

文章编号 1001-8166(2006)10-1091-06

# 岩石显微构造分析现代技术——EBSD 技术及应用

曹淑云, 刘俊来

(中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083;  
中国地质大学岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室, 北京 100083)

**摘要** EBSD 技术的发展, 为岩石显微构造分析开辟了一个全新的领域。它与现代扫描电子显微镜和能谱分析等设备配合, 可以同时块状样品进行晶体结构与成分分析, 从而使显微构造、微区成分与结晶学数据分析有机结合起来。

EBSD 技术可以精确、快速定量标定包括各种晶系晶体颗粒的晶格方位和描述晶体颗粒的边界、形态等特征。对于具有低角度边界的晶体颗粒提供精确数据, 为阐述岩石变形机制提供重要约束, 并为高级晶族和不透明矿物结晶学组构与变形机制研究提供了有效的手段。EBSD 尤其使获取微米级甚至纳米级尺度上颗粒(亚颗粒)或相之间的定向差别(达到 20 nm 的空间分辨率和 0.3 度角度分辨率)成为可能。EBSD 技术在矿物相鉴定、亚微域内的应变分析、矿物出溶作用等方面的应用, 进一步证明了这一新技术在显微构造分析及相关领域的应用前景。其广泛应用必将带来岩石显微构造研究的新突破, 也将成为未来岩石变形机制与岩石圈流变学研究取得飞速发展不可或缺的技术手段。

**关键词** EBSD 技术, 岩石, 显微构造  
**中图分类号** P585.1 **文献标识码** A

## 1 序言

EBSD (即电子背散射衍射)的原理早在 20 世纪 50 年代就已经清楚, 但只是随着计算机技术、计算机软件 and 照相技术的发展, 直到 20 世纪 80 年代现代 EBSD 技术才真正问世, 并广泛应用于材料科学分析与研究中<sup>[1]</sup>。EBSD 技术的发展经历了初期由手工标定菊池带到自动标定过程, 从而实现了由几秒标定 1 个取向颗粒到 1 秒标定几十个取向颗粒的标定速度的飞跃, 花样标定速率提高了约 300 倍。近代扫描电子显微镜技术的快速发展、现代样品制备技术的应用(机械抛光、电解抛光到离子束抛光以及聚焦离子束切割), 使得 EBSD 相应的空间分辨率与分析精度大大提高, 实现了分析纳米晶粒与薄膜

材料的目的。同时, EBSD 与其他分析技术(如 EDS)的结合应用使得同时开展结构与成份标定成为可能。

目前 EBSD 已经成为一种精确、易用、应用广泛的显微结构分析技术, 尤其在材料研究领域应用非常广泛。EBSD 技术的发展和运用, 大大拓宽了扫描电子显微镜进行微观分析的功能, 也为岩石显微构造分析开辟了一个全新的领域。

## 2 EBSD 技术的基本原理

扫描电子显微镜(SEM)系统利用的是入射电子束在撞击样品后衍射生成的背散射电子和二次电子。入射电子束撞击在样品上时, 非弹性散射使得电子从样品表面下的一个原点向四周发散并以各个

收稿日期 2006-04-12, 修回日期 2006-09-12.

\* 基金项目 教育部博士点基金项目(编号 20040491003), 国家自然科学基金项目“辽南变质核杂岩的组成、结构与区域构造内涵”(编号 40472105)资助。

作者简介 曹淑云(1978-), 女, 湖南衡阳人, 硕士研究生, 主要从事区域构造与显微构造研究. E-mail: jliu@cugb.edu.cn

方向与晶体平面碰撞。当电子的轨道满足布拉格 (Bragg) 条件  $n = 2d \sin \theta$  ( $\theta$  - 衍射角,  $n$  - 衍射级的整数,  $\lambda$  - 电子束能量的波长,  $d$  - 晶格间距), 便发生弹性散射, 产生布拉格衍射, 出现线状花样 (简称菊池花样或菊池线)。不同晶面产生菊池衍射线组成电子背散射衍射花样图 (EBSP)<sup>[2]</sup>。EBSD 通过对背散射衍射花样图谱分析, 能快速地标定晶体的晶面符号, 确定晶系、晶带和晶胞参数。配合背散射电子图像、波谱、能谱成份分析等, 就可以进行精确的晶体定向与错向 (微观结构分析、晶界特征分析、变形与重结晶研究)、晶粒尺寸测量、应变估算、物相鉴定等方面研究。

EBSD 是扫描电子显微镜 (SEM) 的一个标准分析附件, 它由高灵敏度 CCD 数码相机、背散射探测器、图像采集卡、计算机及分析软件等组成。系统中菊池花样图像识别软件非常重要, 软件能够快速而且准确地实时自动分析、识别和标定。目前最快的 EBSD 系统的识别速度可以达到每秒近 100 个点。

### 3 EBSD 技术在岩石显微构造研究中的应用

EBSD 目前已经成为一种非常成熟的技术, 并在材料科学、地质学和冶金学等领域得到广泛应用。尤其是在材料科学中, 已经成为物质材料显微结构、构造标定和研究的一种常规手段。自从 20 世纪 90 年代中期 EBSD 技术引入变形岩石显微构造与结构分析研究以来, 不少学者对于具有特殊性 (即非导电性和晶体结构非对称性) 的岩石样品开展了研究工作, 获得了初步的成果。总体来讲, EBSD 在岩石显微构造研究中的应用主要包括以下几个方面:

#### 3.1 定向与错向分析

LPO (晶格优选定向) 分析是显微构造分析最为重要的方面。传统的旋转台可以帮助确定毫米级尺度上晶体颗粒的定向与优选特点。但作为显微构造分析的一种全新方法, EBSD 技术已经成为测定颗粒定向及定向关系研究中最重要工具。应用 EBSD 技术, 可以快速获得样品中不同晶粒或相之间的定向性及其差异, 所获得的 LPO 与 5 轴旋转台<sup>[3]</sup>、中子衍射仪获得的结果非常一致。EBSD 可以测量具有各种定向的颗粒在样品中的比例, 还可以了解各种定向颗粒在显微域中的分布情况, 同时可以将分析结果用极点图、反转极点图以及定向分布函数 (ODF) 等方式表达出来。

EBSD 技术的应用促进了对于变形岩石中低角

度颗粒边界结构的深入研究。对于实验变形盐岩的 LPO 研究结果发现亚颗粒旋转动态重结晶作用导致低角度和中等 ( $4^\circ - 20^\circ$ ) 角度边界发育, 强烈的 LPO 以及连续的边界轮廓, 而颗粒边界迁移重结晶则几乎不形成低角度和中等角度的边界, 其边界轮廓常常不连续<sup>[4]</sup>。

对于高级晶族和不透明矿物结晶学结构与变形机制研究取得的长足进步, 得益于 EBSD 技术的应用。鉴于石榴石晶体光学上是各向同性的均质矿物, 在普通光学显微镜下只能了解晶体颗粒形态变化, 定性了解其宏观变形特点。因此对于石榴石晶体的变形显微构造及变形机制问题, 长期以来一直尚无有效的技术与方法开展深入研究工作。根据石榴石通常具有的形态优选方位, 并结合利用透射电子显微镜观察到晶体颗粒内大量位错的存在, 人们广泛地阐述了扩散蠕变、位错滑移或位错攀移以及颗粒边界迁移的重要性。Prior 等<sup>[5]</sup>首次应用 EBSD 阐述了单颗粒石榴石内大量亚颗粒的存在。在幔源包体内的石榴石中观察到大量具有不同定向性变形域的存在 (具有显著 OC 差异 - orientation contrast), EBSD 揭示出相邻域间存在着小的晶格方向差 ( $< 3^\circ$ )。结合应用透射电子显微镜分析阐述了这些域是由位错组成域边界的亚颗粒集合体。Kleinschrodt 等<sup>[6]</sup>对约在 800 °C 条件下变形的石榴石研究显示, 尽管石榴石颗粒具有显著的宏观形态变形特点, 但却不具有显著的晶内变形亚结构 (如位错)。1/2  $\{110\}$  滑移系上的滑移是石榴石显著晶格优选发育的主要机制, 同时  $[100](010)$  滑移系上的滑移可能具有一定的贡献。

榴辉岩组构的研究一直是岩石组构研究的一个难点, 原因之一在于使用费氏台测量绿辉石的显微组构既费时且精度有限, 同时难以获得石榴石晶体的结晶学定向数据。应用 EBSD 测量, Bascou 等<sup>[7]</sup>在研究榴辉岩的地震异向性时发现, 岩石中的石榴石似乎是随机晶格取向的, 而绿辉石却发育有强烈的 LPO, 由晶体  $[001]$  轴平行于岩石线理,  $(010)$  极点近垂直于叶理定向构成。由此他们认为, 榴辉岩的地震属性主要受绿辉石的 LPO 制约。天然变形榴辉岩中绿辉石的结晶学组构与应用各向异性粘弹性自相似模式 (VPSC) 模拟位错滑移变形获得的 LPO 具有统一性。章军峰等<sup>[8]</sup>利用 EBSD 技术获得的晶格优选方位图像对天然超高压榴辉岩中不同结构水含量的石榴石和绿辉石进行了变形 LPO 分析, 表明富结构水石榴石的 LPO 和 SPO (形态优选

方位)之间具有强烈的不匹配现象,并进而说明石榴石的晶内位错蠕变即使存在也没有对石榴石晶体的变形起到主导作用,而导致石榴石塑性拉长变形另有其他机制。

### 3.2 对于岩石变形机制的约束

对于颗粒,尤其是亚颗粒的晶格优选定向(CPO或LPO)的分析可以为研究岩石变形与动态重结晶机制提供微观信息。对于主要造岩矿物橄榄石、石英、斜长石等的变形机制和流变行为尽管开展了大量研究工作,但由于一直以来受到技术的限制,在岩石变形研究中利用传统的光学显微分析存在费时、费力、精度不高,而且很难做到对微米级甚至纳米级细小颗粒及其精细微构造的研究。确切的LPO分析和模拟数据很少,尤其结合变形晶体颗粒形貌与LPO变化的研究工作难以开展。EBSD技术一个独有的功能就是可以精确、快速标定包括各种晶系晶体颗粒的晶格方位和描述晶体颗粒的边界特征。EBSD尤其是使得获取微米级甚至纳米级尺度上样品中不同颗粒(亚颗粒)或不同相之间的定向差别(可以达到20nm的空间分辨率和约0.3度的角度分辨率)成为可能。同时结合其它定量化的一些技术手段,甚至可以把变形显微构造所包含的信息定量化,如根据晶格优选方位来确定矿物和岩石的变形机制和主滑移系将很有应用前景。

就一百多年来得到广泛而深入研究的石英颗粒的定向性而言,绝大部分都是利用传统的光学显微镜来开展,从而限制了对于一些更微细的颗粒和亚颗粒及其边界的研究。EBSD数据提供了关于晶格优选方位与颗粒大小分布的相关信息,可以很好地进一步了解颗粒边界对石英的变形行为制约。石英晶内的道芬双晶是很普通的特征,但长期以来对于道芬双晶在石英变形中的作用还不是很清楚。对于道芬双晶的精确描述要求区分出组成双晶的轴对称之间的角度关系以及a轴的极性与晶体定向之间的关系。因为道芬双晶和主晶具有共同的c轴,对道芬双晶的认识用传统的光学方式是相当困难的,但是因为道芬双晶改变了x和z菱面的方向,因此通过SEM和EBSD很容易区分开<sup>[9]</sup>。因为能够同时获得的FSE(Fore-Scattered Electron)方向对比图像和EBSP图像,可以一对一的比较晶体的微观结构和结晶学,并精确地测定各部分晶体的定向图。自动SEM/EBSD<sup>[9]</sup>分析揭示出颗粒间的点楔入引起众多颗粒中道芬双晶的发育,而持续的楔入导致弧形亚颗粒的出现。后者可能是由于低温塑性或微破

裂叠加在道芬双晶上发育而成的。EBSD可以精确测量单个颗粒或亚颗粒的方向,并用以推断晶体主要滑移系。

Leiss和Barber<sup>[10]</sup>利用EBSD测量了具有核—幔结构的残碎斑晶白云石内单颗粒的定向性。在获得的最简单和最好的衍射图中,均没有与已知晶体滑移系的任一理论衍射图一致的样式,进而阐述了岩石变形机制的复杂性,确定了包括晶格滑移、颗粒边界迁移、刚性体旋转、成核及不同滑移系联合等综合作用的变形机制解释。

橄榄石—尖晶石的相转变对深部地球动力学过程研究具有重要意义,但是由于一直受到技术设备的限制,在实验室内不能模拟转换带上发生的相转变对两相物质力学性能的影响。赵永红<sup>[11]</sup>对两相物质进行大变形试验,利用EBSD方法分别对未变形和不同应变橄榄石和尖晶石的LPO进行测定对比,由微结构的差异确定了两种晶体的变形机制和相对强度的转变。

Prior等<sup>[12]</sup>对于绿片岩相条件下变形钠长石糜棱岩的变形组构开展的EBSD分析揭示出与传统认识不一致的结构形式。钠长石的[a]、[b]和[c]轴相对于变形运动学轴具有三斜对称性,并未显示出单斜或斜方对称性。这一非对称性组构型式或说明应变历史的三斜对称性或者初始斜长石组构具有非随机性。

### 3.3 关于矿物相鉴定问题

金属学中已经将EBSD和取向制图用作作为相鉴定的一种标准技术。岩石经常是多相矿物组成,在传统的分析中,对于某些化学成分相似或相同的矿物相难以区分。但EBSD技术从相的结晶学关系上,通过测定菊池带和菊池带宽度之间的角度变化可以很容易地对样品中的晶体进行相鉴定。目前,EBSD可以对7大晶系任意对称性的样品进行自动取向测量和标定,与微区成分能谱分析(EDS)结合,可以大大简化未知相的鉴定。

EBSD对于区分岩石矿物的同质多像变体更是一种非常有潜力的方法。初步研究工作显示出EBSD可以很好地用来区分微晶(<10 nm)红柱石—矽线石—蓝晶石、石英—柯石英等同质异构变体。柯石英是石英的高压同质异构体,研究石英和柯石英之间的相互转变对于估计岩石经历怎样的温压条件具有重要的意义。EBSD色谱图上,可以利用不同的颜色标示出榴辉岩中石榴石内包裹体中具有不同结构的石英和柯石英相,这样为其寄主晶体石榴

石的变形与变质演化提供了重要的数据。

高压条件下才稳定的金刚石一直以来认为是来自于地幔岩石,而近来在超高压变质岩中石榴石的多相包裹体中发现了金刚石。Stokhert等<sup>[13]</sup>利用EBSD鉴定了石榴石颗粒内的多相包裹体,显示出金刚石与其他相之间具有明显不同的特征。他们以此证实了金刚石颗粒的存在,并在此基础上判断在超高压变质作用过程中,俯冲陆壳内有高密度的超临界富碱和硅的CO<sub>2</sub>流体相存在。

### 3.4 亚微域内的应变分析

开展精确的应变测量是材料科学研究中EBSD技术的一个重要挑战,而类似的测量与研究在地学界尚未开展。晶体的应变对电子背散射衍射花样的质量有强烈的影响,因而对于其在EBSD上的表现有着显著的变化。

弹性应变测量:一般地讲,随着应变的增加,电子背散射衍射花样的衬度下降。由菊池衍射花样的质量可以直观地定性分析岩石矿物中的应变。测量弹性应变最直接的方式是测量EBSD上的菊池带宽度的变化,因为菊池带与原子平面具有固定的关系,从菊池带的变化中可以估算应变的变化。

塑性应变测量:塑性应变增加样品中的位错密度,广泛的晶格平面的局部扭折会使菊池线变得模糊。由菊池衍射花样的质量可以直观地定性分析晶体的应变。估算变形材料中残余应变的另一种方法在于,晶体颗粒中低角度边界的密度与塑性应变有关。将测定的错向密度校正曲线与已知材料的参考值进行比较,就能够确定应变量的大小<sup>[14]</sup>。

此外,借助于EBSD测量的亚微域内晶体颗粒的几何学参数与晶格优选定向性,Liana-Fajez等<sup>[15]</sup>研究了实验变形Salmhofen灰岩中方解石的应变历史,阐述了变形样品的非平面应变流动几何学规律。

### 3.5 晶体颗粒几何属性测量

EBSD技术是晶体颗粒粒度测量和分析的理想工具。传统的晶体颗粒粒度测量主要利用化学侵蚀法来观察微结构的颗粒边界。近几年,利用聚焦粒子束的衍射衬度和数字图形处理技术来开展了进一步的研究。然而,利用这些方法不能揭示一些边界,特别是双晶和低角度颗粒边界的存在。应用EBSD技术可以依据设定值(错角)精确地勾画出样品内小角度颗粒边界和双晶边界,从而获得一张完整的晶体颗粒定向与分布图(COM)。基于此应用EBSD技术可以测量微米级—纳米级尺度上晶体颗粒的粒度、

周长、面积和轴比等基本参数。同时,还可以对晶体颗粒粒度及其取向性等进行统计与分析。

对于晶体形态与结晶习性的研究,尤其是细粒物质(如粘土矿物高岭石等),传统利用的方法(如透射电镜与选择性区域衍射研究)都有其局限性,首先最为突出的是难以建立晶体颗粒的三位形态。EBSD的应用,不仅可以获取结晶颗粒三位形态信息,还能获得其晶体结构、晶体定向性的参数,且结合EDS获取其成分信息。同时可以帮助确定具有相似成分的多型、多像矿物的鉴定。

### 3.6 关于出溶问题

EBSD技术利用结晶学关系,并与最佳相边界理论结合测量出溶的方向,可以用来帮助解决出溶相和主晶之间的结构联系。尽管EBSD技术与TEM和X-射线具有相似的角度分辨率,但是要比它们具有更高的敏感度和快捷、方便的优点。Feinberg等<sup>[16]</sup>利用EBSD确定了单斜辉石晶体与其中出溶磁铁矿的晶格定向性,并将这种定向关系应用于最佳相边界理论合理地估算了磁铁矿出溶的温度条件。分析结果与应用TEM/XRD(X射线衍射)分析获得的定向性关系及传统地质温度计获得的温度数据一致。

尽管对辉石中的出溶现象已经有成熟的研究成果,但对于在辉石—硅辉石中出溶的次固相体的现象了解还不是很多。近来也有学者报道过硅灰石内有透辉石出溶纹存在,并认为出溶是在退变质条件中形成。Seto等<sup>[17]</sup>利用EBSD结合能谱分析了硅辉石中出溶单斜辉石的结晶学方向和化学成分的特性。认为沿着[111]方向延伸的单斜辉石位于硅灰石2M的(120)和(100)方向上,而两种出溶纹的[110]平行于硅灰石2M的[001]。进而提出出溶现象起因于800~860℃的高温变质作用及其后的缓慢冷却过程。

超高压岩石中矿物内各种类型的出溶可能标明超高压条件下一种压力的释放,在橄榄岩中利用EBSD可以非常容易地发现小于1μm的钛铁矿。Massonne<sup>[18]</sup>利用EBSD还发现钛铁矿与橄榄石主晶连生([100]o1 [001]ilm),进而阐明含钛矿物形成于约300km的深处。

电子显微镜硬件设备的进步,为EBSD与其它技术(如EDS)的一体化结合带来了可能性。最新的电子背散射衍射附件已与能谱集成在一起,使得能够同时定量或半定量分析样品的形貌、成分与晶体结构。EBSD分析研究的空间也在不断地拓展,未来EBSD的研究将不仅限于上述几个方面,还会

在晶内位错滑移系的标定、变质作用与岩浆作用过程研究等方面有着进一步广泛的应用前景。

#### 4 结 论

EBSD 作为扫描电子显微镜的一个附件,在岩石显微构造研究中开辟了一个全新的科学领域。它以其快捷、方便、精确测定分析技术而使得其在材料与岩石结构分析研究中的应用越来越广泛。它可以与 SEM 的其它功能(包括 EDS 等配件)结合起来,原位成像、成分分析、大样品分析、粗糙表面成像等等克服了传统分析方法中的一些缺陷。它把显微构造与晶格结构(或结晶学)直接联系起来,测定优势定向颗粒群中单个晶体颗粒的定向,标定晶体颗粒的基本几何属性参数,获取亚微尺度上晶体界面属性在内的晶体空间要素的大量信息等。藉此开展的晶体结构与晶体定向性的定量分析,使得岩石显微构造与组构的研究步入一个新的阶段。EBSD 技术的广泛应用,必将带来岩石显微构造分析与研究的新突破,也将成为未来一个时期岩石变形机制与岩石圈流变学研究取得飞速发展的催化剂。

#### 参考文献 (References) :

- [1] Liu Qing. EBSD technique and its application in materials science [J]. Chinese Journal of Stereology and Image Analysis, 2005, 10(4): 205-210. [刘庆. 电子背散射衍射技术在材料学中的应用[J]. 中国体视学与图像分析, 2005, 10(4): 205-210.]
- [2] Prior DJ, Boyle AP, Brenker FE, et al. The application of electron backscatter diffraction and orientation contrast imaging in the SEM to textural problems in rocks [J]. American Mineralogist, 1999, 84: 1741-1759.
- [3] Bascou J, Barruol G, Vauchez A, et al. EBSD-measured lattice-preferred orientations and seismic properties of eclogites [J]. Tectonophysics, 2001, 342: 61-80.
- [4] Trimby PW, Prior DJ. Microstructural imaging techniques: A comparison between light and scanning electron microscopy [J]. Tectonophysics, 1999, 303: 71-81.
- [5] Prior DJ, Wheeler J, Brenker FE. Crystal plasticity of natural garnet: New microstructural evidence [J]. Geology, 2000, 28: 1003-1006.
- [6] Kleinschrodt R, Duyster JP. HT-deformation of garnet: An EBSD study on granulites from Sri Lanka, India and the Ivrea Zone [J]. Journal of Structural Geology, 2002, 24: 1829-1844.
- [7] Bascou J, Tommasi A, Mainprice D. Plastic deformation and development of clinopyroxene lattice preferred orientations in eclogites [J]. Journal of Structural Geology, 2002, 24: 1357-1368.
- [8] Zhang Junfeng, Jin Zhenmin, Harry W. Green. Hydroxyl-induced eclogite fabric and deformation mechanism [J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50(7): 685-690.
- [9] Lloyd GE. Grain boundary contact effects during faulting of quartzite: An SEM/EBSD analysis [J]. Journal of Structural Geology, 2000, 22: 1675-1693.
- [10] Leiss B, Barber DJ. Mechanisms of dynamic recrystallization in naturally deformed dolomite inferred from EBSD analyses [J]. Tectonophysics, 1999, 303: 51-69.
- [11] Zhao Yonghong, Mecklenburgh J, Heidelbach F, et al. Experimental study of geminate olivine-spinel aggregates deformed in torsion [J]. Acta Petrologica Sinica, 2004, 20(3): 747-752. [赵永红, Mecklenburgh J, Heidelbach F, 等. 锺橄辉石尖晶石扭转大变形实验研究 [J]. 岩石学报, 2004, 20(3): 747-752.]
- [12] Prior DJ, Wheeler J. Feldspar fabrics in a greenschist facies albite-rich mylonite from electron backscatter diffraction [J]. Tectonophysics, 1999, 303: 29-49.
- [13] Stokher B, Duyster J, Treppmann C. Microdiamond daughter crystals precipitated from supercritical CO<sub>2</sub> + silicic fluids included in garnet, Erzgebirge, Germany [J]. Geology, 2001, 29(5): 391-394.
- [14] Tao XD. An EBSD Study on Mapping of Small Orientation Differences in Lattice Mismatched Heterostructures [D]. Candiacy: Lehigh University, 2003.
- [15] Llana-Figueroa S, Rutter EH. Distribution of non-plane strain in experimental compression of short cylinders of Solnhofen limestone [J]. Journal of Structural Geology, 2005, 27: 1205-1216.
- [16] Feinberg JM, Wenk H-R, Renne R, et al. Epitaxial relationships of clinopyroxene-hosted magnetite determined using electron backscatter diffraction (EBSD) technique [J]. American Mineralogist, 2004, 89: 462-466.
- [17] Seto Y, Ohi S, Shimobayashi N. Clinopyroxene exsolution in wolastonite from Namaqualand granulite, South Africa [J]. American Mineralogist, 2006, 91: 446-450.
- [18] Massonne HJ, Neuser RD. Ilmenite exsolution in olivine from the serpentinite body at Zblitz, Saxonian Erzgebirge-microstructural evidence using EBSD [J]. Mineralogical Magazine, 2005, 69(2): 119-124.

## Modern Techniques for the Analysis of Rock Microstructure : EBSD and Its Application

CAO Shu-yun , LIU Jun-lai

( State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources ( GPMR ) , Beijing 100083 , China ;

Key Laboratory of Lithosphere Tectonics and Lithoprobeing Technology of Ministry of Education ,

China University of Geosciences , Beijing 100083 , China )

**Abstract :** The application of EBSD ( electron backscatter diffraction ) technique has pioneered a brand-new field of microstructural analysis of rocks. In combination of the application of other attachments ( e.g. EDS ) of SEM , the EBSD technique could provide chances for integrated studies of rock microstructures , compositions and crystallographic framework in micro-field.

With EBSD technique can precisely and rapidly determine the crystallographic orientations and describe grain boundaries of crystal grains , and provide crystallographic data for grains with low angle grain boundaries. Such data further provide constraints for deformation mechanisms of rock deformation. The EBSD technique is also a powerful technique for the study of crystallographic textures and deformation mechanisms of high crystal category and opaque minerals. Very fine grains ( or subgrains ) with sizes of micron to nano scales are easily obtained with the EBSD technique ( of about 20 nm spatial and 0.3 ° angular resolutions ) .

The EBSD technique is also widely applied to phase identification , microstrain analysis and mineral exsolution analysis , suggesting wider application of the technique in microstructural analysis and related field. A breakthrough of microstructural analysis of rocks is expected with wide application of EBSD techniques. EBSD will become an indispensable technique which enhances rapid development of deformation mechanisms of rocks and rheology of the lithosphere.

**Key words :** Electron backscatter diffraction ; Rocks ; Microstructure.