

· 快报 ·

北秦岭官坡地区稀有金属伟晶岩锡石 U-Pb 年龄

曾威^{1,2,3}, 周红英^{1,3}, 孙丰月^{2*}, 王佳莹^{1,3}, 毕君辉^{1,3}, 崔玉荣^{1,3}, 陈军强^{1,3}
ZENG Wei^{1,2,3}, ZHOU Hongying^{1,3}, SUN Fengyue², WANG Jiaying^{1,3}, BI Junhui^{1,3},
CUI Yurong^{1,3}, CHEN Junqiang^{1,3}

1. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170;

2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061;

3. 华北地质科技创新中心, 天津 300170

1. Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China;

2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

3. North China Center of Geoscience Innovation, Tianjin 300170, China

Zeng W, Zhou H Y, Sun F Y, Wang J Y, Bi J H, Cui Y R, Chen J Q. Cassiterite U-Pb age of rare metal pegmatites in Guanpo area, North Qinling, China. *Geological Bulletin of China*, 2021, 40(12): 2179-2182

秦岭造山带古生代构造演化是热点研究问题, 关于该带早古生代造山作用发生的时限存在较大的争议。学者们通过总结大量稀有金属伟晶岩的形成时代, 认为稀有金属伟晶岩多形成于造山晚期或造山后或非造山环境等相对稳定的构造背景^[1-2], 强烈造山阶段稀有金属由于缺乏稳定的环境而不能有效聚集。因此稀有金属伟晶岩的大量分布可以作为造山过程结束的标志, 指示当时的构造背景。

北秦岭官坡—丹凤地区是中国最重要的伟晶岩型铀成矿区和重要的伟晶岩型稀有金属成矿区(图1), 分布有光蚀沟铀矿、小花岔铀矿等伟晶岩型铀矿床, 以及南阳山锂钽矿、蔡家沟锂钽矿、七里沟锂钽矿等伟晶岩型稀有金属矿。前人通过对区内含铀伟晶岩中的锆石和晶质铀矿开展 U-Pb 测年, 获得了大量精确可靠的年龄信息, 其主要分布于 420~405 Ma^[3-4] 之间。但由于该地区稀有金属伟晶岩中锆石蜕晶质化作用强烈, 很难获得可靠的锆石

U-Pb 年龄。目前对稀有金属伟晶岩的成岩成矿时代并不清楚, 制约了北秦岭地区稀有金属成矿理论的研究。

本文通过锡石 LA-MC-ICPMS U-Pb 测年获得北秦岭官坡地区稀有金属伟晶岩精确的形成年龄, 对北秦岭地区伟晶岩型稀有金属成矿理论的研究及约束秦岭造山带早古生代构造演化具有重要意义。

1 区域和矿区地质特征

北秦岭构造带是秦岭造山带中构造变形最强烈、构造演化最复杂的地区。其自北向南主体由宽坪单元、二郎坪单元和北秦岭微陆块组成, 各单元之间分别以瓦穴子断裂带和朱夏断裂带分隔。

在北秦岭微陆块内卢氏—丹凤地区分布有 6000 余条伟晶岩脉, 构成商南、栾庄、官坡、龙泉坪 4 个伟晶岩密集区, 其中商南和栾庄地区形成伟晶岩型铀矿密集区, 官坡地区形成伟晶岩型稀有金属矿

收稿日期: 2021-04-04; 修订日期: 2021-09-09

资助项目: 中国地质调查局项目《河南省卢氏—熊耳山找矿远景区金、钼、银等多金属矿资源远景调查》(编号: DD20160043-5) 和《纳米比亚—博茨瓦纳铀矿资源调查》(编号: DD20201148)

作者简介: 曾威(1985-), 男, 在读博士生, 高级工程师, 从事区域成矿规律研究。E-mail: 314818431@qq.com

* 通信作者: 孙丰月(1963-), 男, 博士, 教授, 从事矿床学、矿产勘查学教学及研究工作。E-mail: sunfeng0669@sina.com

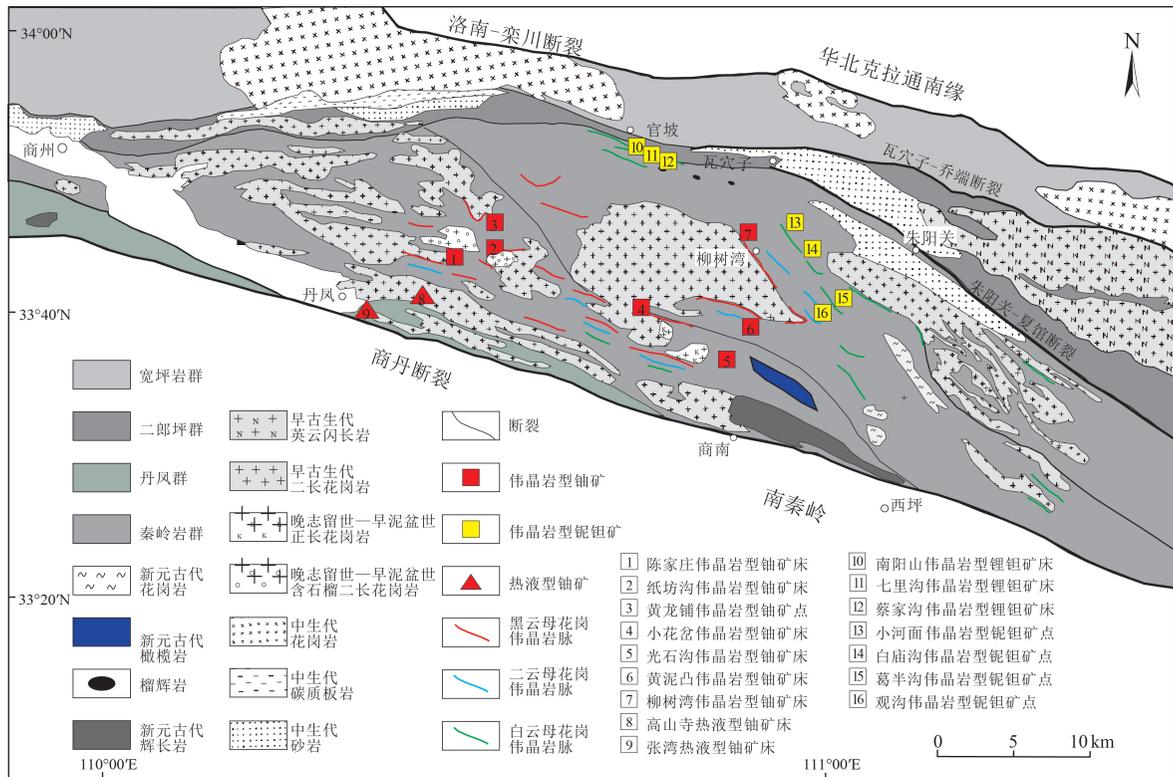


图1 研究区区域地质和稀有金属、铀矿床(点)分布图

Fig. 1 Regional geological map in research area and the distribution of rare metal and uranium deposits

集区。官坡地区自西向东依次分布有南阳山、七里沟和蔡家沟铀矿床(图1),另外还分布大量稀有金属矿化伟晶岩。

研究区的稀有金属伟晶岩脉产于南阳山铀矿区内,矿区位于母猪坑背斜北翼,区内断裂构造发育,北西西向朱夏区域性断裂从矿区通过,瓦穴子断裂在矿区北部发育。矿区以南分布有早古生代灰池子复式岩体。矿区含矿伟晶岩侵入中元古界秦岭岩群界牌岩组中,围岩岩性主要为大理岩和斜长角闪片岩。矿区共有伟晶岩脉80余条,较具规模的铀矿化伟晶岩脉11条,脉长二十几米至两百多米,脉宽不足1 m至近十米。依伟晶岩矿物成分可划分为多种伟晶岩类型,包括微斜长石伟晶岩、钠长石微斜长石伟晶岩、锂辉石钠长石微斜长石伟晶岩、锂辉石钠长石伟晶岩、锂云母锂电气石钠长石伟晶岩等,铀矿化伟晶岩主要为后3种。

2 研究方法

伟晶岩中的锆石因其高的U和Th含量,常引发蜕晶质化作用,使锆石的年龄数据杂乱,无法获

得准确的形成年龄。稀有金属伟晶岩中锡石是常见的副矿物,结构与性质稳定,其U-Pb同位素体系不易因扩散迁移导致同位素信息丢失,因此锡石U-Pb测年成为确定稀有金属伟晶岩成岩成矿时代的有效方法之一。

稀有金属伟晶岩样品采自南阳山矿区平洞中,岩性为锂辉石钠长石伟晶岩,块状构造,主要矿物成分为石英、钠长石、锂辉石、白云母、电气石,含少量微斜长石。副矿物主要有铌锰矿、铌铁矿、锡石、锆石。在河北省区域地质调查研究所完成锡石单矿物分选后,在中国地质调查局天津地质调查中心开展锡石制靶、透射光、反射光和阴极发光照相及锡石U-Pb同位素测年。U-Pb同位素测年所使用的仪器为Neptune多接收电感耦合等离子体质谱仪和New Wave 193 nm ArF准分子激光取样系统。选取的激光斑束为35 μm,激光量密度为10~13 J/cm²,频率为8~10 Hz。采用ID-TIMS测得U-Pb年龄的锡石AY-4样品(²⁰⁶Pb/²³⁸U年龄为158.2 Ma)作为外标进行校正,采用Isoplot软件进行谐和图的绘制和年龄计算^[5]。锡石电子探针成分分析在天津地质

调查中心实验室完成,仪器型号为日本岛津 EPMA-1720,测试条件为加速电压 15 kV,速流强度 10 nA,束斑直径为 5 μm 。

3 研究结果

样品中锡石呈半自形粒状分布于锂辉石矿物中或钠长石、石英、白云母粒间,粒径 80~200 μm ,多在 100 μm 左右,长宽比为 2:1~1:1。锡石透射光下为红褐色或黄褐色,正交偏光镜下具鲜艳的高级干涉色。反射光和背散射图像上锡石矿物结构简单,表面干净,少量锡石中见矿物包体,裂纹不发育,是进行 U-Pb 测年的理想样品(图 2-a)。从锡石的结构和分布形式判断为岩浆结晶成因锡石。

对 16 颗锡石进行了电子探针成分分析,其 Ta_2O_5 含量为 0.131%~1.957% (平均 0.816%), Nb_2O_5 含量为 0.049%~0.704% (平均 0.218%), FeO 含量为 0.055%~0.627% (平均 0.225%), MnO 含量为 0~0.039% (平均 0.008%)。岩浆结晶成因的锡石 Ta、Nb 含量较高,Fe、Mn 含量较低,而热液成因的锡石均较贫 Ta、Nb(低于 1%),而 Fe、Mn 含量较高^[6]。南阳山锂辉石钠长石伟晶岩中锡石 Ta、Nb 含量高,Fe、Mn 含量低,显示岩浆结晶成因锡石的特点,其形成年龄可代表伟晶岩的结晶年龄和稀有金属的成矿年龄。

对 48 个测点进行了 LA-MC-ICPMS U-Pb 年龄测试,所有测点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 值变化范围为 13.16~15.87, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 值变化范围为 0.0314~0.0929, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 值变化范围为 0.2640~0.8035,说明样品普通铅含量很低。利用 48 个测点在 Isoplot 中作图,得到下交点年龄为 420.0 ± 4.3 Ma, $\text{MSWD}=5.3$ 。

由于部分测点明显偏离不一致线,删除这些测点后,得到 34 个测点的下交点年龄为 421.5 ± 1.5 Ma, $\text{MSWD}=0.62$ (图 2-b)。利用分布于谐和线上的 31 个测点计算年龄加权平均值,获得年龄值为 420 ± 2 Ma, $\text{MSWD}=1.5$ (图 2-c)。3 个年龄值在误差范围内一致,说明测年结果可靠。测年结果表明,南阳山矿区稀有金属伟晶岩的形成时代约为 420 Ma,代表了稀有金属的成矿时代,成岩成矿作用发生于末志留世。该年龄与丹凤地区含铀伟晶岩的形成年龄一致(420~405 Ma)^[3-4],二者均与大毛沟正长花岗岩和灰池子岩体晚期花岗岩的形成时代相近^[7],而晚于灰池子岩体早期黑云母二长花岗岩的年龄(441~434 Ma)^[8],反映稀有金属伟晶岩、含铀伟晶岩与大毛沟和灰池子岩体晚期花岗岩一样均为末志留世岩浆活动的产物,但伟晶岩与大毛沟正长花岗岩和灰池子晚期花岗岩是否具有岩浆演化关系,还需要地球化学方面的证据。

Liu 等^[9]对北秦岭榴辉岩的研究表明,北秦岭榴辉岩的峰期变质年龄为 501~497 Ma,并通过地球化学研究证明其原岩来自南秦岭微陆块,说明南秦岭微陆块在 501~497 Ma 发生了向北的陆壳深俯冲,此时商丹洋已经闭合,早古生代碰撞造山作用已经开始。北秦岭东部最早的花岗质岩浆活动形成于 490~480 Ma,代表性岩体为漂池二长花岗岩,其形成于超高压变质沉积岩折返至中下地壳后的部分熔融^[7]。480~460 Ma,北秦岭地区发育大量奥长花岗岩、英云闪长岩、闪长岩-花岗闪长岩等弧岩浆岩,以及具岛弧特征的基性火山岩,其应为北侧原特提斯洋俯冲的产物,为二郎坪岛弧的组成部分;440~430 Ma,北秦岭地区形成以灰池子岩体和

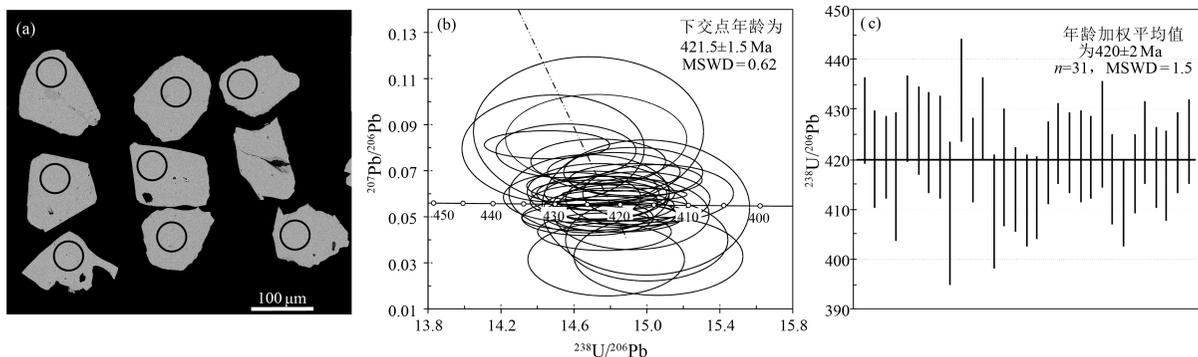


图 2 南阳山矿区伟晶岩锡石背散射图像(a)、谐和图(b)和年龄加权平均值(c)

Fig. 2 Back-scattered electron (BSE) images of cassiterites (a), U-Pb Tera-Wasserburg concordia plot (b) and average age (c) of cassiterite from Nanyangshan rare-metal pegmatites

五垛山岩体为代表的大规模花岗岩浆活动,地球化学研究表明,它们具有I型花岗岩的特征,为新生玄武质下地壳部分熔融的产物^[8]。420~405 Ma,北秦岭地区分布有小的正长花岗岩、二长花岗岩珠(脉)和伟晶岩脉,该期花岗质岩浆活动之后一直到三叠纪之前,北秦岭地区缺乏大规模岩浆活动。Cerny等学者研究认为,稀有金属伟晶岩多形成于造山晚期、造山后或非造山等相对稳定的环境^[1-2]。本文获得南阳山稀有金属伟晶岩的形成时代为420 Ma,说明420 Ma左右北秦岭单元处于造山作用晚期或造山后相对稳定的构造背景。

参考文献

- [1] Cerny P. Fertile granites of Precambrian rare-element pegmatite fields: is geochemistry controlled by tectonic setting or source lithologies? [J]. Precambrian Research, 1991, 51: 429-468.
- [2] 王登红, 邹天人, 徐志刚, 等. 伟晶岩矿床示踪造山过程的研究进展[J]. 地球科学进展, 2004, 4: 614-620.
- [3] 赵如意, 李卫红, 姜常义, 等. 陕西丹凤地区含铀花岗伟晶岩年龄及其构造意义[J]. 矿物学报, 2013, 33(S2): 880-882.
- [4] Yuan F, Jiang S, Liu J, et al. Origin and evolution of uraniferous pegmatite: A case study from the Xiaohuacha granite-pegmatite system and related country rocks in the Shangdan uranium mineralization district of North Qinling Orogenic Belt, China [J]. Lithos, 2020, 356/357: 105379.
- [5] 涂家润, 崔玉荣, 周红英, 等. 锡石 U-Pb 定年方法评述[J]. 地质调查与研究, 2019, 42(4): 241-249.
- [6] 陈骏, 王汝成, 周建平. 锡的地球化学[M]. 南京: 南京大学出版社, 1999: 1-165.
- [7] Qin Z W, Wu Y B, Siebel W, et al. Genesis of adakitic granitoids by partial melting of thickened lower crust and its implications for early crustal growth: A case study from the Huichizi pluton, Qinling orogen, central China[J]. Lithos, 2015, 238: 1-12.
- [8] Wang T, Wang X X, Tian W, et al. North Qinling Paleozoic granite associations and their variation in space and time: Implications for orogenic processes in the orogens of central China[J]. Science in China (Series D), 2009, 52(9): 1359-1384.
- [9] Liu L, Liao X Y, Wang Y W, et al. Early Paleozoic tectonic evolution of the North Qinling Orogenic Belt in Central China: Insights on continental deep Subduction and multiphase exhumation [J]. Earth - Science Reviews, 2016, 159: 58-81.