

页岩内部孔隙的微观结构观察（二）：电镜观察

对于页岩内部纳米级孔隙，钨灯丝电镜由于分辨率达不到已经无法清晰观察，这里我们用高分辨冷场发射扫描电镜日立 SU8020 进行观察。离子研磨后的页岩样品内部孔隙裸露出来，不进行喷镀，用冷场发射电镜直接观察，可以避免纳米级孔隙被金颗粒堵住。收集背散射电子信号，可以原子序数的差别分辨出元素成分。

由于样品不导电，且内部有大量的有机物质，电镜观察时的加速电压要比较小。为保证图像有较好的分辨率，工作距离要小一些。

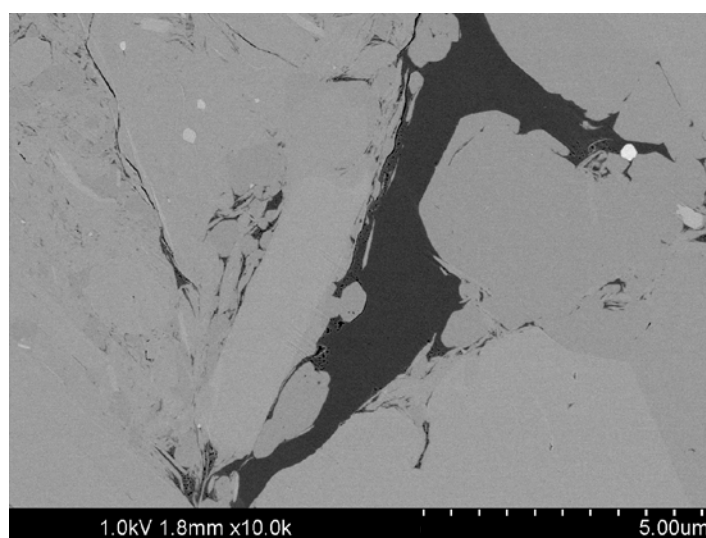


图 1 条状有机质

上图中黑色部分为页岩中的有机质，常成条状生长。有机质的平均原子序数较低，在图片上颜色较暗。

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

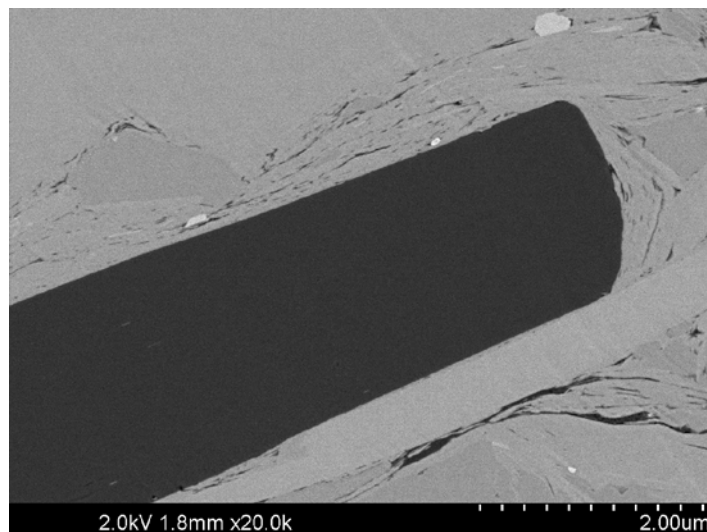


图 2 低成熟有机质

不是所有的有机质都发育纳米孔，这与有机质的成熟程度有关。上图是低成熟的有机质，此类有机质中的孔隙没有发育，所以几乎看不到。

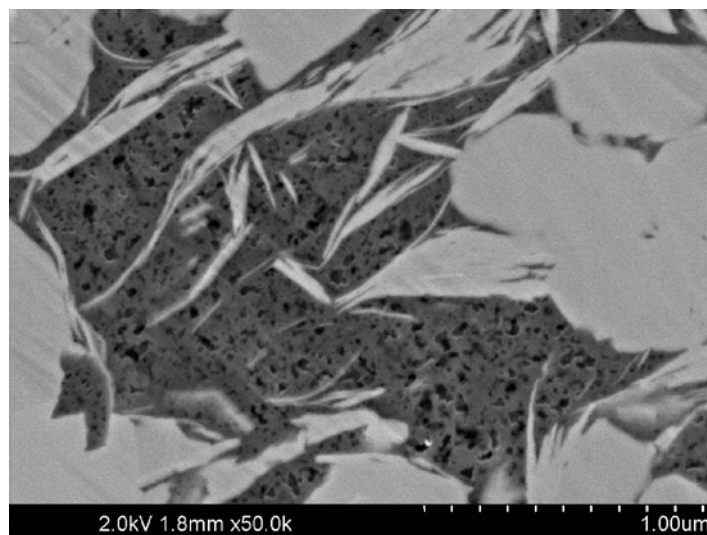


图 3 有机质中纳米孔

放大看含有纳米孔有机质，这类孔在页岩内部非常常见。孔隙多为圆形或椭圆形，孔的直径大约在 50nm。有机质内部孔隙是在有机质演化过程中形成，多为排气和排油孔，是页岩中特有的孔隙。由于样品表面非常平，孔的大小，形状和分布清晰可见。

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

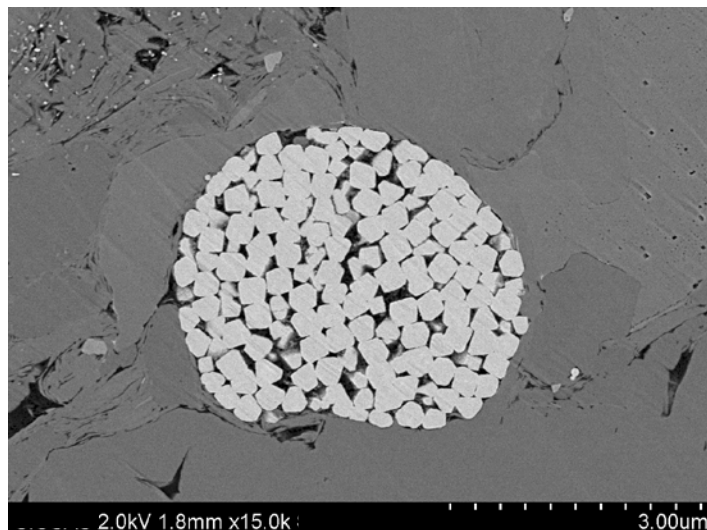


图 4 黄铁矿晶粒

上图是页岩中富集的莓状黄铁矿颗粒聚集体，晶粒大小约为 300nm，黄铁矿的平均原子序数较高，在图片上的颜色较亮。

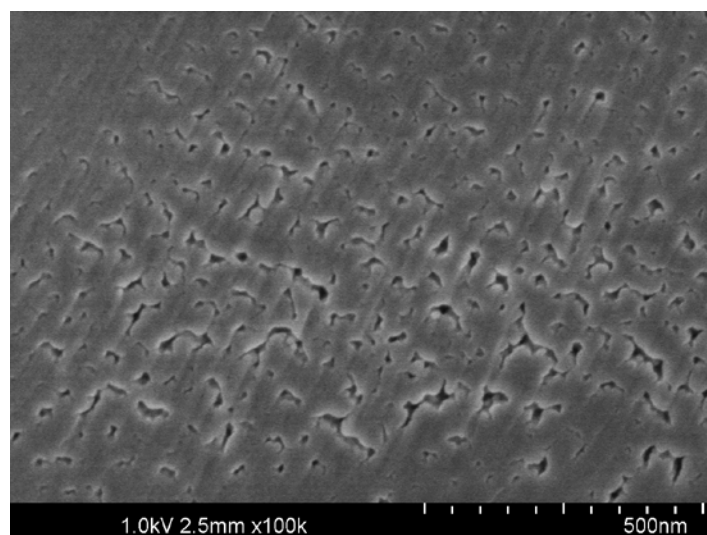


图 5 紧密排列的纳米孔

上图是有机质中排列紧密的无规则孔隙，孔径在 20nm-40nm 之间。

有机质纳米孔是页岩在一定地质条件下演化出的产物，孔隙的渗透性较好，是页岩气的存储和流通空间。通过观察这些孔隙，可以对页岩气的开发有很大帮助。