

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

---

## 纳米材料样品的形貌观测

纳米材料和纳米结构是当今新材料研究领域中最富有活力、对未来经济和社会发展有着十分重要影响的研究对象，也是纳米科技中最为活跃、最接近应用的重要组成部分。纳米材料的应用非常广阔，可广泛应用于光电领域、微电子学领域、陶瓷领域、生物工程领域、医学领域、化工领域等。

多数纳米材料表现出不同于常规材料的特异效应和性能，使得纳米材料具有特殊用途，而纳米材料的特殊性能往往是由其微观结构和微观形貌造成的。因此对纳米材料样品的形貌观测和微观结构表征有着非常重要的意义。本文就一些观测难度大的样品，提出观测方案。

样品名称：叶腊石、羟基磷灰石

观测难点：

1. 此类样品对电子束非常敏感，加速电压稍高(如 100kV)，样品便出现损伤、碳化现象；
2. 观测到样品的晶格像，需要较好的分辨率；

使用仪器：HT7700 Exalens

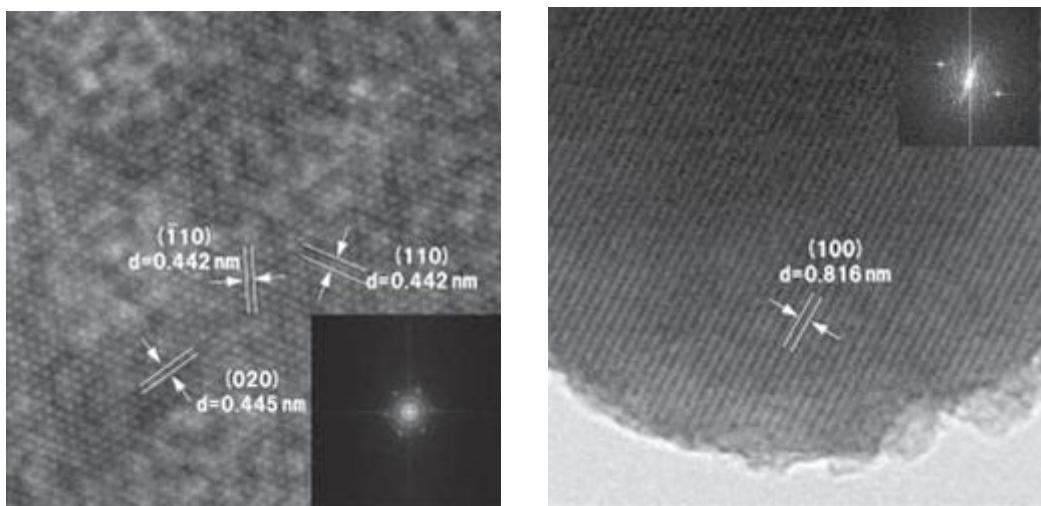
解决方案：低加速电压下样品观察

观测条件：为有效保护样品，采用不超过 60kV 的较低加速电压；使用 HT7700 Exalens 的 HR mode，日立独有的双隙物镜设计，升级后的 HC Mode 拍摄的图片衬度更高，HR mode 拍摄的图片分辨

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

率显著提高。图片如下图所示。由图可见，在 60 kV 下，可获得叶腊石晶面 (110) 的晶格像，清晰观察到三个取向的 0.45 nm 晶格间距。在 40 kV 的加速电压下观察，羟基磷灰石样品未受损伤，且可观察到 0.816 nm 的晶面间距。



样品名称：叶腊石

加速电压：60 kV

透镜模式：HR mode

放大倍数：X400k

样品名称: 羟基磷灰石

加速电压：40 kV

透镜模式：HR mode

放大倍数：X300k

样品名称：单晶硅、多壁碳纳米管

观测难点：观测到样品的晶格像，需要较好的分辨率；同时样品成像衬度低，常规观测获得的图像反差度不足

使用仪器：HT7700 Exalens

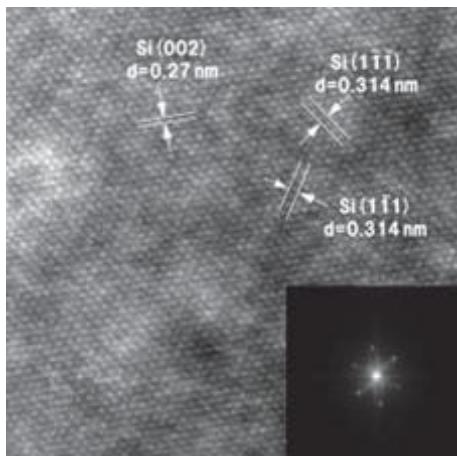
解决方案：采用 HT7700 Exalens，加速电压设置为 120kV，同

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

---

时采用 HR mode 的透镜模式，既可提高图像衬度，同时又可达到图像拍摄要求的分辨率。拍摄图片如下图所示。

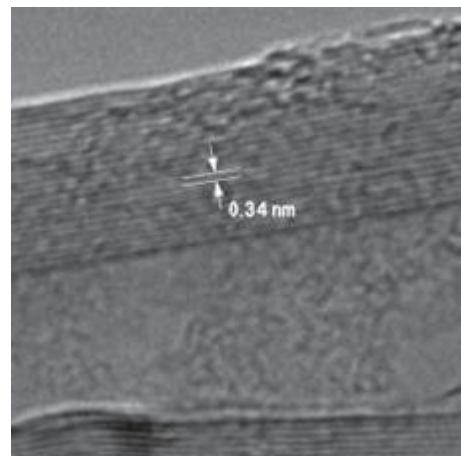


样品名称: 单晶硅

加速电压: 120 kV

透镜模式: HR mode

放大倍数: ×500k



样品名称: MWCNT

加速电压: 120 kV

透镜模式: HR mode

放大倍数: ×400k

可清晰观察到单晶硅对应(002)晶面的 0.27 nm 间距和对应(111)晶面的 0.314 nm 间距，说明 HT7700 高分辨透镜的单轴(点)分辨率可达 0.27nm。

通过欠焦以增加多壁碳纳米管(MWCNT)弱相位样品的图片衬度，可清晰观测到 MWCNT 的 0.34nm 晶面间距。本结果说明使用 120kV 加速电压，可最大程度降低碳纳米材料的电子损伤，同时可对精细结构清晰成像。