

# 应用矿物学未来和发展 ——第十一届国际应用矿物学大会综述

赵学钦,董发勤

(西南科技大学 固体废弃物处理与资源化教育部重点实验室,四川 绵阳 621010)

**摘要:**以“应用矿物学未来和发展”为主题的第十一届国际应用矿物学大会于 2013 年 7 月 8~10 日在绵阳召开,会议发表的技术报告内容涉及环境与医用矿物学、工业矿物、生物矿物学与生物材料、先进材料、工艺矿物学、矿业与冶金、矿物结构与表面、矿物与微生物的相互作用、固体废物处理与资源化等 9 个方面。

**关键词:**应用矿物学;工业矿物;工艺矿物学;矿物与微生物的相互作用

中图分类号:P579

文献标识码:A

文章编号:1000-6524(2014)01-0194-05

## Applied mineralogy and its future: A review of the 11<sup>th</sup> International Congress for Applied Mineralogy

ZHAO Xue-qin and DONG Fa-qin

(Key Laboratory of Solid Waste Treatment and Resource Recycle Ministry of Education, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

**Abstract:** The technical reports devoted to the 11<sup>th</sup> International Congress for Applied Mineralogy (11<sup>th</sup> ICAM) which was held in Mianyang of Sichuan Province in July 8~10, 2013 are reviewed in this paper. These reports involve such research fields as environmental and medical mineralogy, industrial minerals, biominerals and bio-materials, advanced materials, process mineralogy, mining and metallurgy, mineral structure and surface, interaction of mineral with microorganisms and solid waste treatment and recycling.

**Key words:** applied mineralogy; industrial minerals; process mineralogy; interaction of mineral with microorganisms

由国际应用矿物学委员会、西南科技大学、中国矿物岩石地球化学学会、中国国家自然科学基金委员会等多家单位共同发起的第 11 届国际应用矿物学大会(11<sup>th</sup> International Congress of Applied Mineralogy, 11<sup>th</sup> ICAM)于 2013 年 7 月 8 日~10 日,在位于中国科技城——绵阳的西南科技大学举行。自 1981 年创办以来,该矿物界国际学术盛会已先后在欧洲、美洲、澳洲、非洲等地连续召开十届。会议期间,来自美国、巴西、南非、埃及、俄罗斯、挪威、澳大

利亚、爱尔兰、西班牙、中国等 200 多名国内外知名学者,共同就近 3 年来国际科学家在环境与医用矿物学、工业矿物、生物矿物学与生物材料、先进材料、工艺矿物学、矿业与冶金、矿物结构与表面、矿物与微生物的相互作用、固体废物处理与资源化等议题进行了 7 场大会主题发言、9 场分组讨论共计 122 个分会报告以及 22 个海报展示交流。会议高度关注涉及“矿物应用与未来可持续发展”的前沿及热点问题,展示了应用矿物学研究领域近 3 年来取得的一

收稿日期:2013-11-10;修订日期:2013-12-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41310304023)

作者简介:赵学钦(1977-),男,汉,博士,主要从事矿物岩石、油气沉积、构造地质方向的研究,E-mail:zxqch@sina.com。

批具有重要科研价值和应用价值的新成果;进一步加强了各国在应用矿物学领域的学术交流与合作,促进了应用矿物学的快速发展。大会主要取得以下 9 方面成果和认识。

## 1 环境与医用矿物学

近年来,环境与健康间的复杂机理使得医学和地质学领域的研究结合越来越紧密。孟繁露等利用 8 个典型案例的研究成果表明,卵巢浆液性囊性癌主要是由最大直径为  $35\ \mu\text{m}$  的碳酸羟基磷灰石( $\text{Ca}_5[\text{PO}_4\text{CO}_3](\text{OH})$ )组成,畸胎瘤主要是由最大直径为  $70\ \mu\text{m}$  的羟基磷灰石( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ )组成,这种区别为医疗调查提供了一个重要线索。霍婷婷等通过测定 A549 细胞与石英晶体、纳米  $\text{SiO}_2$  和蒙脱石接触后的 LDH、 $(\text{TNF})_{-\alpha}$ 、 $(\text{IL})_6$  值,利用微核试验和彗星试验对其毒性进行了评价,结果表明石英、纳米  $\text{SiO}_2$  和蒙脱石都能够触发炎症反应。张凌等详细介绍了大气粉尘、人造粉尘和工业粉尘的矿物组成,对 3 种粉尘进行了详细的对比研究。曾娅莉等以  $\text{PM}_{2.5}$  矿物粉尘为对象,研究其对 A549 细胞的遗传毒性,结果认为  $\text{PM}_{2.5}$  矿物粉尘对细胞具有遗传毒性。严鹏等认为天然的管状埃洛石自然界中大量存在,同时具有独特的颗粒内腔,以及良好的生物相容性特征,是一种潜在药物的载体,这种发现对埃洛石做为药物载体及在制药、农药和涂料工业中的推广具有重要的意义。

本次大会对古气候、古环境也有所涉及,洪汉烈等通过对贵州省鹏达地区二叠-三叠系边界海底环境下的蚀变火山灰中的伊利石-蒙脱石混层矿物研究,指出该地区鹏达段的 I/S 粘土含有 45%~95% 的蒙脱石层,这种现象是由于沉积环境的不同导致的蚀变和蒙脱石伊利石化过程的不同而导致蒙脱石含量较高。于娜等利用 XRD 和 SEM 研究了临夏盆地新世纪毛狗组粘土的矿物学特性与古气候环境的关系,根据物相结构和矿物组成的变化,尤其是粘土矿物,可以推断出在中世纪,伴随温暖和寒冷交替出现,干旱环境一度盛行。

## 2 工业矿物

有关工业矿物方面的论文共 25 篇,主要围绕工业矿物的发展与应用。何宏平等研究了水热法合成皂石过程中皂石八面体结构中铝离子的含量对其结

构的影响,经分析表明  $\text{Al(IV)}$  与  $\text{Al(VI)}$  是影响皂石结晶的一个重要因素,皂石八面体结构中  $\text{Mg}^{2+}$  取代  $\text{Al}^{3+}$  不利于皂石的结晶合成。王小雨等研究了亚甲基蓝加入  $\epsilon\text{-MnO}_2$  的微波诱导催化反应,认为  $\epsilon\text{-MnO}_2$  的是一种较好的微波诱导催化剂。何倩等研究了在直接由钙基膨润土合成 A 型沸石的碱性水热方法中,初始  $\text{Si/Al}$  摩尔比和  $\text{NaOH}$  浓度对形成沸石 A 的影响。分析表明在  $2.2\ \text{mol/L}$   $\text{NaOH}$  浓度下,  $\text{Si/Al}$  在  $0.5\sim 2.0$  时形成 X 型沸石,  $\text{Si/Al}$  大于 2 时形成 P 型沸石;高浓度  $\text{NaOH}$  下形成方钠石。廖立兵等以中国河南上天梯膨润土矿的纯化过程为例,以焦磷酸钠为分散剂,对膨润土悬浮浓度、离心速率进行优化,得到纯度 91% 的蒙脱石,利用三相水力旋流分离,最终得到纯度达 95% 的蒙脱石。罗利明等研究了二氧化钛/蛭石纳米复合材料中二氧化钛和纯二氧化钛在煅烧温度为  $800^\circ\text{C}$  条件下的相转化特性,认为煅烧温度是影响相转化的主要因素。此外,Orhan Yavuz 等进行了煅烧对方解石晶粒尺寸效应的研究。

Nadur 等以 4 种不同抛光材料和 6 种宝石为对象,研究影响抛光宝石表面粗糙度的因素,并提出对宝石表面粗糙类型进行级别定义。şenel Özdamar 等对土耳其红宝石的地质学和矿物学特性进行研究,表明土耳其红宝石和世界其他地区红宝石的地质学和矿物学参数具有可比性。Sulaiman Alaabed 对阿拉伯联合酋长国北海岸海滩砂砾中金属矿物含量进行研究,结果表明砂砾中含有大量磁铁矿、铬铁矿及其它具有可以利用价值的矿物。许虹等对河北东坪金矿床中黄铁矿和石英矿进行了成因矿物学研究,以期对金矿矿床进行预测。

## 3 生物矿物学和生物材料

此议题主要包含生物矿物学和生物材料两大主要领域及生物学与矿物学的内在联系。鲁安怀等在模拟系统中模拟太阳光下的半导体矿物产生光电子,发现非光养微生物可以利用光电子来进行新陈代谢,这一发现对生命的起源及进化提供一个新的理论,同时拓宽关于非光养微生物对太阳能利用的认识,对探索早期地球生命提供了新的线索。何霞等通过纤维症的发病机理,研究了镧系元素诱导细胞信号转导,为纤维化疾病中跨膜和细胞内信号转导的卷入是由镧系元素及相关颗粒物质引起提供了新证据,并为肾系统纤维症的治疗提供了新思路。纳米材料引起的微生物的毒性作用已经得到相当多

的关注,张野等对多壁碳纳米管(MWCNTs)和二氧化硅纳米球(MSNs)两个不同的纳米材料对新杆状线虫的毒性影响进行了研究,研究显示同时接种后 2 小时谷氨酸功能化多壁碳纳米管(his-MWCNTs)已经被新杆状线虫吸入,而经过 24 小时或更长时间异硫氰酸荧光素二氧化硅纳米球(FITC-MSNs)才被新杆状线虫吸入。

刘欢等通过对南京栖霞山软锰矿和黑锌锰矿形成的研究分析了含锰碳酸盐岩风化过程中铁和锰的关系,同时指出表生环境下锰和锌的富集可能会导致重金属污染。陆现彩等认为微生物作用在尾矿对环境的影响中起了重要作用,他们通过对铜陵狮子山铜-金矿尾矿堆的研究指出,尾矿堆中可以分为氧化带、还原带和过渡带,这三个带中微生物的作用明显不同。而孙仕勇等介绍了一种新型三元复合硅藻土的吸附性能,认为该硅藻土矿具有广泛的工业应用前景。此外,孔祥恺等利用拉曼光谱仪对石墨烯这种新型材料进行了理论研究;SHIH Kaimin 等介绍了定量 X 射线衍射技术在陶瓷制品的危险金属稳定评估中的应用。

## 4 先进材料

先进材料在现代工业行业中扮演着关键角色,其制备和性能始终是应用矿物学一个重要研究内容。Abdel Monem M. Soltan 等以埃及含白云石菱镁矿为原料,通过配级优选,得到具有良好性能的白云石氧化镁耐火材料。林舜佳等分别在用聚苯胺和氧化石墨烯片作为基质的基础上,通过十六烷基三甲基溴化铵插入石墨氧化物(CGO)原位聚合合成新颖的高性能纳米复合材料高分子聚苯胺(PANI)和氧化石墨烯片材(GOs)。曹曦等通过对采用绿坡缕石模板介孔碳的合成和测试表征,说明在微米级别,碳材料模板与自然绿坡缕石有相似的形态。氮吸附分析表明,所得多孔碳,具有宽孔隙分布和大孔隙体积。

刘冬等研究了具有高孔隙度的物理活化硅藻土模板碳对亚甲基蓝的吸附,结果表明被  $\text{CO}_2$  或  $\text{H}_2\text{O}$  经两个步骤活化可以大大提升硅藻土模板碳的孔隙率,而且  $\text{CO}_2$  活化比  $\text{H}_2\text{O}$  活化更有效率,这种活化方法在制备高吸附能力的分层多孔碳中具有广阔前景。谭道永等通过研究温度对一步分层法将高岭石转化埃洛石过程中的影响,结果证实,十六烷基三甲基氯化铵(CTMACl)用氨基改性高岭土形成夹层嵌入到埃洛石中,温度影响比较明显,增加反应温度

( $30\sim 80^\circ\text{C}$ )可以促进高岭石的转化。王跃松等尝试通过电气石混合粉末和聚乙烯醇(PVA)制备被碳包覆的电气石,然后在氩气环境下进行热处理。结果表明,残留的碳含量受热处理温度和 PVA 量的影响。张泽朋等使用非离子型表面活性剂 X-100(OP-10)阴离子表面活性剂硬脂酸钠(SSTA)和十二烷基苯磺酸钠(SDBS)进行蒙脱石(MMT)的改性研究。试验表明阴离子表面活性剂 SSTA 和 SDBS 均可以实现对 MMT 的改性;当选用不同的 MMT 时,SSTA/OP-10 均可以实现对 MMT-1、2、3 的改性。

## 5 工艺矿物学

从论文的数量来看,该议题是国外学者最为感兴趣的研究方向,主要包括两个大的方向:一方面是矿产评价和成矿机理,另一方面是先进技术(尤其是先进仪器)的应用探索。

Emin Ciftci 等通过对晚白垩世土耳其块状硫化物矿床研究,发现该区域的矿床具有 4 个主要的成矿阶段。第 1 阶段主要生成黄铁矿和黄铜矿;第 2 阶段主要生成闪锌矿、方铅矿和硫酸盐矿物;第 3 阶段是黄铜矿替代早期的物相组分;在最后一个阶段主要生成斑铜矿(即表生富集)及辉铜矿、铜蓝,它们替代了其它所有阶段组分(包括脉石矿物)。Abraham Rozendaal 等研究了新元古代 Riviera 地区白钨矿,利用紫外荧光和 LA-ICP-MS 分析了该白钨矿主要矿物成分,该矿区形成的 3 个矿段,包括内砂卡岩矿段、钾质蚀变矿段、石英碳酸盐脉矿段,反映了热流体从初期的还原态到后期的氧化态的演化过程。Akbar Mehdilo 等从应用矿物学角度研究了 Qaraghaj 和 Skandian 的钛矿床以及 Kahnooj 的冲击矿床,认为这些矿物中钛铁矿和磁铁矿是最主要的有价值矿物。Aleksandra Kozłowska 等对南波兰中侏罗菱镁矿进行了研究,认为该矿主要是粘土类菱铁矿和铁矿砂岩。

Juliana Livi Antoniassi 等介绍了近年来巴西稀土矿的开发和研究,以自动化图像分析仪(MLA)分析了岩石矿物中的解离度和相位关系以及其他的因素。梁冬云等系统介绍了中国钨矿的工艺矿物学及其相关的方法和原理。Liudmila Azarnova 详细介绍了俄罗斯 Bolshetagninskoe 矿床微斜长石-烧绿石开采中的工艺矿物学。

Wells M A 等认为拉曼光谱学的使用是当前表征方法的一个飞跃,他介绍了拉曼光谱利用 HyLogging(tm)平台来映射条带状铁层岩矿的铁矿石和脉石

矿物学特性(原位矿物学映射),以此作为该技术具有被大量使用潜力的一个示范。Emin Çiftçi 等以光学阴极荧光显微镜为手段研究田纳西闪锌矿化学成分变化,探究了矿物所含元素差异对光化学特性的影响。Christian Lang 等认为利用矿物解离度显微镜分析矿物的解离度,能很好地计算样品中解离度的分布、矿物组分以及其他不同物相。Eddy Hill 利用 EMPA 以及 SEM 等分析测试仪器,准确分析了矿物中元素的分类以及元素浓度。Ying Gu 介绍了一种定量图像分析仪,这种先进的仪器可以优化传统矿床加工,也可以用来表征矿物和冶金。Tatyana Moroz 等首次使用 Horiba Jobin Ivon LabRam 光谱仪对页岩和岩浆矿中的石墨和类石墨进行了详细的分析。由于矿物的颗粒尺寸比较小,通过实验测试其力学性质目前仍然很困难,但 Walid Oueslati 等应用实验模型测试了钠-蒙脱石水化行为中机械约束的影响及其与弹性属性间的关系。Carina Ulsen 等通过分析不同地区含细粒金矿物的组分以及品位,提出了一种表征低品位金矿的方法,这种方法的提出对于低品位金矿中提取黄金具有一定的意义。Daniel Uliana 等展示了一种研究低品位红土镍矿砂的方法。

## 6 矿业与冶金

本届会议矿业与冶金方向主要以选矿、矿物组成、矿物学特性、方法学研究为重点,研究了某些矿床主要矿物组成及提取技术,并利用矿物特性进行了显微方法、X 射线法、物理化学方法等矿物应用、改性和表征方法研究。

傅开彬等研究了利用石灰提高 Ajialongwa 金矿中金浸出率的效率,使用氰化物在  $\text{pH} = 10$ ,在有与没有  $\text{CaO}$  存在的条件下进行了堆浸和柱浸实验,结果表明石灰的存在能显著提高金浸出率。徐龙华等研究了高岭土的粒径对季铵盐法中的浮选和吸附的影响,研究表明细粒高岭土比粗粒高岭土有更多的边缘来吸附阳离子,因而细粒高岭土的可浮性较差。吴彩斌等应用筛选、分类、磁选、研磨和浮选等技术对会昌高岭土矿进行详细的实验,指出利用这些技术可实现高岭土矿石的综合利用。秦浪等通过综合研究山东石墨矿床的氧化还原的矿物学特性,结果显示该地区的岩石普遍遭受了绿泥石化、区域变质作用,这表明石墨矿床的形成应与辉长岩岩熔有关。

Lau S H 等介绍了亚微米分辨率下利用快速体积 3D 选矿和自由表征技术,并介绍了这项技术在表

征孔隙度、粒度分布、裂缝和孔隙网络分析等领域的优越性。Lau S H 等还介绍了利用 XRM 进行工业矿物、复合材料及建筑材料的非破坏性 3D、4D 显微检查及矿物相表征研究,并指出 XRM 技术对混合材料研究十分有利。

## 7 矿物结构与表面

随着科技的不断发展,矿物学家已经开始放眼宇宙,谢先德院士等通过对随州 L6 球粒陨石中矿物成分的研究,提出矿物在冲击诱导熔融和相变转换过程中微量元素的再分配。研究结果显示:① 亲铁元素 Ni、Co、Cr 和 V 部分从硅酸盐矿物中释放出来,并且释放出来的 Ni 和 Co 转移到 FeNi 金属 + FeS 熔脉中, Cr 和 V 置换镁铁榴石中  $\text{Al}^{3+}$ ; ② 亲铜元素 Cu、As 和 Sb 在 FeNi 金属 + FeS 熔脉中富集, Zn 在熔脉中微量存在但大量置换镁铁榴石中  $\text{Fe}^{2+}$  而富集; ③ 分散的 Ga 由于与 Al 相近,所以主要在镁铁榴石中富集, Se 由于其亲铜特性,在 FeNi 金属 + FeS 熔脉中富集,但 Sr 不但在林伍德石和镁铁榴石中消失殆尽,在熔脉中也消失殆尽; ④ 硅酸盐矿物是 Zr、Nb 和 Ta 的主要载体,它们的浓度在岩脉的冲击熔融和相变过程中相对稳定; ⑤ 稀土元素(REE)浓度在随州球粒状陨石中非常低,总含量只有  $n \times 10^{-6}$ 。在熔脉冲击熔融和相变过程中,稀土元素(REE)从富 REE 的硅酸盐矿物橄榄石和斜长石中转移到钙-镁铁-镁铝榴石岩脉中。

梁晓亮等研究了均相 Fenton 反应中磁铁矿催化性能的同晶取代约束。他们的研究结果对于过渡金属在环境工程中取代磁铁矿有很大的益处。朱润良等针对蒙脱石对悬浮颗粒物吸附能力增强的原理,测试了一种新型的有机膨润土,通过实验证实这种新型的有机膨润土比传统的有机膨润土具有更规则的层状结构,更大的表面积,对悬浮颗粒物有更强的吸附能力。此外,周红等对锐钛矿氧化钛的有机表面改性及其表征进行了研究;李娟等研究了嗜酸性氧化亚铁硫杆菌对黄铁矿的矿物表面氧化。朱建喜等研究了两性表面活性剂改性的蒙脱石的结构和它的吸附能力。

沈俊峰等通过白龙江断层中石英的微形貌的特征及其年代学的研究,提取出断层移动的大量信息(例如断层活动时间、强度、频率、甚至动态背景等),这些结果对于西秦岭造山带的自然灾害风险评估是极为重要的。

## 8 矿物与微生物的相互作用

微生物-矿物相互作用对环境修复具有重要意义,相关研究是当前地球科学界发展最为迅速的前沿领域之一。代群威等研究了一种硅酸盐细菌与硅灰石的相互作用,结果表明在硅灰石作用下硅酸盐细菌的葡萄糖消耗量是无粉尘细菌的 2.5 倍,说明硅灰石对硅酸盐细菌生长有明显促进作用,而硅酸盐细菌对硅灰石中 Si 等元素有明显增溶作用。杨晓雪等利用 ICP-AES、FTIR、XANES、XRD 和 SEM 等分析测试手段对胶质芽孢杆菌 3027 介导蒙脱石的矿物转化作用进行了研究,结果发现胶质芽孢杆菌 3027 作用于蒙脱石,可在矿物颗粒表面形成絮状包裹并改变矿物形貌,且细菌的生命活动改变了蒙脱石矿物晶体结构中 Si—O 键长,使硅氧四面体的对称性发生变化,造成矿物晶面缺陷,并可能进一步导致矿物局部结构的坍塌或畸变。刘明学等利用三维荧光光谱法研究了二氧化钛纳米材料与牛血清白蛋白的相互作用,结果表明纳米二氧化钛在低浓度范围内能与牛血清白蛋白发生相互作用,而在高浓度下纳米二氧化钛会凝结成块。Anatoly T. Titov 等通过对被金黄色葡萄球菌菌落感染的矿化心脏瓣膜和它们的生物假体的结构、形貌和化学组成的分析,确定了金黄色葡萄球菌激活人体器官中磷酸钙矿化的能力。

连宾等对恶臭假单胞菌诱导方解石沉积作用展开了研究,研究发现恶臭假单胞菌可通过自身生长和新陈代谢作用分泌酶,并利用大气中的二氧化碳或通过呼吸作用诱导碳酸钙的产生。董海良对各种功能的微生物对粘土矿物结构中的铁进行还原与氧化作用以及在重金属、硝酸盐、有机污染物方面的应用展开了研究,结果表明经过微生物还原以后产生的  $Fe(III)$  可用于还原高价态的重金属,可将溶解度高-迁移能力强的高价态重金属降价成溶解度低-迁移能力弱的低价态重金属,而后者往往以固体矿物沉淀下来,从而将重金属从地下水去除,并且降价以后的低价态重金属会被包裹在粘土矿物结构或粘土微小颗粒之间,因此降低二次污染的可能性,此种方法在重金属治理方面有广阔的应用前景。

## 9 固体废物处理与资源化

随着工业的发展,固体废物,特别是危险固体废

物导致了越来越突出的环境问题,固体废物处理与资源化成为本届大会的一个重要议题。杨燕等通过煅烧试验,研究了在惰性气体环境下,使用胶体硫铁矿煅烧除去水溶液中的  $Cu(II)$ 。结果显示利用胶体黄铁矿,煅烧温度在  $500\sim 550^{\circ}C$  是一种低成本、从铜废水中去除铜的好方法。Abdel Monem M. Soltan 等对钙质装饰石材废料作为膨润土稳定剂进行了评估,结果发现,膨胀土中加入 6% 的煅烧废料作为添加剂,膨胀土的工程特性可以被提高。连芳等介绍了在高温下对钢渣性能进行早期干预,通过改性剂与尾矿混合的方法,将钢渣作为建筑材料。

矽卡岩金矿尾矿的处理一直是一个难题,程云虹等以湖北矽卡岩金矿为例,将尾矿用做建筑用砂和通过处理(煅烧)作为混泥土的附属胶结材料,并对此进行测试和分析,结果显示该方法是一种有效的尾矿处理方法。朱翔宇等对中国中部常德市石门碳酸盐型雄黄矿中的雌-雄黄尾矿的风化次生矿物进行了研究,认为该尾矿中的黄、雄矿的风化可以分为两个阶段。孙红娟等研究了从石棉尾矿硫酸铵制备片状碱式碳酸镁的方法,认为该过程是一个成核溶解再结晶生长机理过程,温度在这一过程中扮演了一个重要的角色。

文明芬等针对高放射性废物处理这一世界难题,进行了  $Np/Pu$  放射性焚烧灰的钛锆钛矿( $CaZrTi_2O_7$ )固化模拟研究,结果表明钛锆钛矿具有良好的化学凝固稳定性。

## 10 结语

从本次大会来看,目前关于应用矿物学的研究趋向于多学科的交叉,研究方法更先进,研究内容更深入,今后应用矿物学的研究应向内容多元化、方法多样化、技术先进化的方向发展。

大会期间,经国际应用矿物学(ICAM)理事会的投票选举,西南科技大学的董发勤教授当选为第 11 届国际应用矿物学委员会主席,并担任 2015 年在土耳其首都伊斯坦布尔召开的第 12 届国际应用矿物学大会主席。

本次大会论文摘要集已在《矿物学报》上刊载,全文论文集将由世界著名的科技出版集团德国 Springer 出版,优秀论文将在《Mineralogy and Petrology》上发表。