

# 极地乌拉尔豆荚状铬铁矿中发现金刚石 和一个异常矿物群

杨经绥 白文吉 方青松 孟繁聪 陈松永 张仲明 戎 合

(国土资源部大陆动力学实验室,中国地质科学院地质研究所,青藏高原大陆动力学研究中心,北京 100037)

中图分类号:P619.24<sup>+</sup>1 文献标志码:A 文章编号:1000-3657(2007)05-0950-02

## 1 前 言

自 1980 报道在西藏罗布莎蛇绿岩铬铁矿的人工重砂样品发现金刚石<sup>[1]</sup>和八面体假象蛇纹石<sup>[2]</sup>以来,已经发现了一个由 70~80 种矿物组成的地幔矿物群<sup>[3]</sup>。近些年的重要新进展有:(1)铬铁矿中发现超高压矿物柯石英和蓝晶石,EBSD 研究证明其可能为斯石英的假象,前者形成压力>2.8 GPa,后者形成压力>10 GPa;认为柯石英来源于深部地幔,在减压过程中形成,为柯石英的一种新的成因类型,不同于造山带中大陆板片深俯冲过程形成的柯石英。(2)发现金刚石作为矿物包裹体产在 OsIr 合金中,其意义不仅仅证明金刚石产自地幔岩,还表明金刚石形成在高温高压环境,即: $T>2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P>5\text{ GPa}$ ,为铬铁矿的深部成因提供了重要证据<sup>[4]</sup>。

西藏罗布莎蛇绿岩的铬铁矿中发现金刚石等超高压矿物曾引起国内外地学界高度重视和争议。铬铁矿中为什么会有金刚石?罗布莎是一个特殊产出的铬铁矿和地幔岩,还是代表蛇绿岩铬铁矿普遍存在的一个规律?如何解释地幔超高压矿物的出现及与其相关的地幔动力学?为了解决这些问题,笔者除了继续从罗布莎铬铁矿中寻找证据,也开展同类地质体俄罗斯极地乌拉尔豆荚状铬铁矿的对比研究,本文报道初步进展。

## 2 俄罗斯乌拉尔铬铁矿的产出和样品描述

乌拉尔造山带是一个南北走向延绵 3000 km 的古生代造山带,隔离了欧洲和亚洲,是一条巨大的板块界线<sup>[5]</sup>。带中蛇绿岩和高压变质岩发育,豆荚状铬铁矿样品取自乌拉尔造山带北极圈内的 Riy-is 超镁铁岩体。岩体面积 380 km<sup>2</sup>,由方

辉橄榄岩、纯橄岩和少量二辉橄榄岩组成。铬铁矿体产在纯橄岩中,样品取自两个铬铁矿体,总重量 1.5 t。样品中矿物的分选方法和流程见文献<sup>[6]</sup>。

## 3 乌拉尔铬铁矿中发现金刚石等特殊地幔矿物

初步结果表明,乌拉尔铬铁矿中也存在一个异常地幔矿物群,包括自然元素金刚石,Cr、W、Co、Si、Al、Ta;碳化物 SiC、W;合金矿物 Cr-Fe、Si-Al-Fe、Ni-Cu、Ag-Au、Ag-Sn、Fe-Si、Fe-P、Ag-Zn-Sn;氧化物:镍铬铁氧化物,铅锡氧化物,稀土氧化物,金红石和含 Si 金红石,钛铁矿,刚玉,铬铁矿,MgO 和 SnO<sub>2</sub>;硅酸盐矿物;蓝晶石,假象八面体蛇纹石,石榴石、锆石、石英、长石;以及自然铁,方铁矿,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等 40 余种矿物。

研究中共发现千余粒金刚石,晶型完好,粒度均匀,多在 0.2~0.4 mm。扫描电镜观察金刚石有十分发育的生长纹,并有大量的铬铁矿和其他异常矿物的连生体,指示不可能为外来混染。通过检索和查阅英文及俄文已发表资料,表明极地乌拉尔豆荚状铬铁矿中的金刚石是首次发现。因此,除了与罗布莎成因上的对比意义以外,还具有区域上的意义,尤其金刚石的数量较大,需要研究是否有可能形成宝石级工业矿床。

以上成果表明,罗布莎和极地乌拉尔铬铁矿可能均为深部成因。金刚石等超高压矿物有可能与铬铁矿均在深部形成并被后者包裹,其后,深部形成的铬铁矿随地幔柱上涌到浅部地幔被保留。大洋扩张脊下的地幔保留了深部物质,说明存在深部通道。地球化学和地震层析证据显示整个地幔(whole mantle)对流是地幔演化的重要过程,提供了在地下幔形成的深部地幔矿物被运移到地球表面的可能性。因此,

收稿日期:2007-10-15;改回日期:2007-10-17

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(1212010610107, 1212010610105)和国家自然科学基金重大国际合作项目(40610098)联合资助。

作者简介:杨经绥,男,1950年生,博士,研究员,从事构造岩石学研究;E-mail:yangjsui@ccsd.cn。

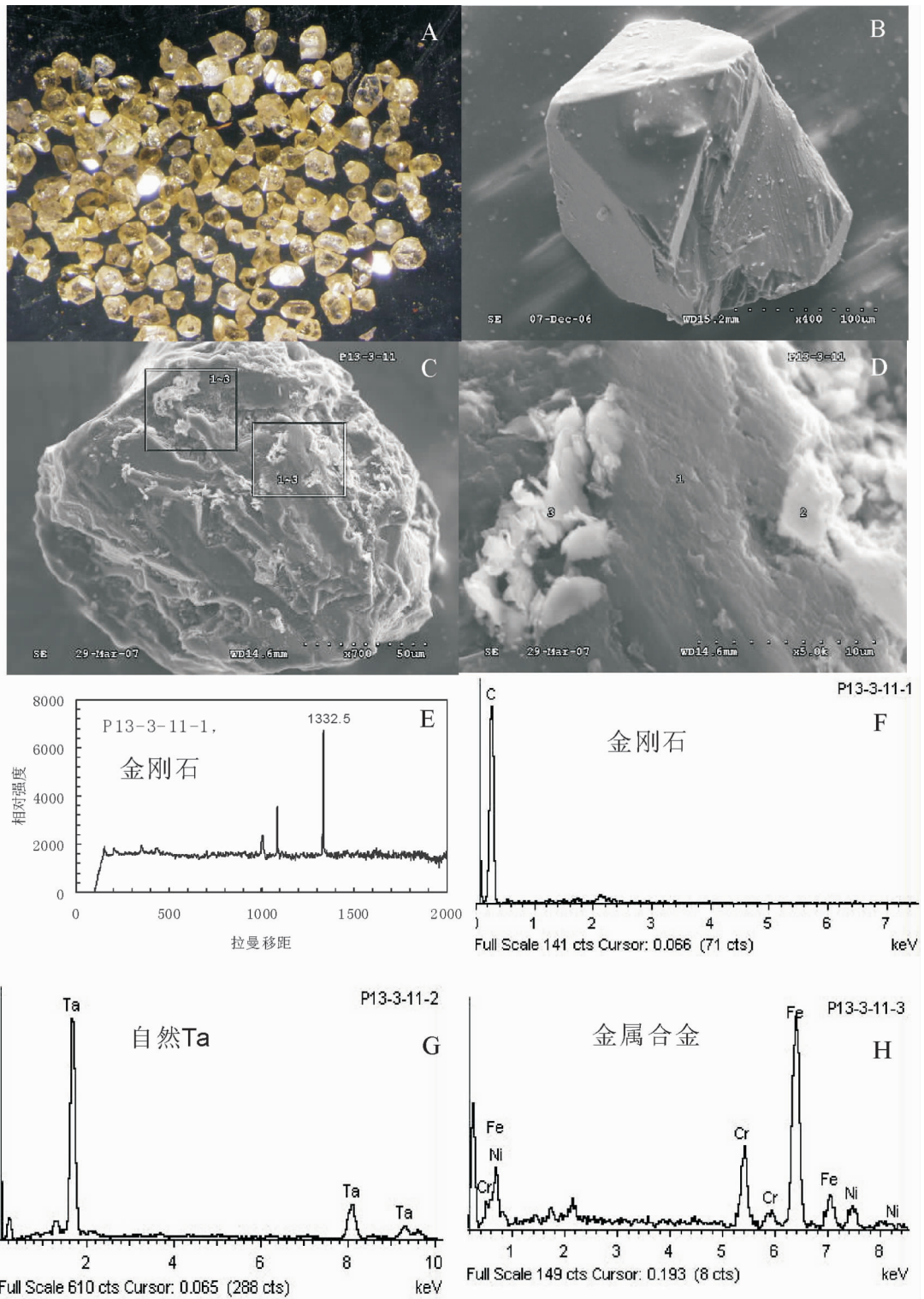


图 1 极地乌拉尔豆荚状铬铁矿中的金刚石及其连生体

A—D 实体镜和扫描电镜下的金刚石照片; E—金刚石的激光拉曼位移峰; F—H—金刚石及其连生体的扫描电镜能谱分析 (数据表格略)

Fig.1 Diamonds and associated minerals from the chromitite in Polar Ural

A—photograph of diamond grains (most 0.2–0.4 mm in size) under 3-d microscope; B–C—SEM backscattering electron image of diamond; D—enlarged image of C, showing native Ta and metal alloy associated with diamond; E—Raman spectrum showing the characteristic shift for diamond; F–H—EDS spectrum collected with the SEM from diamond, native Ta, and metal alloy

罗布莎和乌拉尔发现的一些超高压矿物不排除可能来自下地幔,被包裹在铬铁矿中通过地幔柱(mantle plume)被带到浅部地幔。

**致谢:** 由衷感谢俄罗斯科学院 Makeev 教授和他的研究群体协助完成野外调查。

#### 参考文献(References):

- [1] 中国地质科学院地质研究所金刚石组. 西藏阿尔卑斯型超基性岩中发现金刚石[J]. 地质论评, 1981, 22:455-457.  
Research Group for Diamond of Institute of Geology of Chinese Academy of Geological Sciences. The discovery of diamond from the Alpine-type ultrabasic rocks in Tibet [J]. Geology Review, 1981, 22:455-457(in Chinese with English abstract).
- [2] 杨凤英, 康志琴, 刘淑春. 蛇纹石的八面体假象及其成因的初步探讨[J]. 矿物学报, 1981, (1):52-54.  
Yang Fengying, Kang Zhiqin, Liu Shuchun. New octahedral pseudomorphs of lizardite and its origin [J]. Acta Min. Sin., 1981, (1):52-54(in Chinese with English abstract).

- [3] 白文吉, 周美付, Robinson P T, 等. 西藏罗布莎豆荚状铬铁矿、金刚石及其伴生矿物成因[M]. 北京:地震出版社, 2000:1-98.  
Bai Wenji, Zhou Meifu, Robinson P T, et al. 2000. Origin of podiform chromitites, diamonds and associated mineral assemblage in the Luobusha ophiolite, Tibet [M]. Beijing: Seismological Press, 2000:1-98(in Chinese).
- [4] Yang Jingsui, Dobrzhinetskaya Larissa, Bai Wenji, et al. Diamond- and coesite-bearing chromitites from the Luobusha ophiolite, Tibet[J]. Geology, 2007, 35:875-878.
- [5] Chemenda A, Matte O, Sokolov V. A model of Paleozoic obduction and exhumation of high-pressure, low-temperature inrocks in the southern Urals [J]. Tectonophysics, 1997, 276:217-227.
- [6] 杨经绥, 白文吉, 戎合, 等. 中国大陆科学钻(CCS D)主孔石榴石橄榄岩中发现 Fe<sub>2</sub>P 合金矿物[J]. 岩石学报, 2005, 21:271-276.  
Yang Jingsui, Bai Wenji, Rong He, et al. Discovery of Fe<sub>2</sub>P alloy in garnet peridotite from the Chinese Continental Scientific Drilling Project (CCSD) main hole [J]. Acta Petrologica Sinica, 2005, 21 (2), 271-276(in Chinese with English abstract).

## Discovery of diamond and an unusual mineral group from the podiform chromite, Polar Ural

YANG Jing-sui, BAI Wen-ji, FANG Qing-song, MENG Fan-cong,  
CHEN Song-yong, ZHANG Zhong-ming, RONG He

(Key Laboratory for Continental Dynamics; Institute of Geology, China, Institute of Geology of CAGS, Tibet Center for Continental Dynamics of CAGS, Beijing 100037, China)

### 欢迎订阅 2008 年 《地球科学与环境学报》(季刊)

《地球科学与环境学报》是教育部主管、长安大学主办的地学综合类学术刊物(ISSN 1672-6561, CN 61-1423/P),其先后被美国《化学文摘》、美国《剑桥科学文摘》、美国《地质学题录与索引》、俄罗斯《文摘杂志》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中国科学引文数据库》、《中国地质文摘》、《中国石油文摘》等国内外十余家著名权威文摘或数据库固定收录。

《地球科学与环境学报》主要刊载基础地质、矿床地质、水文地质、工程地质、环境地质(含生态地质和灾害地质)、资源勘查、测绘工程、地理信息系统、地学等领域的学术论文。主要读者为地质矿产勘查、地质工程、矿业开发、测绘工程、水资源与环境工程等领域的科研人员及大专院校师生。

《地球科学与环境学报》为季刊,大 16 开,112 页,每期定价 8 元,全年共 32 元,国内邮发代号:52-280,国外发行代号:Q4115。邮局漏订者亦可直接同本刊编辑部联系。

本刊地址:西安市雁塔路南段 126 号长安大学雁塔校区;邮政编码:710054;电话:(029)82339978; E-mail:dkyhx@chd.edu.cn