

岭造山带学术讨论会论文集. 西安: 西北大学出版社, 250-260

卢欣祥, 祝朝辉, 谷德敏, 张画眠, 吴梅, 吴艳. 2010. 东秦岭花岗岩伟晶岩的基本地质矿化特征. 地质论评, 56(1): 21-30

罗忠成, 沙亚洲, 张展适. 2008. 丹凤地区花岗岩伟晶岩型铀矿富集规律及成矿远景预测研究报告. 中国核工业地质局, 1-5

吕正航, 张辉, 唐勇, 赵景宇, 刘云龙, 郭柳. 2018. 新疆阿尔泰不同矿化类型伟晶岩中磷的分布特征及其找矿指示. 矿物岩石地球化学通报, 37(2): 260-270

曲凯, 尹青青, 刘行, 司马献章, 温国栋, 张盼盼, 闫国强, 张超. 2019. 北秦岭柳树湾花岗岩伟晶岩型铀矿床中黑云母矿物化学特征及其地质意义. 铀矿地质, 35(6): 330-342

沙亚洲, 左文乾, 张展适, 饶超俊. 2011. 陕西秦岭光石沟铀矿床含矿与非含矿伟晶岩差异性及其研究意义. 东华理工大学学报(自然科学版), 34(3): 215-223

万吉, 高立宝, 王莲香. 1992. 商丹三角地区花岗岩伟晶岩型铀矿成矿环境研究及远景评价. 铀矿地质, 8(5): 257-263, 270

王登红, 陈毓川, 徐志刚. 2003. 新疆阿尔泰印支期伟晶岩的成矿年代学研究. 矿物岩石地球化学通报, 22(1): 14-17

王涛, 王晓霞, 田伟, 张成立, 李伍平, 李舫. 2009. 北秦岭古生代花岗岩组合、岩浆时空演变及其对造山作用的启示. 中国科学: 地球科学, 39(7): 949-971

王晓霞, 王涛, 张成立. 2015. 秦岭造山带花岗岩岩浆作用与造山

带演化. 中国科学: 地球科学, 45(8): 1109-1125

文春华, 陈剑锋, 罗小亚, 李胜苗. 2016. 湘东北传梓源稀有金属花岗岩伟晶岩地球化学特征. 矿物岩石地球化学通报, 35(1): 171-177

文春华. 2017. 幕阜山南缘地区伟晶岩矿物学、地球化学特征及含矿性分析. 矿物岩石地球化学通报, 36(1): 67-74

谢红接. 1993. 花岗岩伟晶岩型铀矿床地球化学特征、成岩成矿机理研究. 硕士学位论文. 北京: 核工业北京地质研究院, 35-56

袁峰, 刘家军, 吕古贤, 沙亚洲, 张帅, 翟德高, 王功文, 张宏远, 刘刚, 杨尚松, 王菊婵, 仁王瑞. 2017. 北秦岭光石沟铀矿区花岗岩、伟晶岩锆石 U-Pb 年代学、地球化学及成因意义. 地学前缘, 24(6): 25-45

曾令交, 金景福. 1994. 某花岗岩伟晶岩型铀矿床铀迁移沉淀机制探讨. 华东地质学院学报, 17(3): 264-269

张盼盼, 陈化凯, 温国栋, 张同林, 莫鸿飞, 司马献章, 曲凯, 阿丽莉, 尹青青. 2017. 河南省卢氏县灰池子岩体外围花岗岩伟晶型铀矿地质特征研究. 矿床地质, 36(6): 1425-1438

张同林, 温国栋, 张苏恒. 2021. 豫西卢氏县柳树湾伟晶岩型铀矿床岩石地球化学特征及其成矿意义. 铀矿地质, 37(2): 145-159

(本文责任编辑: 龚超颖; 英文审校: 张兴春)

• 亮点速读 •

地球增生过程中碳元素在金属-硅酸盐体系中的分配

碳是生命起源和演化的关键元素。低压实验表明碳是强亲铁元素, 根据全地球的碳含量以及碳在金属-硅酸盐之间的分配系数($\gg 100$), 碳元素在全硅酸盐地球中含量应小于 10 ppmw, 远小于观测到的全硅酸盐地球中碳元素的丰度 (100~260 ppmw)。因此, 需要进一步了解在地核-地幔分异对应的温压条件下碳元素的分配。

为解决该问题, 德国拜罗伊特大学的科学家们利用激光加热金刚石压砧模拟了地球增生过程中核-幔对应条件下金属-硅酸盐体系的平衡。他们的实验分为 3 个步骤。首先, 合成大洋中

脊玄武岩成分的硅酸盐玻璃, 并在初始物中加入 95% Fe+5% C。随后, 开展压强为 49~71 GPa, 温度为 3600~4000 K 的高温高压实验。最后, 利用纳米探针分析淬火硅酸盐玻璃中的碳元素含量, 利用电子探针对实验产物的其它成分进行分析。

结果表明, 金属的碳元素含量为 4.99%~9.44%, 硅酸盐的碳元素含量为 271~2803 ppmw, 碳元素在金属-硅酸盐中的分配系数为 23~157。结合前人发表的结果, 他们对二价碳和四价碳在金属-硅酸盐中的分配系数进行拟合, 结果发现随着岩浆洋深度的增加,

碳元素的亲铁性降低。

最后, 他们利用地球增生和核-幔分异的天文物理 N 体增生模拟, 结合该工作的碳元素分配系数模型, 对早期地球过程中碳元素的演化开展了模拟工作。该工作表明, 全硅酸盐地球中的碳元素主要来自外太阳系的碳质球粒陨石增生。其中, 地幔中的碳含量在增生过程中不断增加, 在增生结束时达到了全硅酸盐地球的碳丰度 (140 $\pm$ 40 ppmw), 对应的地核碳含量为 1270 $\pm$ 300 ppmw, 全地球碳含量为 495 $\pm$ 125 ppmw。

[以上成果发表在国际著名学术期刊 *Earth and Planetary Sciences Letters* 上: Blanchard et al. 2022. The metal-silicate partitioning of carbon during Earth's accretion and its distribution in the early solar system. *Earth and Planetary Science Letters* 580, 117374]

(夏群科 编译)