

doi:10.12097/j.issn.1671-2552.2023.06.015

华北克拉通辽宁李家堡子早前寒武纪花岗伟晶岩型铌钽成矿的年龄证据

姚玉增¹, 李立兴^{2*}, 付建飞¹, 李厚民², 郭荣荣¹, 刘静¹, 王倩²YAO Yuzeng¹, LI Lixing^{2*}, FU Jianfei¹, LI Houmin², GUO Rongrong¹, LIU Jing¹,
WANG Qian²

1. 东北大学资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110819;

2. 中国地质科学院矿产资源研究所自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037

1. School of Resource and Civil Engineering, Northeast University, Shenyang 110819, Liaoning, China;

2. MNR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China

中图分类号: P618.7; P534.4 文献标志码: A 文章编号: 1671-2552(2023)06-1047-03

Yao Y Z, Li LX, Fu J F, Li H M, Guo R R, Liu J, Wang Q. Geochronological constraints on Early Precambrian granitic pegmatite type Nb-Ta mineralization of the Lijiapuzi deposit in North China craton. *Geological Bulletin of China*, 2023, 42 (6): 1047-1049

铌(Nb)、钽(Ta)广泛应用于全球高新科技领域,是不可替代的稀有金属资源,在中国,铌钽属于紧缺战略性矿产。铌钽成矿主要与内生作用有关,国内外目前发现的铌钽矿床几乎都产于过铝质花岗岩、花岗伟晶岩、碱性花岗岩、碳酸岩等侵入体中。

国外大型—超大型铌钽矿床主要分布于古老克拉通内部,形成于各类前寒武纪侵入体中,尤其是早前寒武纪花岗伟晶岩中,例如西澳地区 2.8 Ga 的 Wodgina 矿床和加拿大 2.6 Ga 的 Tanco 矿床(Melcher et al., 2017)。中国目前可供工业利用的铌钽矿床主要分布在华南等地区的过铝质花岗岩和花岗伟晶岩中,主要形成于燕山期,成矿与中国东部显生宙强烈的构造岩浆活动有关。

华北克拉通虽然是世界上规模最大的古老克拉通之一,具有 38 亿年的构造演化历史,但目前尚

未发现早前寒武纪铌钽矿床。华北克拉通东北缘的辽宁省新宾县李家堡子铌钽矿床的矿体为铌钽矿化花岗伟晶岩脉,产于太古宙变质岩系中,可能代表了中国成矿时代最老的铌钽矿床,但目前尚无可靠的成矿年代学约束。本文通过铌钽矿化花岗伟晶岩中铌钽铁矿 LA-ICP-MS U-Pb 测年,约束铌钽成矿时代,以期丰富华北克拉通铌钽矿床成矿理论和探索新找矿方向提供支撑。

1 样品特征和研究方法

李家堡子铌钽矿床位于辽宁省新宾县,构造位置处于华北克拉通东北缘,是近年来东北地区探明的唯一具有开采价值的伟晶岩型稀有金属矿床。李家堡子铌钽矿化伟晶岩脉全部产于新太古代鞍山群通什村组斜长角闪岩和角闪斜长片麻岩中,沿

收稿日期:2023-02-25;修订日期:2023-04-23

资助项目:国家重点研发计划项目《辽东前寒武纪蚀变岩型铌钽矿形成机理与快速探测技术》(编号:2022YFC2905400)和国家自然科学基金项目《辽宁鞍山地区 BIF 型磁铁矿富矿成矿流体来源与铁质富集机制》(批准号:42072112)

作者简介:姚玉增(1972-),男,副教授,从事矿床学和遥感地质学方面的教学与研究工作。E-mail:yaoyuzeng@mail.neu.edu.cn

* 通信作者:李立兴(1984-),男,研究员,从事金属矿床成因研究。E-mail:llixing@cags.ac.cn

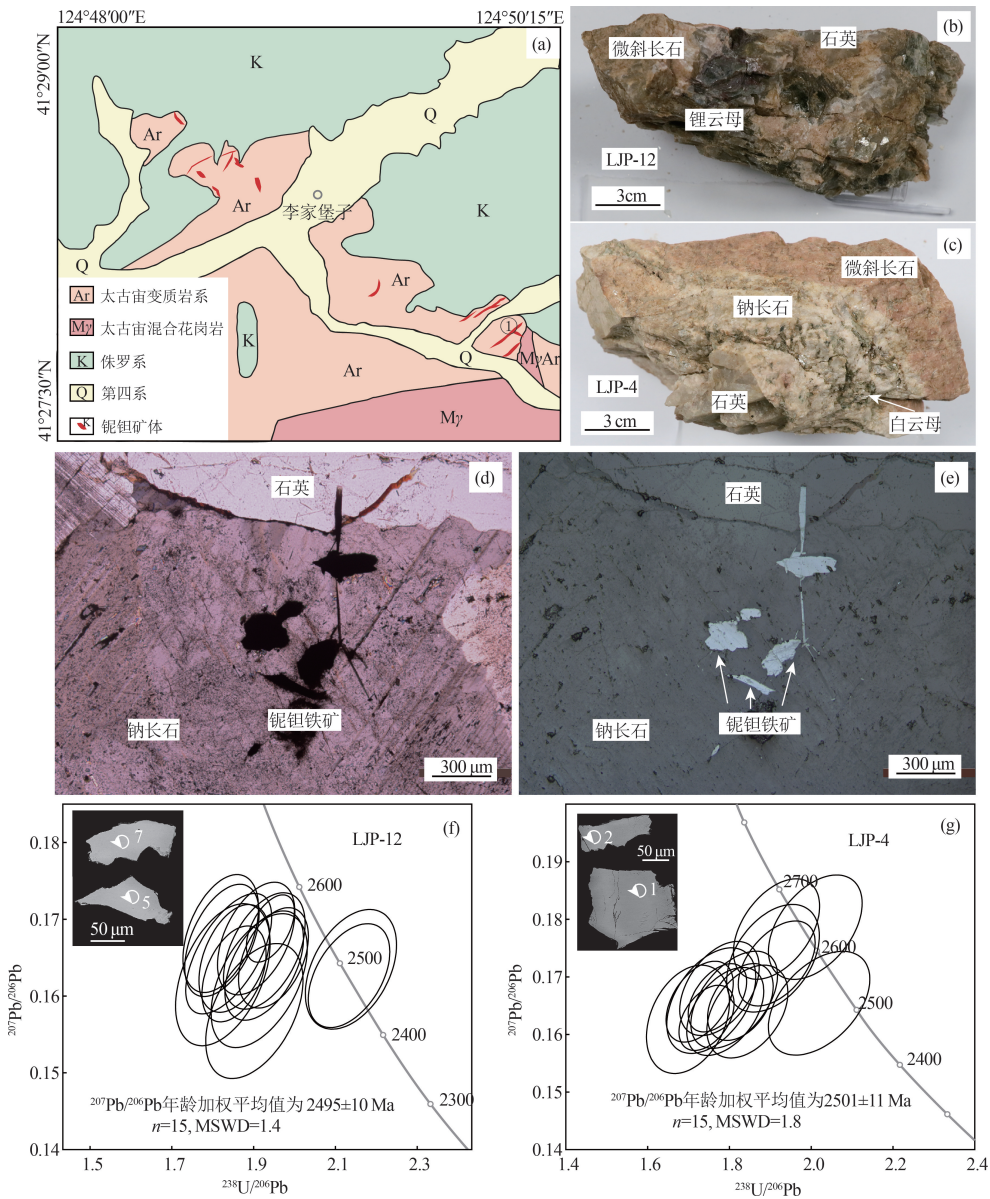


图 1 辽宁新宾李家堡子钽铌矿床地质简图(a)、钽铌矿化花岗伟晶岩手标本照片(b、c)、显微镜下钽铌铁

矿赋存状态(d、e)及花岗伟晶岩中钽铌铁矿 Tera-Wasserburg U-Pb 年龄谐和图(f、g)

Fig. 1 Simplified geological map of the Lijiapuzi Nb-Ta deposit of Xinbin City in Liaoning Province (a), hand specimen photographs of Nb-Ta mineralized granitic pegmatite of sample LJP-12 and LJP-4 (b,c), photomicrographs showing the occurrence state of coltan (d,e) and Tera-Wasserburg concordia plot of U-Pb data of sample LJP-12 and LJP-4 (f,g)

北西向和北东走向 2 组断裂产出,与矿区新太古代末期混合花岗岩无明显共生关系(图 1-a)。含钽铌矿化伟晶岩脉的新太古代变质岩系部分被侏罗纪安山岩和凝灰岩及第四纪沉积物覆盖(图 1-a)。含钽铌伟晶岩主要由钠长石、微斜长石、石英、白云母、锂云母等组成(图 1-b、c),副矿物为钽铌铁矿、磷灰石、锆石等(图 1-d、e)。花岗伟晶岩矿化均匀,

品位较稳定,其中 Nb_2O_5 平均含量 0.0045%, Ta_2O_5 平均含量 0.0312% (Fu et al., 2022)。

李家堡子钽铌矿床地表覆盖严重,但该矿床在 20 世纪 60-70 年代曾作为云母矿床进行开发。本次采集的 2 件钽铌矿化伟晶岩样品(LJP-12 和 LJP-4)取自李家堡子矿床一号伟晶岩脉的地表废弃坑口(图 1-a),样品新鲜,岩性为富钠长石花岗伟

晶岩,含巨片白云母及锂云母(图 1-b,c)。部分样品磨制光薄片并经偏光显微镜鉴定,结合地球化学分析结果(Fu et al., 2022),选取铌钽含量较高的样品,利用比重液和磁选方法初选、在双目镜下挑选出铌钽铁矿。将挑选出的铌钽铁矿粘到环氧树脂制靶,然后利用背散射图像观察铌钽铁矿物形貌及内部结构,选取颗粒较大、成分均一、内部裂隙/包体较少的颗粒进行测试。

铌钽铁矿 U-Pb 测年在自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室联用 Resolution S-155 型 193 nm 准分子激光剥蚀系统和 Thermo Fisher Element XR 电感耦合等离子质谱仪完成。同位素分馏校正采用铌钽铁矿 Coltan139 作外标,铌钽铁矿 002-2 作监控标样,元素含量采用 NIST 610 作外标。激光束斑直径 24 μm ,剥蚀频率 4 Hz,能量密度 4 J/cm²。

2 研究结果

分别对花岗伟晶岩样品 LJP-12 和 LJP-4 中的 15 颗铌钽铁矿进行了 U-Pb 定年,各获得 15 个测点数据,全部位于 Tera-Wasserburg U-Pb 年龄谐和线上或其附近。这些测点对应的铌钽铁矿呈短柱状或不规则状,长宽比介于 1:1~4:1 之间,长 100~300 μm ,在背散射图像上明暗均匀(图 1-f,g),说明颗粒内部化学成分均一。

样品 LJP-12 的 15 个测点具有很低的 Th 含量($<1.26\times 10^{-6}$),较大变化范围的 U 和 Pb 含量($72\times 10^{-6}\sim 877\times 10^{-6}$ 和 $48\times 10^{-6}\sim 601\times 10^{-6}$)。这些测点的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄值集中分布于 2522~2456 Ma 之间,对应的年龄加权平均值为 2495 ± 10 Ma(MSWD=1.4)。样品 LJP-4 的 15 个测点也具有很低的 Th 含量($<0.30\times 10^{-6}$),但 U 和 Pb 含量变化范围较小($572\times 10^{-6}\sim 989\times 10^{-6}$ 和 $411\times 10^{-6}\sim 684\times 10^{-6}$)。这些测点 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄值集中分布于 2526~2465 Ma 之间,对应的年龄加权平均值为 2501 ± 11 Ma(MSWD=1.8)。2 件样品测点计算获得的年龄加权平均值在误差范围内一致,表明李家堡子铌钽矿化花岗伟晶岩的形成时代为 2.51~2.49 Ga。

研究表明,华北克拉通北缘含有大量条带状铁建造的鞍山群变质岩系的沉积时代约为 2.55 Ga,并在约 2.5 Ga 遭受了构造-岩浆事件的改造,导致区域性高级变质作用、深熔作用和壳源花岗岩的形成

(Guo et al., 2022),李家堡子花岗伟晶岩的形成可能与华北克拉通新太古代末期构造-岩浆事件有关。最近,笔者在华北克拉通辽东地区的鞍山式铁矿床中发现,富铁矿体边部富绿泥石蚀变岩发育铌钽矿化,初步研究表明,铌钽成矿时代也与约 2.5 Ga 的花岗质岩浆活动有关(李立兴等, 2022)。这表明,华北克拉通东北缘具有早前寒武纪铌钽成矿和找矿潜力。

形成于 1.4~1.3 Ga 的白云鄂博矿床是中国目前已知的形成时代最老的铌钽矿床,成矿与碳酸岩岩浆活动有关,而与花岗质岩浆活动有关的最老的铌钽矿床产于桂北元宝山和黔东梵净山地区,成矿时代约为 0.82 Ga(Xiang et al., 2020)。辽宁李家堡子铌钽矿床的成矿时代为新太古代末期,是中国形成时代最老的铌钽矿床。

3 结 论

华北克拉通东北缘辽宁新宾李家堡子花岗伟晶岩铌钽矿床成矿时代为 2.51~2.49 Ga,是中国已知成矿时代最老的铌钽矿床。华北克拉通在新太古代末期大范围发育 2.5 Ga 左右的花岗质岩浆活动,同时考虑到全球稀有金属花岗伟晶岩集中形成于早前寒武纪,华北克拉通很可能与国外的古老克拉通一样,具备形成大规模早前寒武纪铌钽矿床的成矿潜力,在太古宙岩系中寻找稀有金属矿化花岗伟晶岩值得重视。

参考文献

- Fu J, Yao Y, Liu J, et al. Geology and petrogeochemistry of Lijiapuzi Nb-Ta granitic pegmatite deposit: implications for ore genesis and prospecting[J]. Applied Sciences, 2022, 12: 2542.
- Guo R R, Li Z H, Liu S W, et al. Late Neoproterozoic geodynamic regime of the northeastern North China Craton: Constraints from metamorphosed volcanic rocks of the Anshan-Benxi greenstone belt[J]. Precambrian Research, 2022, 371: 106583.
- Melcher F, Graupner T, Gäbler H, et al. Mineralogical and chemical evolution of tantalum-(niobium-tin) mineralisation in pegmatites and granites. Part 2: worldwide examples (excluding Africa) and an overview of global metallogenetic patterns[J]. Ore Geology Reviews, 2017, 89: 946-987.
- Xiang L, Wang R, Romer R L, et al. Neoproterozoic Nb-Ta-W-Sn bearing tourmaline leucogranite in the western part of Jiangnan Orogen: Implications for episodic mineralization in South China[J]. Lithos, 2020, 360/361: 105450.
- 李立兴, 李厚民, 付建飞, 等. 华北克拉通鞍山式铁矿床中发现新类型铌钽矿化[J]. 中国地质, 2022, 49(4): 1353-1354.