滇西腾冲大铜厂铜-铅-锌矿床的辉钼矿 Re-Os 同位素定年 [J]. 矿床地质, 2005, 24(6): 663-668.
- [15] 马楠, 邓军, 王庆飞, 王长明, 张静, 李龚健. 云南腾冲大松坡锡矿成矿年代学研究: 锆石 LA-ICP-MS U-Pb年龄和锡石 LA-MC-ICP-MS U-Pb年龄证据 [J]. 岩石学报, 2013, 4(4): 1223-1231.
- [16] 江彪, 龚庆杰, 张静, 马楠. 滇西腾冲大松坡锡矿区晚白垩世铝质 A 型花岗岩的发现及其地质意义 [J]. 岩石学报, 2012, 28(5): 1477-1492.
- [17] Xu Y G, Yang Q J, Lan J B, Luo Z Y, Huang X L, Shi Y R. Temporal-spatial distribution and tectonic implications of the batholiths in the Gaoligong-Tengliang-Yingjiang area, western Yunnan: Constraints from zircon U-Pb ages and Hf isotopes [J]. J Asian Earth Sci, 2012, 53: 151-175.
- [18] 云南省地矿局第三地质大队. 云南省腾冲县新岐钨锡矿及含锡稀有多金属矿区初步地质普查报告 [R]. 1983.
- [19] Shirey S B and Walker R J. Carius tube digestion for low blank rhenium_ osmium analysis [J]. Anal Chem, 1995, 67(13): 2136-2141.
- [20] 谢智, 张巽, 陈江峰. 铼-钨同位素分析中样品的预处理 [J]. 岩矿测试, 1997, 16(4): 284-288.
- [21] 杜安道, 何红蓼, 殷万宁, 邹晓秋, 孙亚利, 孙德忠, 陈少珍, 屈文俊. 辉钼矿的铼-钨同位素地质年龄测定方法研究 [J]. 地质学报, 1994, 68(4): 339-347.
- [22] 杜安道, 赵敦敏, 王淑贤, 孙德忠, 刘敦一. Carius 管溶样负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼-钨同位素地质年龄 [J]. 岩矿测试, 2001, 20(4): 247-252.
- [23] 屈文俊, 杜安道. 高温密闭溶样电感耦合等离子体质谱准确测定辉钼矿铼-钨地质年龄 [J]. 岩矿测试, 2003, 22(4): 254-262.
- [24] Yi A and Harrison T M. Geologic evolution of the Himalayan-Tibetan orogeny [J]. J Ann Rev Earth Planet Sci, 2000, 28: 211-280.
- [25] 莫宣学, 赵志丹, 邓晋福, 董国臣, 周肃, 郭铁鹰, 张双全, 王亮亮. 印度-亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应 [J]. 地学前缘, 2004, 10(3): 135-148.
- [26] [李良, 陈永健, 秦金虎. 腾冲新岐碱长花岗岩稀有多金属风化壳矿床 [J]. 云南地质, 2009, 28(1): 72-76.