

松山湖材料实验室关于采购离子减薄仪的需求论证和市场调研

1. 需求论证

“材料”、“信息”、“能源”被称为新科技革命的三大支柱，其中，“材料”更是一切科技和社会发展的物质基础，其具有非常广阔的发展前景。松山湖材料实验室定位为有国际影响力的新材料研发南方基地、未来国家物质科学研究的重要组成，目前正处于快速搭建平台阶段。材料的性能与其内部微观结构具有紧密的关系，通过材料微结构分析可以从本质上解释材料具有某些性能的原因，对材料的成分及结构设计具有极其重要的指导作用。材料微结构的研究必须依靠透射电子显微镜来实现，其具有比扫描电子显微镜更高的空间分辨率（一般可达0.2 nm），低倍下可以用来观察样品的晶粒形貌和物相分布，高倍下可用于确定材料的晶体结构，观测微量相的分布、晶体缺陷及界面形貌等。因此，透射电镜已成为材料研究所必须的分析设备。然而，透射电镜对样品的制备要求非常高，样品应满足电子穿透率达到80%，因此样品的厚度要求很薄，一般应当小于100纳米，且薄区面积应尽可能大，以清晰观察和拍摄样品的高分辨微结构图像。想要获得这种具有大面积薄区的样品必须使用离子束对样品表面进行轰击，剥离样品，使其厚度减薄。离子减薄仪能够利用被电离的氩离子轰击样品表面，使样品达到透射电镜观察的要求。考虑到上述需求和实际情况，需要购买一台离子减薄仪。现对所需的离子减薄仪的具体采购需求论证如下：

主要技术指标：

配有两个离子枪，且都具有低能聚焦能力；每支离子枪抛光角度至少为 $\pm 10^\circ$ ，且每支离子枪抛光角度独立可调；离子束能量范围0.1~8.0 keV，离子束流密度最大应达到10 mA/cm²，离子束直径可通过气流或放电电压调节；样品台尺寸为3 mm，样品台转速可调，且具有X、Y方向精准平移能力；可通过显微镜实时观察样品减薄状态；具有简洁的人机操作控制界面；可搭载液氮冷台，去除离子束轰击热效应对样品的损伤。

2. 市场调研

(1) 相关行业

新型功能材料一般由晶粒尺寸很小的纳米级晶粒构成，这类材料的微结构观测很难通过常规的扫描电镜来实现。透射电镜具有比扫描电镜更大的空间分辨率，可用来观测纳米级晶粒的形貌、晶体结构、位错等精细结构。样品进行透射电镜分析的前提是具有厚度小于 100 nm 的薄区，高分辨观测则要求样品厚度更薄（最好在 10 nm 以下），这类样品的制备需要利用一种设备对样品表面进行减薄，因此离子减薄仪得以产生。

(2) 产业发展状况

最初制备透射电镜样品是通过线切割得到 0.2 mm 薄片，通过机械手磨将薄片厚度减小到 0.08 mm，最后用双喷电解法抛光薄片直到穿孔，孔隙边缘的厚度可以达到几百个纳米。然而这种制备方法不适用于易碎的、不导电的材料，由此发展出了离子减薄技术。利用离子减薄技术可对各种金属和合金、陶瓷材料、塑料、聚合物及各种多相材料进行样品减薄，且都能得到质量很高的适用于透射观测的样品。离子减薄仪出现以后，随着应用场合的广泛和样品减薄要求的提高，离子减薄仪也相应经历了一系列更新换代。现在的离子减薄仪与初期相比，其离子束能量可调控范围、减薄抛光角度范围均增大，此外，减薄控制界面更加简洁和人性化，离子束加工过程可根据设置要求自动终止。同时，新型离子减薄仪还具有除减薄样品外的很多其他功能，如扫描电镜样品制备、块状样品切割、抛光加工后的离子清洁等。

(3) 供应商：

A、美国 Gatan 公司的 695.C 型离子减薄仪



该离子减薄仪的离子枪在低能范围内具有优异的聚焦能力，可以在减少样品损伤的同时提高减薄效率，提高样品质量。同时，这种改良的低能量离子束还可用于 FIB 样品的表面清洁。此外，该设备搭载 WhisperLok 系统及 X-Y 可调控样品台，可对样品中某些感兴趣的区域进行对中重复减薄，以获得利于高分辨拍摄和分析的区域。

产品型号：695.C 价格：125000 美元

B、美国 Fischione 公司的 1051 型离子减薄仪



该离子减薄仪具有两支独立离子枪，离子束能量可调范围较大(0.1~10 keV)，且减薄角度也较大(-15°~+10°)，然而 8~10 keV 范围内能量对样品的损伤作用较大，且-15°~-10° 范围角度不利于获得大面积薄区，因而它们的实用意义不大。此外，该离子减薄仪不具有低能聚焦能力，影响减薄效率。

产品型号：1051 价格：190000 美元

C、德国 Leica 公司的 EM RES102 离子减薄仪



该离子减薄仪的离子枪为鞍形场散焦离子枪，离子束流密度较小（8 kV/3 mA 条件下约为 1 mA/cm²），这虽然可以减小减薄过程中对样品的损伤，但影响减薄速率。此外，该离子减薄仪的离子束能量下限为 0.8 keV，不利于样品的大面积均匀厚度薄区的获得。该仪器的特点是具有 ±90° 的减薄角度范围，但过高的减薄角会导致样品损伤，故实用意义不太大。

产品型号：EM RES102 价格：162800 美元

（4） 满足需求的供应商

美国 Gatan 公司的 695.C 型离子减薄仪除具备 1051 型和 EM RES102 型离子减薄仪的技术功能外，还增加了低能聚焦离子枪，使低能离子束减薄过程中聚焦能力显著增强，减薄效率更高，大大提高制样效率。此外，695.C 离子减薄仪搭载了 WhisperLok 系统及 X-Y 可调控样品台，可对样品中某些感兴趣的区域进行对中重复减薄，获得利于高分辨拍摄和分析的薄区。另外，相比于 Fischione 的 1051 型和 Leica 的 EM RES102 型离子减薄仪，Gatan 的 695.C 型离子减薄仪具有最低的价格，并配有双目镜观察系统和液氮冷台，包含精密凹坑仪。因此，695.C 型离子减薄仪更加符合平台的使用要求，即 Gatan 公司为满足需求的供应商。

拟采购供货方：

制造商：美国 Gatan, Inc.

地址：5794 W. Las Positas Blvd. Pleasanton, CA 94588 United States

代理商：科扬国际贸易(上海)有限公司

地址：北京市安定门外安立路 8 号汇欣大厦 B 座 804 室（北京办事处）

产品型号：695.C

价格：125000 美元


技术指标：

型号		Gatan 695.C
离子枪	个数	2（独立）
	离子束能量	0.1~8 keV
	最大束流密度	10 mA/cm ²
减薄入射角		-10~10°
样品尺寸		直径 2.3 or 3 mm
样品台旋转		360°
样品台转速		转速可调（1-6 rpm）
真空系统		涡轮分子泵
冷却方式		液氮（选配）
样品观察		数码变焦显微镜（选配）
尺寸		495mm(W)×615mm(H)×547mm(D)
功率		200 W（运行）/100 W（待机）
保修期		1 年

（如拟采购的产品非为调研中已满足技术要求的供货商产品，需特别详细说明缘由）

经广泛调研，满足实验所需技术指标要求的离子减薄仪，目前有美国 Gatan 公司提供的 695.C 型离子减薄仪可以满足我们的要求，且各方面优势明显。特此，拟申请采购美国 Gatan 公司 695.C 型离子减薄仪，预算为 125000 美元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含课题组组长）：



附件：调研供应商产品报价单

2020年 7月 20日