

扫描电镜 2000N 在位拉伸台及其应用

温静娴¹, 王宝棣¹, 黄纪蓉¹, 李端义²

(1 广西大学, 广西 南宁 530004; 2 中国科学院力学研究所, 北京 100080)

扫描电镜在位拉伸台是一种动态观察和分析材料微观变形形貌及断裂机制的手段, 在材料科学前沿研究中发挥了重要作用。本室的在位拉伸台是利用 1987 年引进的日本日立公司的 S-570 扫描电镜 200N 在位拉伸台委托北京力学所升级改造而成。经升级后最大载荷提高到 2000N, 且加载、数据采集、曲线绘制全部实现微机控制。通过该系统可以对固体材料受力时的微区变形, 损伤及破坏演化过程, 进行跟踪观察、记录、同时绘制载荷、应变曲线。为定量描述材料的力学行为、研究材料的变形、裂纹扩展过程和界面破坏规律提供了一种非常有用的试验设备。

1 用途与参数设置

1.1 用途: 此在位拉伸台可以对高分子材料、金属材料、陶瓷材料、岩石、泥土(块状)、纤维及各种复合材料等的损伤及界面裂纹扩展规律进行分析; 可以进行材料拉伸、压缩、弯曲(三点弯及四点弯)损伤的在位观察。形貌图像可以拍像片, 也可以用微机采集、储存、编辑处理以后由打印机打印图片; 可对图像及数据文件进行光盘刻录, 并可通过网络进行传输。

1.2 参数设置: 在进行试验时, 可以根据需要自由选择采集记录显示间隔(1~100N/点)、加载行程(0~5mm)、加载速度(0.001~2mm/min); 变形测量范围: 0~5000 μ m+25 μ m; 加载力值: 0~2000(N、kg) 五档任选, 力值单位 kg、N 任意设置。

2 试验过程

试验 1: 选用 A3 钢进行拉伸断裂试验。用线切割机将 A3 钢切成尺寸: 40mm \times 12mm \times 1mm, 形状如图 A 的薄片, 贴好应变片, 将其装夹在样品台上, 加

载。开始加载时应变在屈服极限内样品表面没有什么变化, 再继续加载样品表面开始出现滑移线, 尔后滑移线越来越多遍布整个表面见图 1, 并在有缺陷的地方首先出现裂纹, 随后裂纹逐渐向前扩展, 直至最后断裂。见图 2。

试验 2: 选用高强高韧层叠陶瓷材料进行三点弯试验。将陶瓷材料制成尺寸: 21mm \times 4mm \times 1mm 的长方体试样, 并在其中部预制一缺口(为方便观察), 贴好应变片, 将样品装夹在样品台上, 加载, 加载后首先在预制缺口的两侧层叠材料的结合处开裂见图 3, 当载荷继续加大, 在缺口的上方萌生向上穿透主层的裂纹见图 4, 裂纹穿透主层后, 又开始在层叠材料的结合处裂开见图 5, 随后又产生向上穿透主层的裂纹, 如此下去直至此层叠材料最后断裂见图 6, 图 B 为高强高韧层叠陶瓷材料三点弯试验特性曲线图。

3 结论

由例 1 我们可以清楚地看到 A3 钢在受到拉应力的作用下, 晶格间首先发生位错, 应力逐渐加大, 位错也越来越大, 在样品表面形成清晰可见的滑移线, 并在样品薄弱处首先开裂、扩大直至最后断裂; 例 2 我们可以看出, 裂纹是首先从层叠材料结合处产生, 然后产生向上穿透主层的裂纹, 最后完全破坏。说明层叠材料的层与层之间的结合力最弱, 因此, 破坏首先从结合处产生, 结合处产生裂纹并逐渐扩大后, 试样发生变形, 同时主层表面形成一横向拉应力。在此应力的作用下, 在主层有缺陷的地方萌发纵向裂纹, 此裂纹逐渐扩大直至最后断裂。如此下去逐层断裂, 最后整个层叠材料全部断裂。

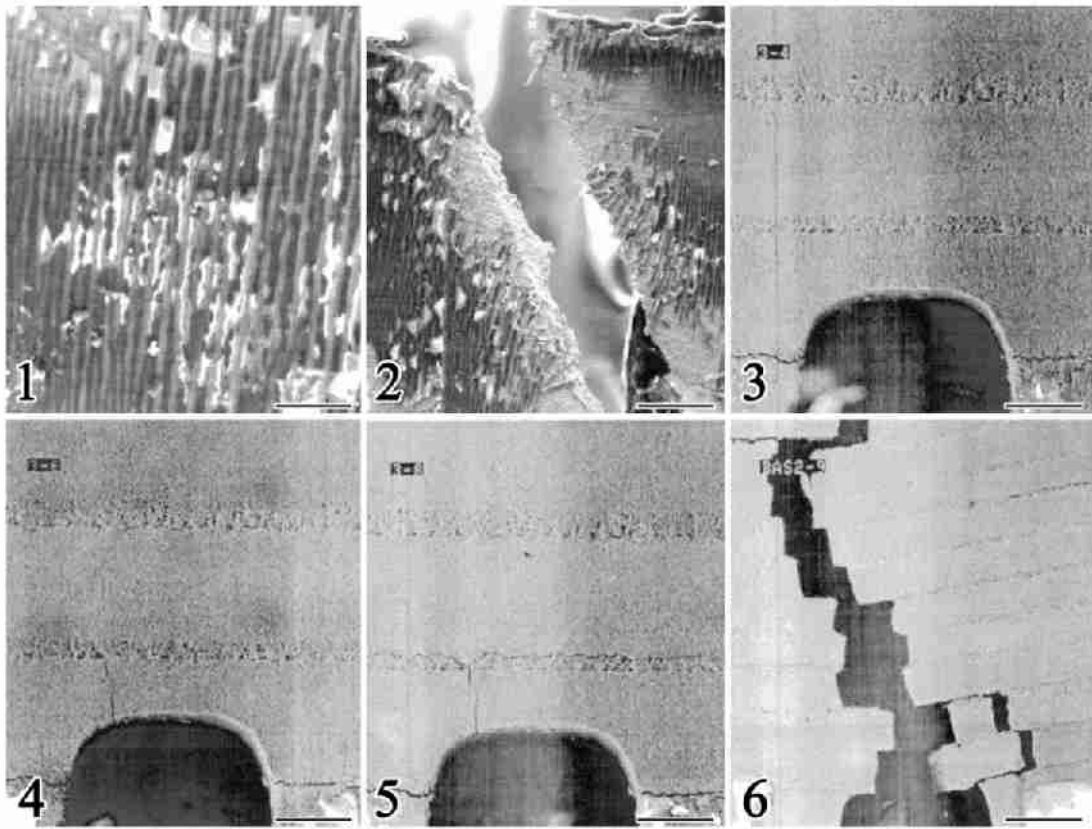


图 1 A3 钢拉伸后的滑移线(Bar = 115 μ m);图 2 A3 钢拉伸断裂形貌(Bar = 30 μ m);图 3 预制缺口两侧层叠材料结合处裂纹(Bar = 88 μ m);图 4 缺口上方萌生裂纹(Bar = 88 μ m);图 5 裂纹穿透主层,同时又在结合处产生新的裂纹(Bar = 88 μ m);图 6 层叠材料最后完全断裂(Bar = 30 μ m)。

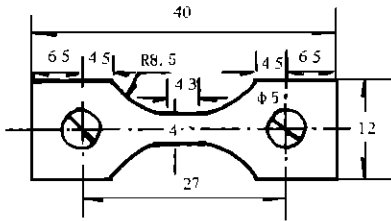


图 A 拉伸试样形状。

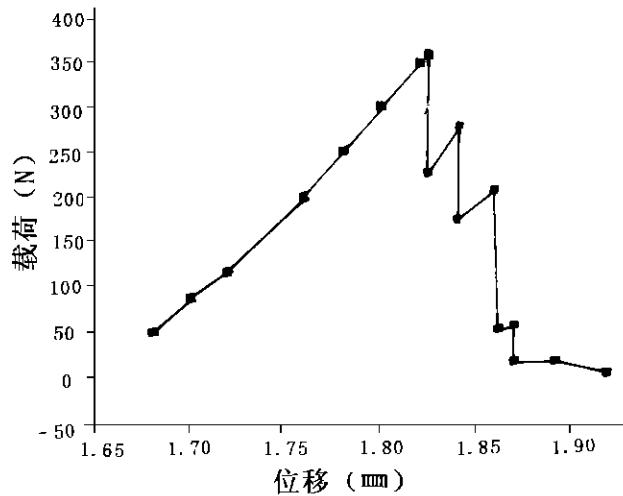


图 B 层叠陶瓷材料三点弯特性曲线。