

---

# 上海光源线站工程建设获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20776.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

上海光源线站工程建设获进展。10月29日至30日，上海光源线站工程中的能源材料线站(E-line)软X射线分支和硬X射线分支、稀有元素分析线站通过了中国科学院条件保障与财务局组织的工艺测试。

本次工艺测试以线上线下相结合的方式进行。测试专家组由中科院物理研究所、高能物理研究所、上海应用物理研究所，以及中国科学技术大学、苏州大学、浙江大学、上海科技大学、上海市辐射环境安全技术中心的专家组成(其中，11位现场、5位线上)，麦振洪研究员为现场测试组长，胡天斗研究员任总组长(线上)。中科院条财局重大设施处樊潇潇参加会议，工程经理赵振堂院士及副经理、高研院副院长邵仁忠研究员分别致辞。

专家组听取了项目总工程师王劼作的上海光源线站工程总体报告以及各测试项目负责人作的自测报告，审定了工艺测试大纲，并分组进行现场实测。根据实测结果，专家组一致认为能源材料线站的软X射线分支和硬X射线分支、稀有元素分析线站的各项指标全部达到验收指标，部分优于设计指标。

能源材料线站是一条软、硬X射线结合的复合型线站，其硬X射线分支为国内首条通过工艺测试的硬X射线高能量分辨谱学线站，具备了高能量分辨X射线发射谱和高能量分辨X射线荧光吸收谱(HERFD-XANES)等实验方法，可有效解决传统吸收谱方法能量分辨低以及无法识别因轨道间电荷转移导致的关键性能变化的瓶颈。实验站关键设备“基于球面晶体的高分辨发射谱仪”在国内属首次研制。上海光源团队通过开展联合攻关，自主设计机械运动结构、自主开发运动控制与数据采集模块，克服了精密光学、机械稳定、谱学数据处理与信号采集与反馈等方面的难题，利用条纹分析晶体研制出硬X射线七晶发射谱仪(XES)(图1)。经专家组现场工艺测试，能量范围覆盖3.2-19.5 keV，能量分辨优于2 eV(图2)，可有效识别轨道间电荷转移。

能源材料线站软X射线分支线可为用户提供共振X射线发射谱(RXES)、共振弹性X射线散射谱(REXS)等实验方法。RXES适用于揭示电池材料体相及固液界面氧化还原过程中电荷转移等电子特性。REXS可应用于探索量子灵巧材料中的电荷、轨道及自旋等长程序，并可用于研究有机材料(如有机太阳能电池、光刻胶等)中的相分离及相畴大小分布。在该分支线在建设过程中，科研人员设计并研制了迄今为止世界上首套双联、互穿光栅单色器(图3)，巧妙解决了局促空间下软、硬X光并行通过的难题;研制出国内首台中分辨率超高真空共振发射谱仪(图4)，同时，关于该谱仪系二期关键预研设备，项目组在充分调研国际上已有发射谱仪的基础上，基于能源材料研究的科学需求与特点，设计和优化谱仪各方面参数(光栅类型、数目、优化能量点、长度、曲率半径、变线距、出入射臂长、CCD像素阵列、倾角)，在测试中能量分辨率达65meV(图5)，优于设计指标90meV;研制出国内同步辐射首台软X射线散射仪(图6)，在超高真空环境下集成样品的六轴自由度

运动及探测器臂的三轴自由度，采用散射仪直接坐地与腔体振动解耦，样品分体铜辨冷却，测试转角分辨率达0.005度(优于设计指标0.01度)，冷却温度达15K(优于设计指标20K)。

稀有元素分析光束线站面向我国核能领域研究的重大需求，以U-Pu和Th-U循环中存在关键科学和技术问题为目标，建立了基于同步辐射X射线的放射性样品先进实验手段。线站建立了样品检测监测、储存室和通风系统等放射性样品实验环境(图7)，可进行固体(粉末压片)和液体的放射性样品实验， $\alpha$ 和 $\beta$ 放射样品的放射性活度可达1.85 GBq/Sample， $\gamma$ 放射样品的放射性活度可达185 MBq/Sample。线站光子能量可覆盖5-50keV，实验方法以高分辨衍射和高分辨发射谱为特色，高分辨衍射实验测得20keV的X射线，LaB<sub>6</sub>的(110)面衍射峰(12.11 $\theta$ )半高宽达到0.0087 $\theta$ 的高分辨能力(图8)，高分辨发射谱学在光束线使用Si(111)晶体时在U L<sub>3</sub>边的发射线13.618keV的弹性散射峰半高宽达2.8eV的分辨率(图9)。此外，实验站(图10)还覆盖了常规性X射线衍射(散射)、谱学和成像等同步辐射表征技术，并提供微束实验表征方法。稀有元素分析线站已获得辐射安全许可证，成为国内第一条可进行放射性样品实验研究的综合性线站，将在我国的核科学研究领域中发挥重要的推动作用。

上海光源线站工程属于国家“十二五”重大科技基础设施建设项目，于2016年11月20日正式开工。该工程建设内容包括新建16条性能先进的光束线站、实验辅助系统、光源性能拓展、建安工程及配套公用设施。上海光源线站工程通过创新的设计，将实现第三代同步辐射光源近乎极限的时间、空间以及能量分辨能力，全面提升上海光源科技策源能力，更好地服务于世界科技前沿与国家战略需求。截止目前，已有12线23站完成工艺测试投入试运行。



图1.硬X射线七晶发射谱仪

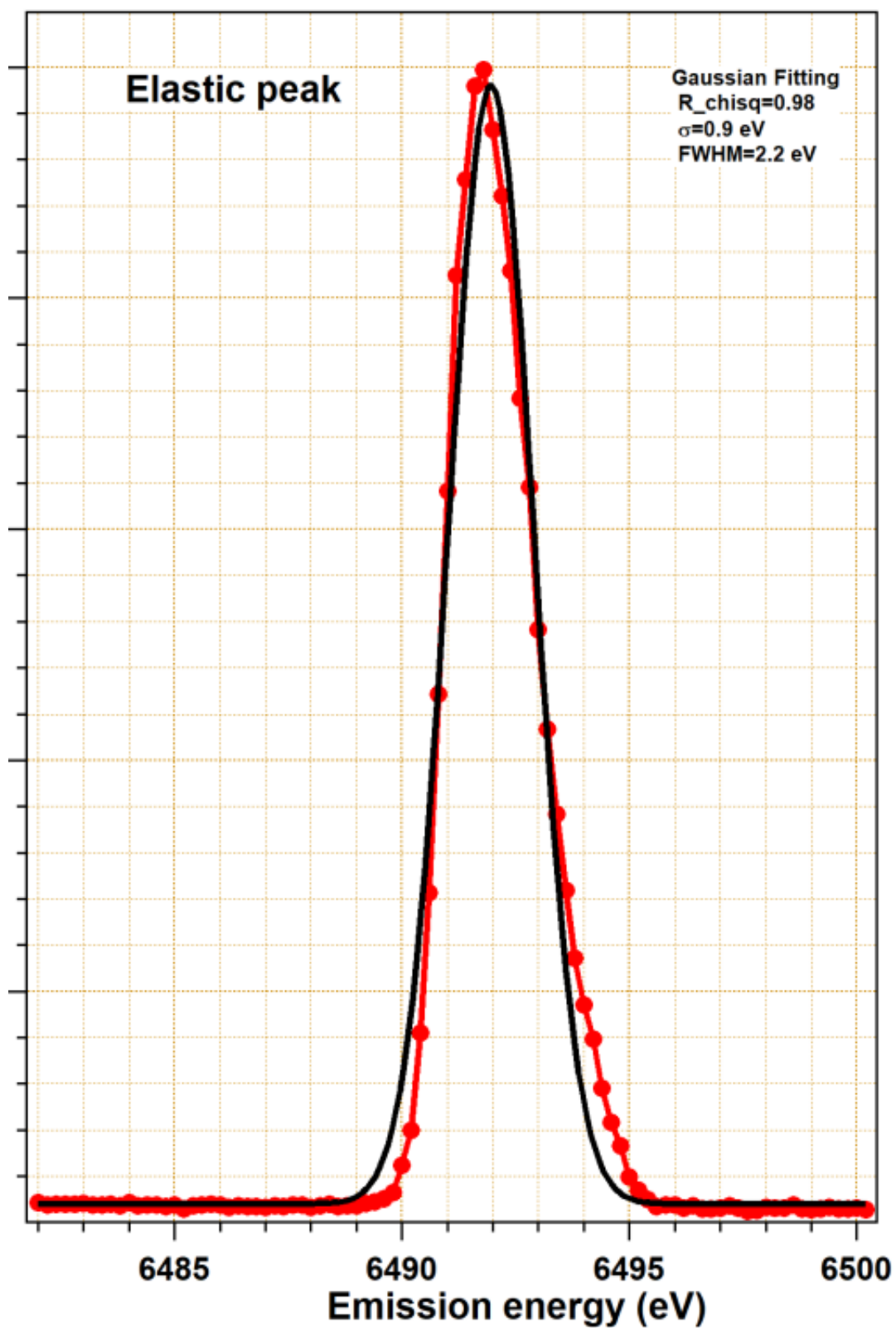


图2.发射谱仪的能量分辨率

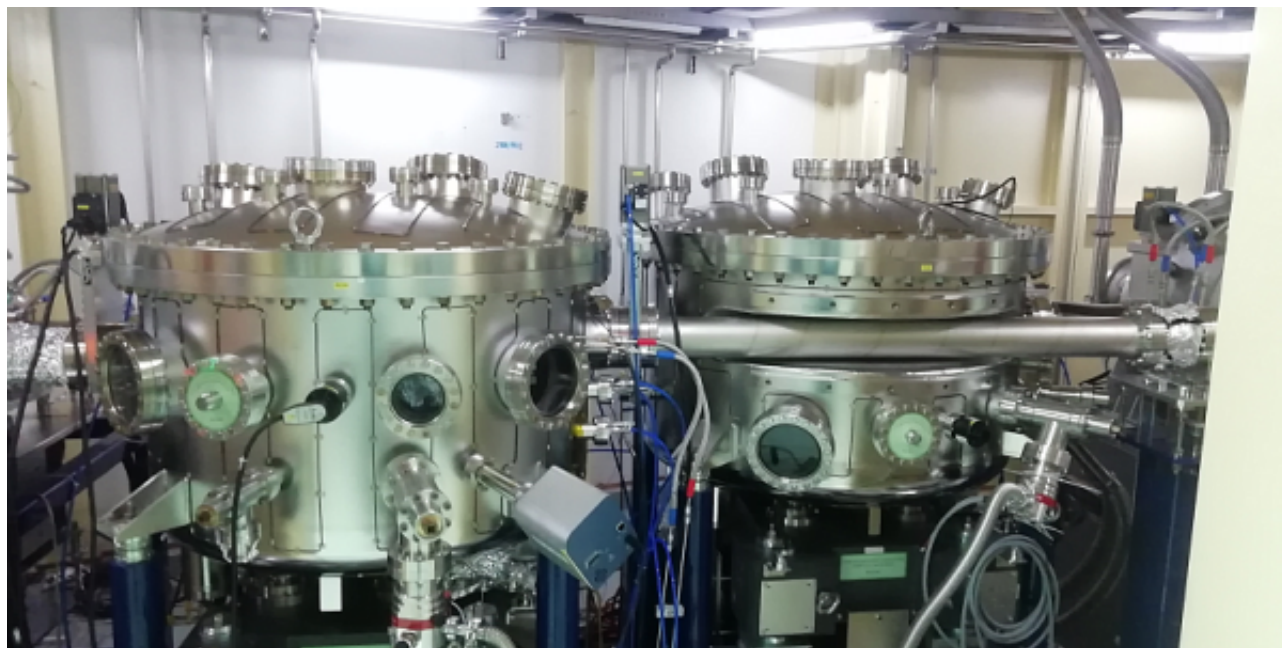


图3.双联、互穿光栅单色器

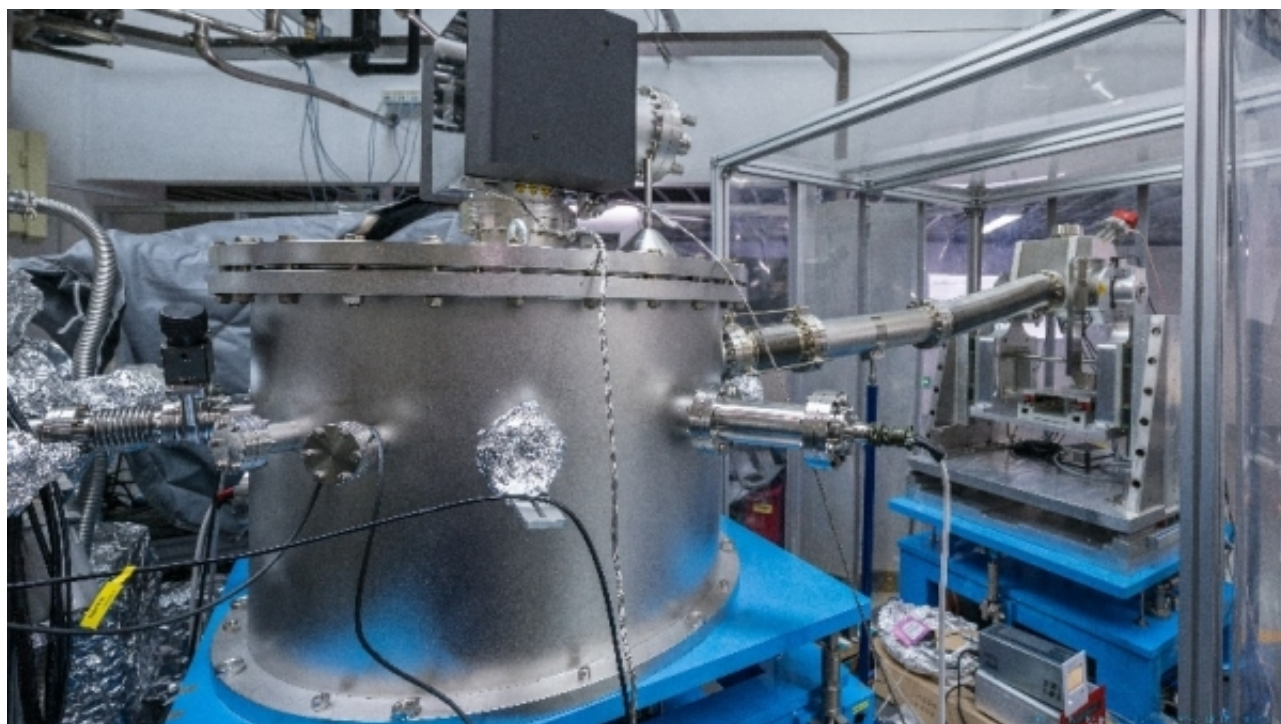


图4.中分辨率超高真空共振发射谱仪

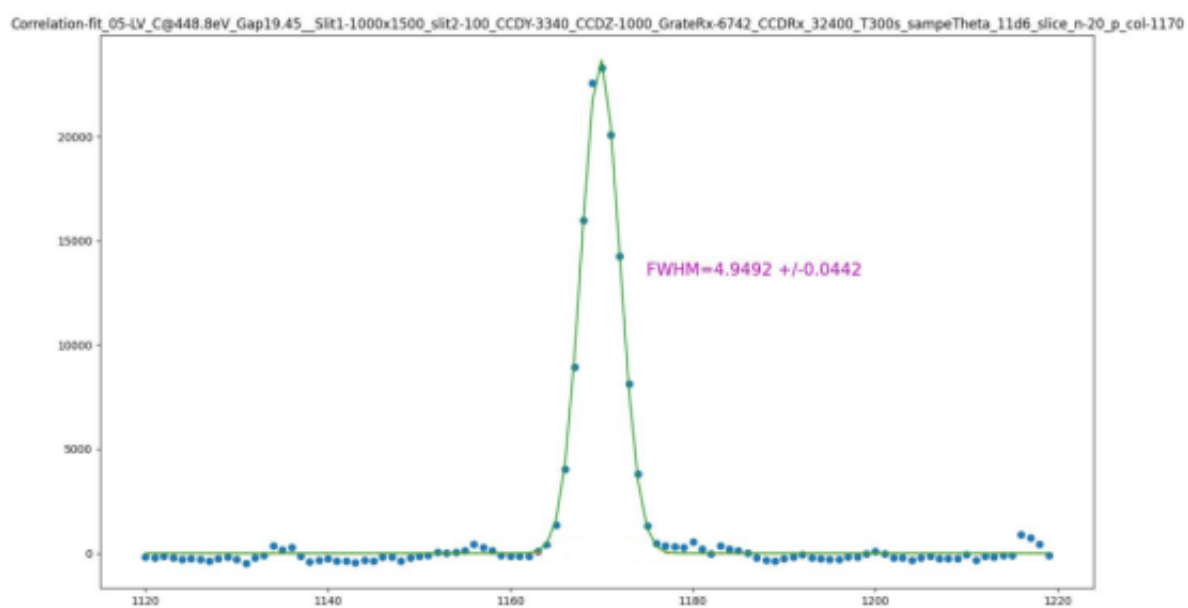


图5.谱仪能量分辨率65meV@445eV



图6.软X射线散射仪

---

图7.样品检测监测、储存和通风系统

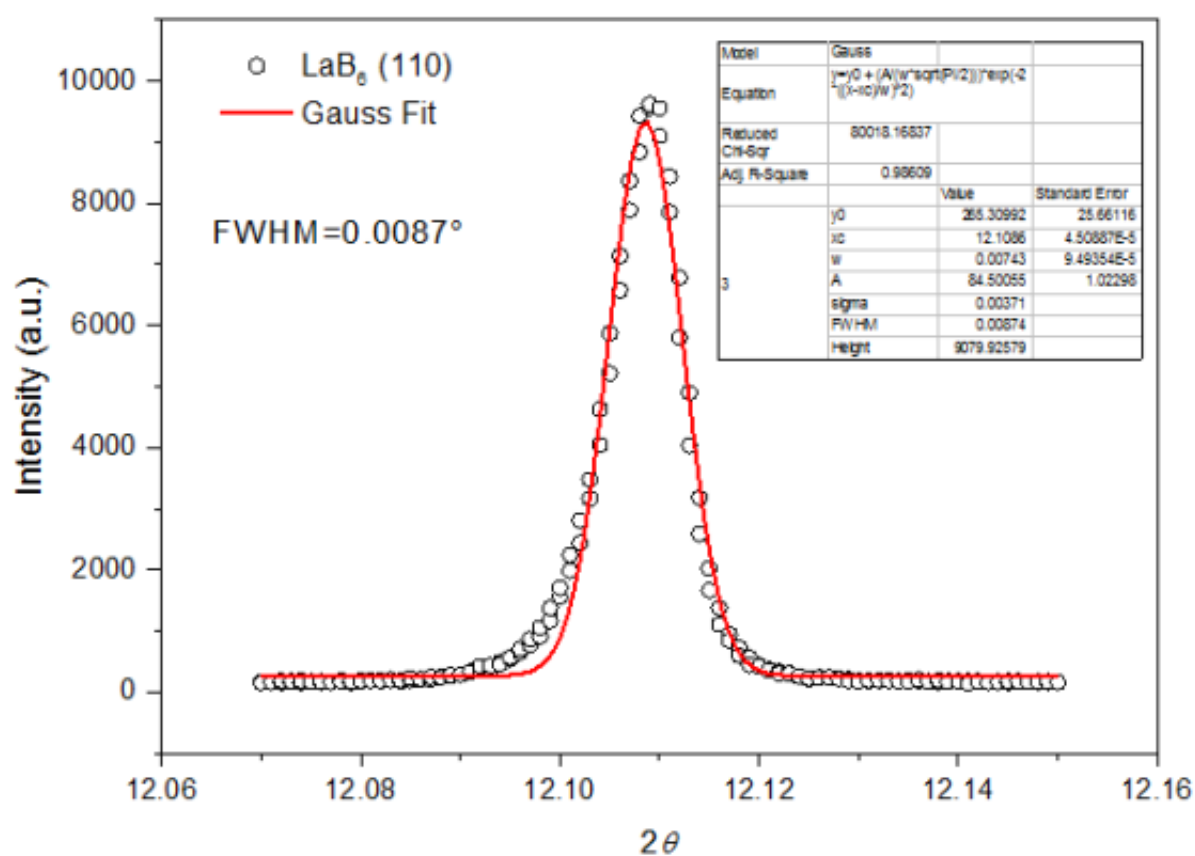


图8.高分辨衍射角分辨测量结果

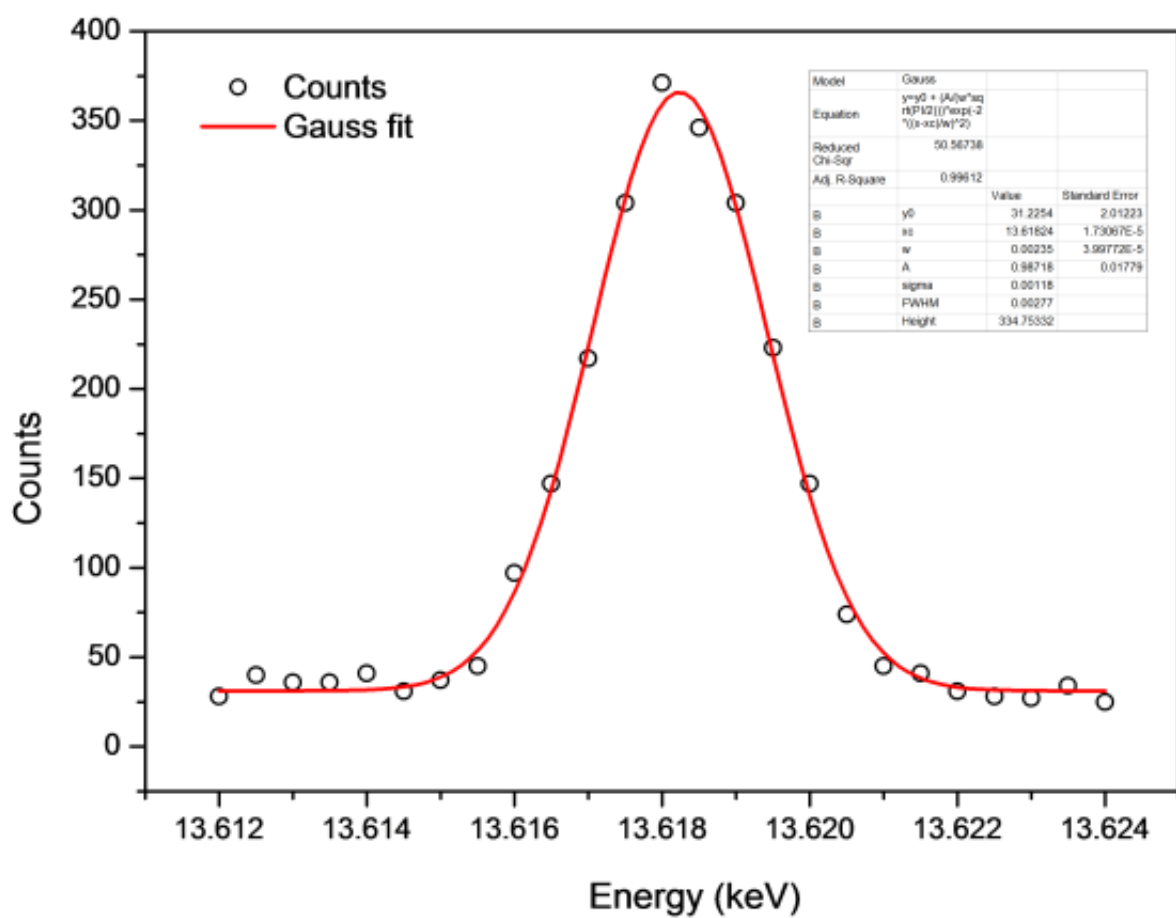


图9.发射谱能量分辨率测试结果



---

图10.稀有元素分析实验站

研究团队单位：上海高等研究院

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发