

西天山备战铁矿区大哈拉军山组火山岩 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 定年

张博¹⁾, 荆德龙¹⁾, 汪帮耀¹⁾, 王梦玺¹⁾, 王子玺¹⁾, 姜常义^{1,2)}

1) 长安大学地球科学与资源学院, 西安, 710054;

2) 西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室, 西安, 710054

西天山阿吾拉勒地区是中国重要的铁铜成矿带之一。备战铁矿作为该成矿带东段的一个大型“火山岩型”铁矿, 其形成与石炭纪大哈拉军山组火山岩有着十分密切的时空及成因联系。虽有前人对该铁矿做过一定程度的地质研究, 但有关该铁矿区火山岩年龄的研究仍相对滞后。火山岩的精确定年作为一种基础地质手段, 其对于理解该地区地质演化具有十分重要的意义。因此, 笔者对备战铁矿区的含矿地层——大哈拉军山组火山岩进行了锆石 LA-ICPMS U-Pb 同位素精确定年, 最终确定了火山岩的年龄及备战铁矿床的形成时限。希望这可为西天山阿吾拉勒地区晚古生代成矿作用的进一步研究提供新的参考资料。

1 地质背景

我国境内的西天山造山带是中亚造山带的重要组成部分, 可划分为“北天山弧增生体”、“伊犁地块北缘活动陆缘”、“伊犁地块”、“伊犁地块南缘活动陆缘”、“中天山复合弧地体”、“西天山(高压)增生楔”以及“塔里木北部被动大陆边缘”等几个部分(高俊等, 2009)。其中伊犁地块夹于中天山北缘断裂与南部的尼古拉耶夫-那拉提山北坡断裂之间, 呈楔形由西向东尖灭。备战铁矿在大地构造位置上则位于伊犁地块东北缘阿吾拉勒地区的东段。阿吾拉勒地区出露的地层以石炭系最为广布, 自上而下依次为伊什基里克组陆相火山岩、阿克沙克组海陆交互相碎屑岩—碳酸盐岩以及大哈拉军山组浅海—滨海相火山岩。备战铁矿的赋矿地层即

为下石炭统大哈拉军山组(C_{1d})。

2 矿区地质

备战铁矿区出露的主要地层为下石炭统大哈拉军山组第三亚组(C_{1d}^f), 其主要由中基性火山熔岩、中基性火山碎屑岩夹薄层状灰岩、大理岩组成。铁矿主要呈层状、似层状赋存于该套地层的火山岩中。备战铁矿区东侧海相碳酸盐岩的存在以及矿区内熔结凝灰岩的出露, 表明备战铁矿应属于海陆交互的古地理环境。

3 岩相学特征

用于分析测试的样品采自备战铁矿区玄武安山岩围岩(地理坐标为: N 43° 14'17.01", E 85° 33'18.16"), 位于大哈拉军山组顶部层位。其岩相学特征总体描述如: 浅灰色—灰绿色, 斑状结构, 块状构造。色率较低, 小于 40。岩石主要由斑晶和基质组成。斑晶包括斜长石、辉石、角闪石, 其中辉石斑晶呈自形—半自形粒状分布, 斜长石斑晶呈自形—半自形板条状分布, 角闪石斑晶呈自形—半自形长柱状分布。基质成分包括斜长石、辉石、磁铁矿和隐晶质。基质具玻基交织结构。所采集的该样品气孔较为发育, 且部分气孔在后期被杏仁体充填。

4 样品制备

把锆石从 20kg 的样品中经过破碎、淘洗、电磁分选、重液分选中选出, 而后在双目镜下挑选出

注: 本文为中国地质调查局科研项目“西天山阿吾拉勒铁矿控矿因素与成矿过程研究”和“新疆西天山阿吾拉勒铁铜矿整装勘查区关键基础地质研究”的成果。

收稿日期: 2015-01-10; 改回日期: 2015-02-10; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 张博, 男, 1991 年生。在读硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: 168239693@qq.com。

表面尽量洁净、含包裹体较少且无明显裂隙的锆石。样品所分选出来的锆石，部分颗粒因破碎过细而不完整，但绝大多数颗粒呈自形~半自形柱状、四方双锥状及复四方双锥状，无色透明，粒径约为 40~200 μm 。样品的锆石单矿物挑选工作在河北廊坊诚信地质服务有限公司单矿物挑选实验室完成。

将挑选出来的锆石约 380 粒用双面胶粘在载玻片上，放上 PVC 环，然后将环氧树脂和固化剂进行充分混合后注入 PVC 环中，待树脂充分固化后将样品座从载玻片上剥离，制成样品靶。样品靶制好后，再将靶上的锆石磨至约 1/2，以使锆石内部暴露。样品制靶工作在西北大学地质学系大陆动力学教育部重点实验室完成。

经过打磨和抛光后，拍摄锆石反射光和透射光、阴极发光(CL)图像。锆石的反射光、透射光及 CL 图像是在长安大学西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室完成。

5 分析方法

U-Pb 同位素测试在中国冶金地质总局山东局测试中心采用激光剥蚀电感耦合等离子体质谱法(LA-ICPMS)完成。测试中采用 He 作为剥蚀物质的载气，用 NIST SRM 610 进行仪器最佳化，采用标准锆石 91500 外部校正法进行锆石原位 U-Pb 分析，采样方式为单点剥蚀。激光束斑直径为 30 μm ，频率为 10 Hz。ICP-MS 数据采集选用一个峰采集一点的跳峰方式。每完成 4~5 个样品分析点测一次标样，在所测锆石样品 15~20 个点前后各测 2 次 NIST SRM 610，并以 ^{29}Si 做内标测定锆石中 U、Th 和 Pb 的含量。

锆石的同位素比值及元素含量的数据处理采用 GLITTER (ver4.0) 程序。样品的加权平均年龄计算及谐和图的绘制采用 Isoplot (ver 2.49)程序。由于 ^{204}Pb 记数较低，未对普通铅进行任何校正。所有测试点的同位素比值误差均为 1σ ，最终采用的年龄结果为 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 值年龄的加权平均值，其误差为 2σ ，具 95%的置信度。

6 分析结果

6.1 锆石的 Th、U 含量及 Th/U 比值

样品的阴极发光显微(CL)图像显示锆石颜色比较均匀，具有明显且典型的平直对称生长的多层同心韵律环带。本样品的 19 个测试点均位于岩浆

环带部位。在样品 19 个测试点中，锆石的 Th 含量变化于 $52.56 \times 10^{-6} \sim 298.50 \times 10^{-6}$ 之间，U 含量的变化范围为 $114.04 \times 10^{-6} \sim 423.84 \times 10^{-6}$ 。Th/U 比值变化为 0.46~0.93，且 U、Th 含量之间呈现出比较好的线性关系。认为这些锆石均属典型的岩浆锆石范围。

6.2 锆石 U-Pb 年龄

样品共测试 19 个点，均为有效数据点。从测定结果可以看出，19 个数据点的 U-Pb 年龄较为集中，都投影在 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 谐和曲线或其附近，表明这些锆石颗粒在形成后的 U-Pb 同位素体系基本封闭，无 U 或 Pb 同位素的明显加入或丢失。分析点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄介于 318.0~323.3Ma 之间， $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 谐和性较好，最终得出的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄为 $320.6 \pm 2.2\text{Ma}$ (MSWD=0.094, $n=19$) (图 1)。该年龄可大致代表备战铁矿区内大哈拉军山组的形成年龄，其形成时代为早石炭世谢尔普霍夫期。

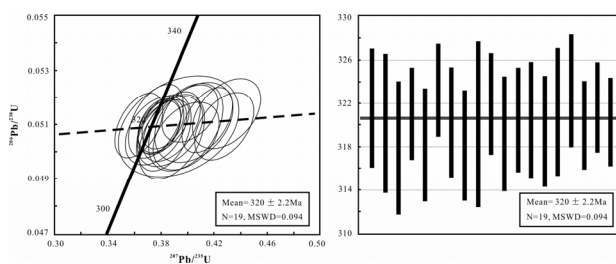


图 1 锆石 U-Pb 年龄谐和图和加权平均年龄值

7 地质意义

前人研究认为大哈拉军山组火山岩浆的喷发时间总体上具有自伊犁地块西部向东部逐渐变年轻的趋势，该年龄值的获得进一步佐证了这种认识。这也说明在不同地区内大哈拉军山组火山岩的喷发时间确有差异。另外，结合区域资料及以往研究成果，在晚泥盆世—早石炭世期间存在北天山洋盆向伊犁—中天山板块之下的俯冲消减作用(朱永峰等，2005；高俊等，2009)。鉴于研究区位于伊犁盆地东北缘这一地理位置，该地区大哈拉军山组火山岩应是由北天山洋盆在早石炭世末期向伊犁陆块发生 B 型俯冲作用过程中形成，并在这一岩浆作用期间形成了备战铁矿的主铁矿体。

参考文献 / References

- 高俊，钱青，龙灵利. 2009. 西天山的增生造山过程. 地质通报, 28(12):1804~1816.
朱永峰，张立飞，古丽冰. 2005. 西天山石炭纪火山岩 SHRIMP 年代学及其微量元素地球化学研究. 科学通报, 50 (18) :78~88.