

XR-100SDD 型 X 射线硅漂移探测器

125eV 的能量分辨率！

全固态设计！

热电致冷技术——无需液氮！



图 1. XR-100 型硅漂移探测器及配套电源 PX5

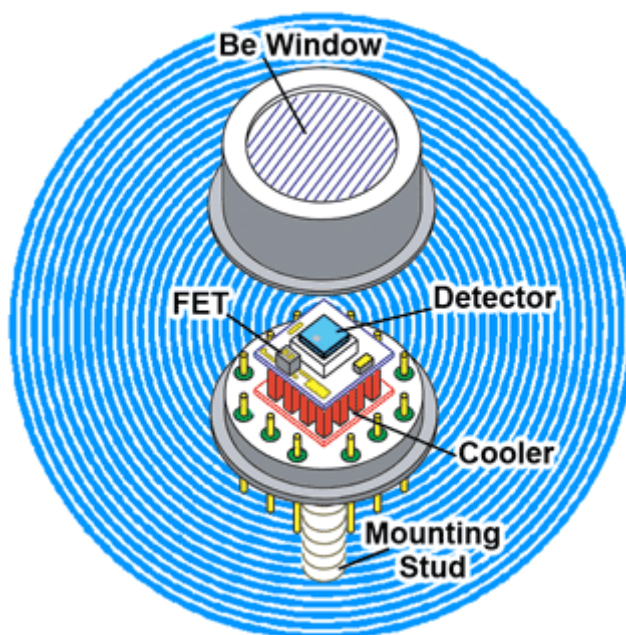


图 2. 硅漂移探头元件示意图

XR-100SDD 系列产品由新型高性能 X 射线硅漂移探头，前置放大器（前放）和致冷系

统组成。采用热电致冷技术保持硅漂移探头(SDD)的低温工作环境，而在两级热电致冷器上亦安装了输入场效应管(FET)和新型温度反馈控制电路，这样探头组件的温度保持在约零下55摄氏度左右，并通过组件上的温度传感器显示实时温度。探头采用 TO-8 封装，并利用不透光和不透气（真空封装适用）的薄铍(Be)窗以实现封装后的软 X 射线探测。

XR-100SDD 系列产品无需采用昂贵的低温制冷系统即可获得非常优越的性能，它标志着 X 射线探测器生产技术上的一个突破。

产品特性：

1. 高计数率：500,000 CPS(每秒计数, counts per second)；
2. 能量分辨率：125eV（半高全宽，FWHM，对应峰值为 5.9keV 的情况）；
3. 高峰本比（Peak-to-background ratio）：8200:1；
4. 面积 25mm²，厚度 500μm；
5. 内置多层准直器；
6. 不需要液氮制冷。

应用范围：

1. X 射线荧光分析；
2. 用于 RoHS/WEEE 标准检测的 X 射线荧光谱仪；
3. OEM 和其他专业应用；
4. 生产工艺流程反馈控制；
5. 高校和科研院所实验室研究；

产品参数：

本产品可以适应于用户不同应用时的参数需求。

I. 高能量分辨应用：

1. 超高能量分辨率：125eV（对应峰值为 5.9keV 的情况）；
2. 峰化时间(Peaking time)：11.2μs；
3. 计数率：100,000 CPS；
4. 峰本比：8200:1；

II. 快速峰化应用：

1. 能量分辨率：155eV（对应峰值为 5.9keV 的情况）；
2. 峰化时间(Peaking time)：0.8μs；
3. 计数率：500,000 CPS；

III. 手持设备应用：

1. 能量分辨率：150eV（对应峰值为 5.9keV 的情况）；
2. 峰化时间(Peaking time)：3.2μs；

3. 探测器探头温度保持在 250K (-24°C)
4. 计数率: 200,000 CPS;

XRF 设备由此开始

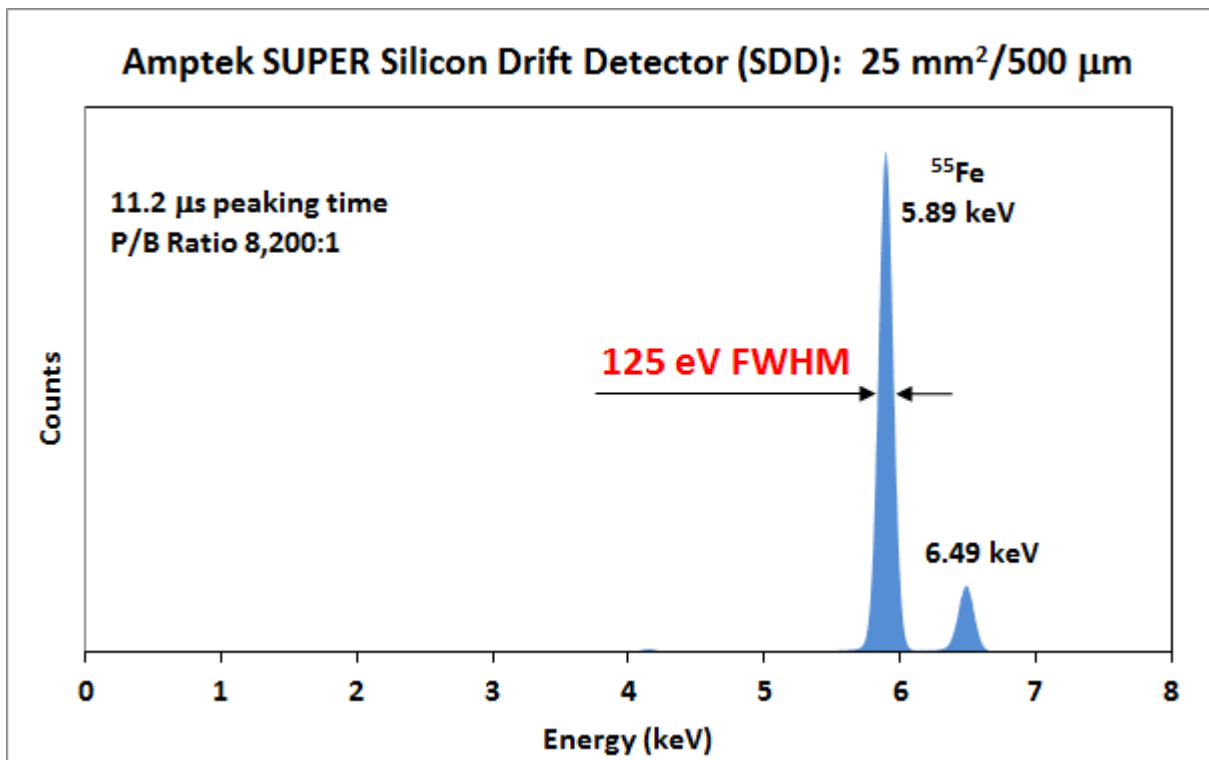


图 3. Amptek 硅漂移探测器(SDD)测得的 ⁵⁵Fe 能谱

产品说明

XR-100SDD 型硅漂移探测器 (SDD) 是 Amptek 公司出品的一款新型 X 射线探测器, 它标志着 X 射线探测器生产工艺的变革。XR-100SDD 因其体积小, 性能优越且价格便宜等特点, 是 OEM 手持式和台式 X 射线荧光光谱仪设备的理想选择; 而且它在保证优异的能量分辨的同时还能达到相当高的计数率, 可以满足各种参数需求; 另外封装采用和 Amptek 出品的其他探测器一样的 T0-8 型外壳, 方便用户升级现有系统以及和其他 Amptek 产品配套。


硅漂移探测器工作原理和硅 PIN(Si-PIN)光电二极管类似, 但它利用单电极结构大大提升了性能。Amptek 公司专门为 X 射线能谱测量应用优化了其所有硅漂移探测器产品。

同样的探头面积下, 硅漂移探测器电容比传统硅 PIN 探测器电容低很多, 则所需成型时间变短, 电子学噪声也会大大降低。因此硅漂移探测器可以相同 (较高) 的计数率下得到比

传统探测器好的能量分辨率。另外为引导电子移动到相当小的低电容阳极上，探测器中的电极结构是特制的。

产品参数

常规参数	
探头类型	硅漂移探测器(SDD)
探头尺寸	25mm ²
硅晶体厚度	500μm
准直器	内置多层准直器(ML)
能量分辨率(@ ⁵⁵ Fe, 5.9keV 峰)	125-140eV FWHM (11.2μs 峰化时间)
峰本比(Peak to Background)	8200:1 (5.9keV 和 2keV 计数比)
铍(Be)窗厚度	0.5mil (12.5μm)
电荷敏感型前置放大器	Amptek 定制可复位放大器
增益稳定性 (温飘)	<20ppm/°C (一般情况下)
外壳尺寸	3 x 1.75 x 1.13 inch, 7.6 x 4.4 x 2.9 cm
重量	4.4 ounces (125g)
总功率	<1W
保修期	一年
产品寿命	五到十年，因具体应用而异
环境温度	0~+50°C
仓储和物流要求	长时间仓储：干燥条件下存放十年以上 仓储/物流需求：-20 到+50°C，10%到 90%湿度（无冷凝器）
	TUV Certification Certificate #: CU 72072412 02 Tested to: UL 61010-1: 2004 R7 .05 CAN/CSA-C22.2 61010-1: 2004
输出参数	
前置放大器电源	电压正负 8 到 9V，电流 15mA，噪声峰峰值小于 50mV
探头电源	电压-90 到-150V，电流 25μA； 输入需要非常稳定：<0.1%的波动。

制冷器电源	最大电压 3.5V，最大电流 350mA，噪声峰峰值小于 100mV； 注意：XR-100SDD 探测器自身包含温度控制器
输出参数	
前置放大器灵敏度	一般为 1mV/keV（不同探测器可能略有不同）
前置放大器极性	正脉冲信号输出（最大负载为 1k 欧姆）
前端放大器反馈	复位
温度显示灵敏度	利用 PX5/X-123 等直接读取温度（单位：开尔文）
可选配置或配件	
X-123SDD	<p>硅漂移探测器（SDD）也有对应的 X-123SDD 谱仪配置。该集成化配置包含了 X 射线探头，前置放大器，DP5 数字脉冲处理和多道分析模块，以及 PC5 电源模块。而用户仅需提供+5V 的直流输入和到您的电脑的 USB/RS232/以太网连接。</p>  <p>包含硅漂移探测器的 X-123SDD 谱仪产品</p>
真空配件	和所有 Amptek 真空配件兼容
OEM	和所有 Amptek OEM 配件兼容

注意事项：

1. 硅漂移探测器需要负高压，而前放输出为正脉冲。

这和标准 Si-PIN 探测器所要求的正高压，而前方输出为负脉冲正好相反；

2. PX5 电源模块可以输出正或负的高压。若您为 XR100SDD 配套订购了 PX5 模块，则 PX5 必须设置为负高压输出。

在使用 XR-100CR 探测器时，因错误设定 PX5 为负高压输出导致的探测器损坏不在保修范围之内。

而使用 XR-100SDD 探测器时，因设定 PX5 为正高压输出导致的探测器损坏亦不在保修范围之内。

准直器的使用

为提高能谱测量的质量，绝大部分 Amptek 生产的探测器都带有内部准直器。

探测器有效面元(active volume)边缘部分和 X 射线的相互作用会因不完全电荷收集产生一些小脉冲信号，进而影响测得的能谱数据。而且这些信号可能正处在用户所关心的元素所在的能量范围，降低了信噪比。而内部准直器则可以限制 X 射线只能打到有效面元内，这就避免了噪声信号的产生。

不同类型的探测器中准直器的应用各有优点：提高峰本比（P/B）；消除边界效应；消除假尖峰信号。

真空环境中的应用

XR-100SDD 型产品可以工作在 10^{-8} 托的真空环境到大气压下工作，而真空环境应用有如下两种方案：

1) XR-100SDD 的探头和前放均置于真空室内部：

a. 为保证 XR-100SDD 的正常工作，需避免器件过热，并做好输入的 1W 功率的良好导热；即利用 XR-100SDD 封装上的四个安装孔，根据具体真空室位形设计散热，将器件热量传导到真空室壁上；

b. 在 CF（Conflat Flange）刀口法兰上利用可选的真空馈通端子（如 9DVF 型，九接口）连接 XR-100SDD 和真空室外的 PX5 电源。

2) XR-100SDD 全部置于真空室外：需利用可选的真空探测器延长组件（如 EXV9 型加长管，长 9 英寸）和标准 CF 刀口法兰窗口（通过 O 圈密封）配套。



图 4. 真空条件使用中可选的延长组件



图 5. 高采样率 X 射线束线系统中 Amptek 高性能 SDD 的应用(定制法兰,4 个 SDD 探测器)

其他系统说明及性能曲线

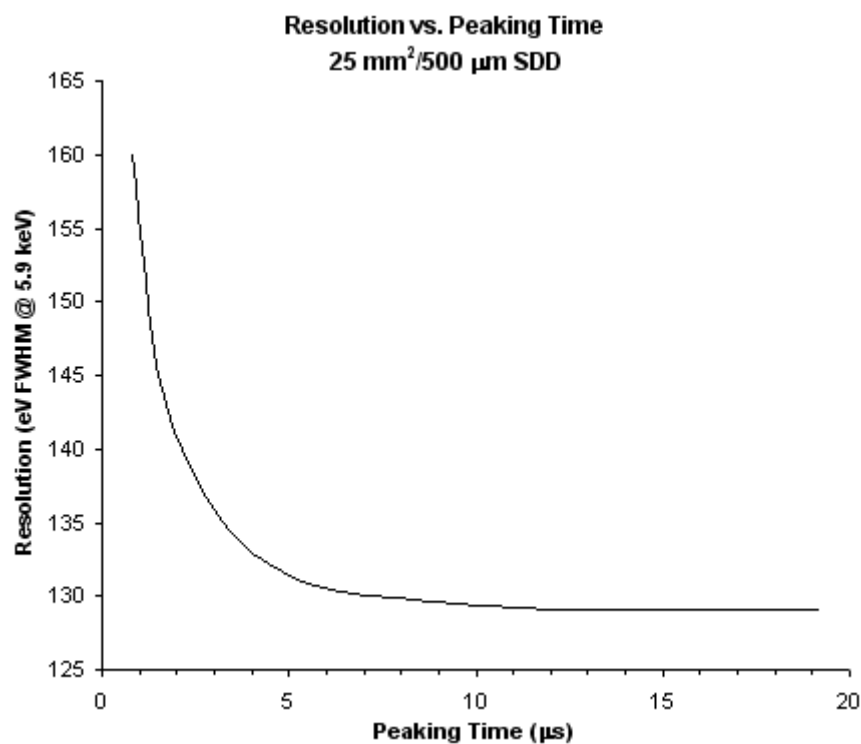


图 6. SDD 的能量分辨率和峰化时间曲线

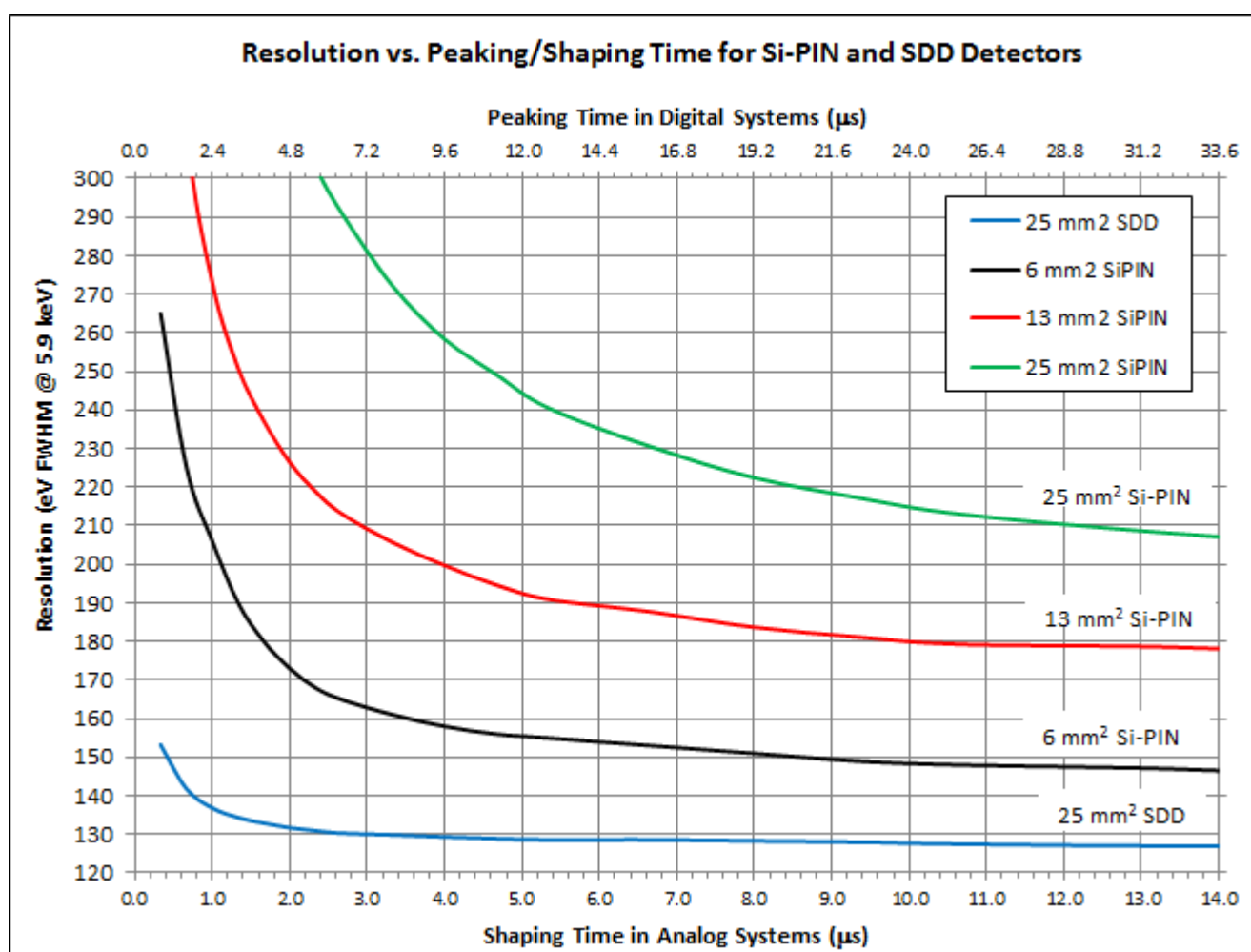


图 7. Si-PIN 和 SDD 探测器的分辨率-峰化/成形时间曲线对比

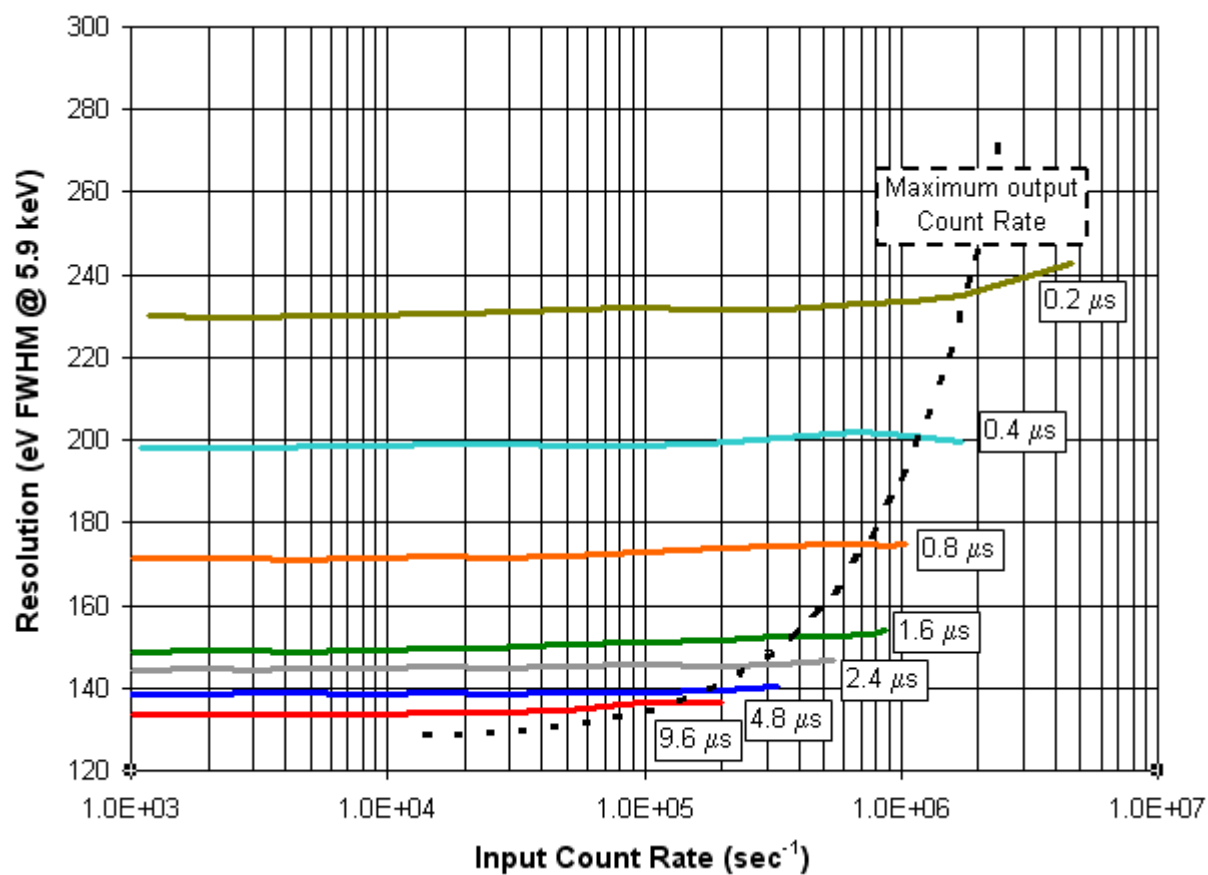


图 8. 对应不同峰化时间的能量分辨率和输入计数率曲线（SDD 配套 DP5 使用）

该图也表示了最大输出计数率曲线（黑色虚线）。而系统工作参数在该曲线右边区域时，尽管输入计数率很高，但输出计数率仍会小于最大值，具体情况见下图 9。

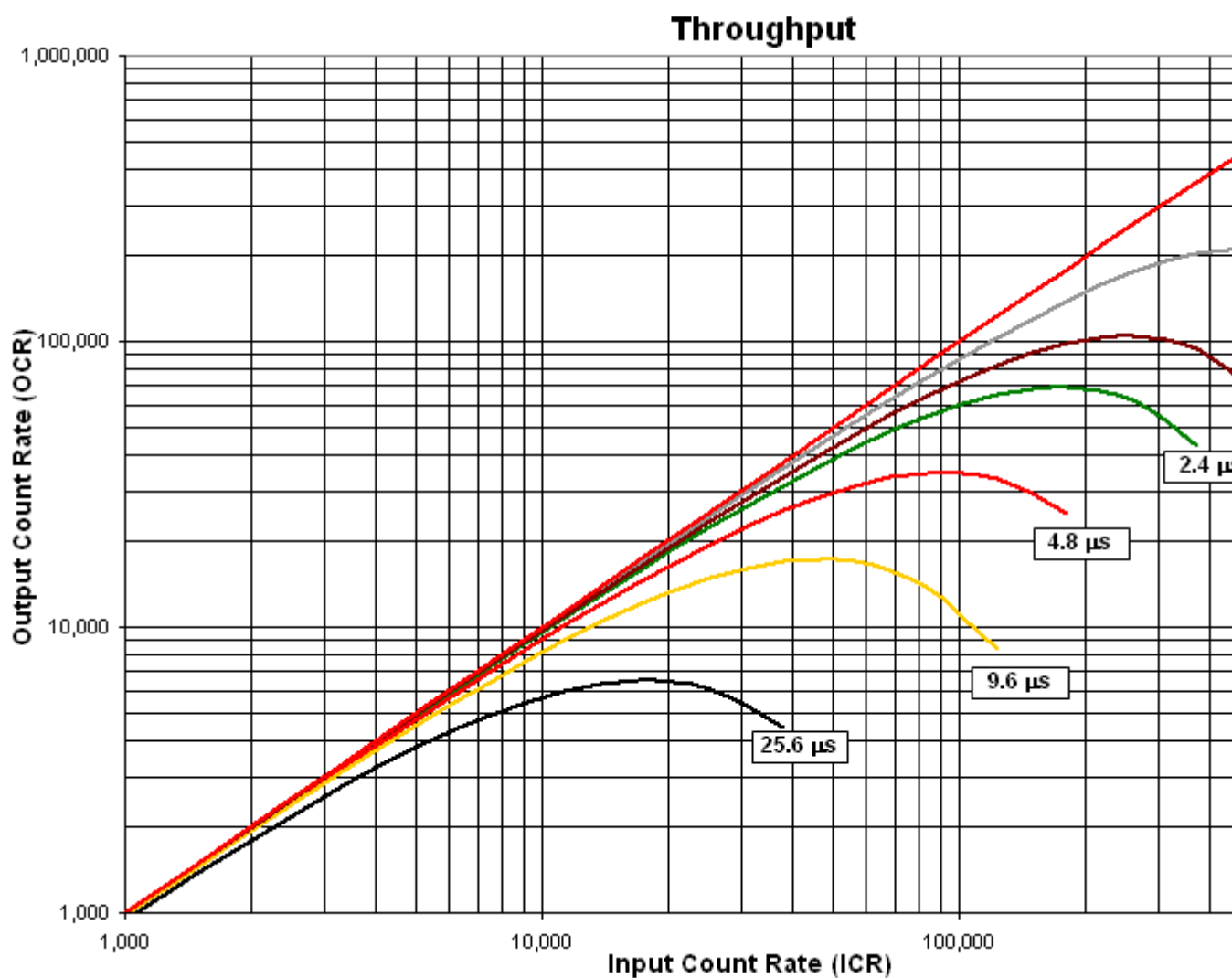


图 9. 不同峰化时间下 SDD 的输入计数率和输出计数率曲线（输出效率）

由于 SDD 探测器具有更小的电容，在成型放大器中较短的成形时间即可保证较好的能量分辨率。通常使用 9.6 μ s 或更小的成形时间，这极大提高了系统的输出效率。

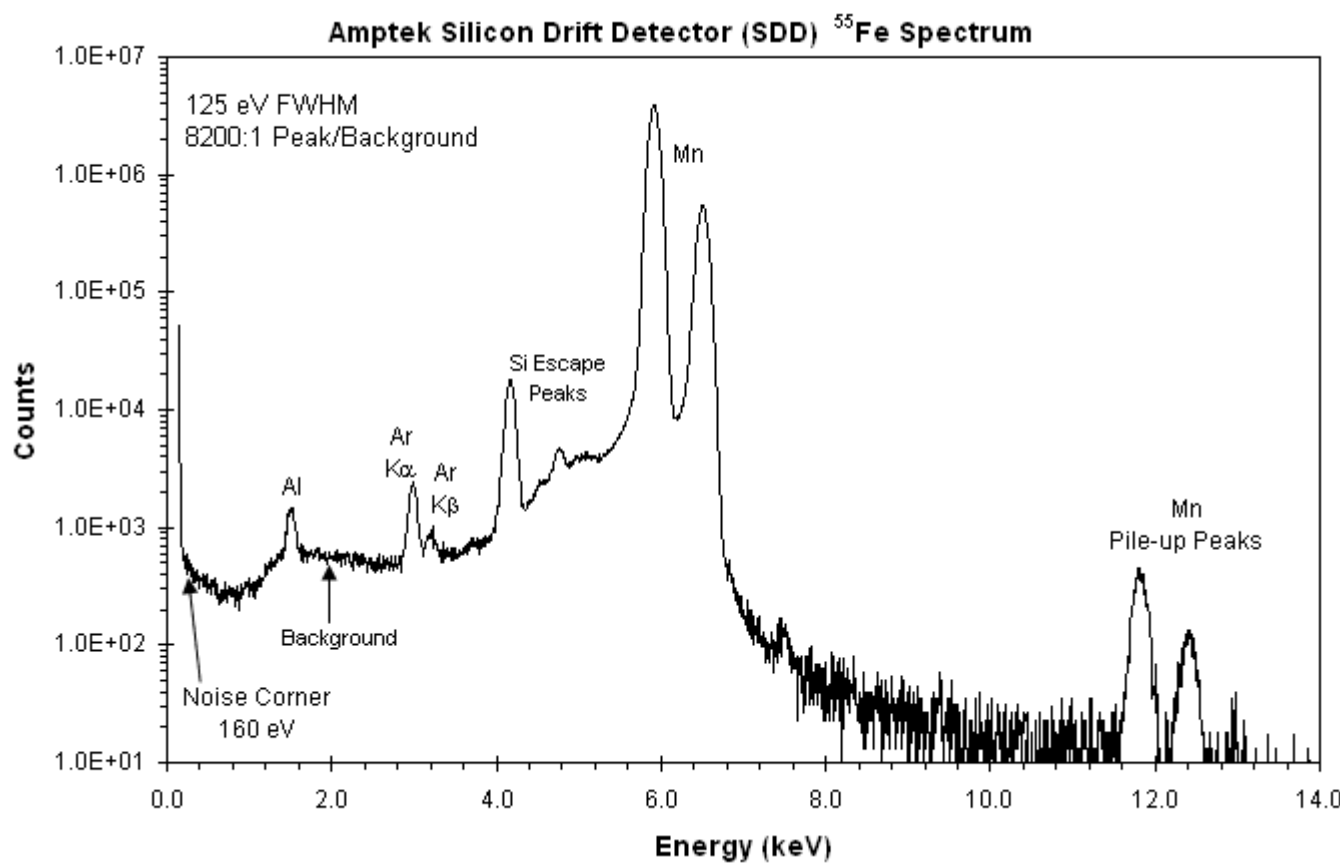


图 10. 使用 SDD 得到的 ^{55}Fe 能谱

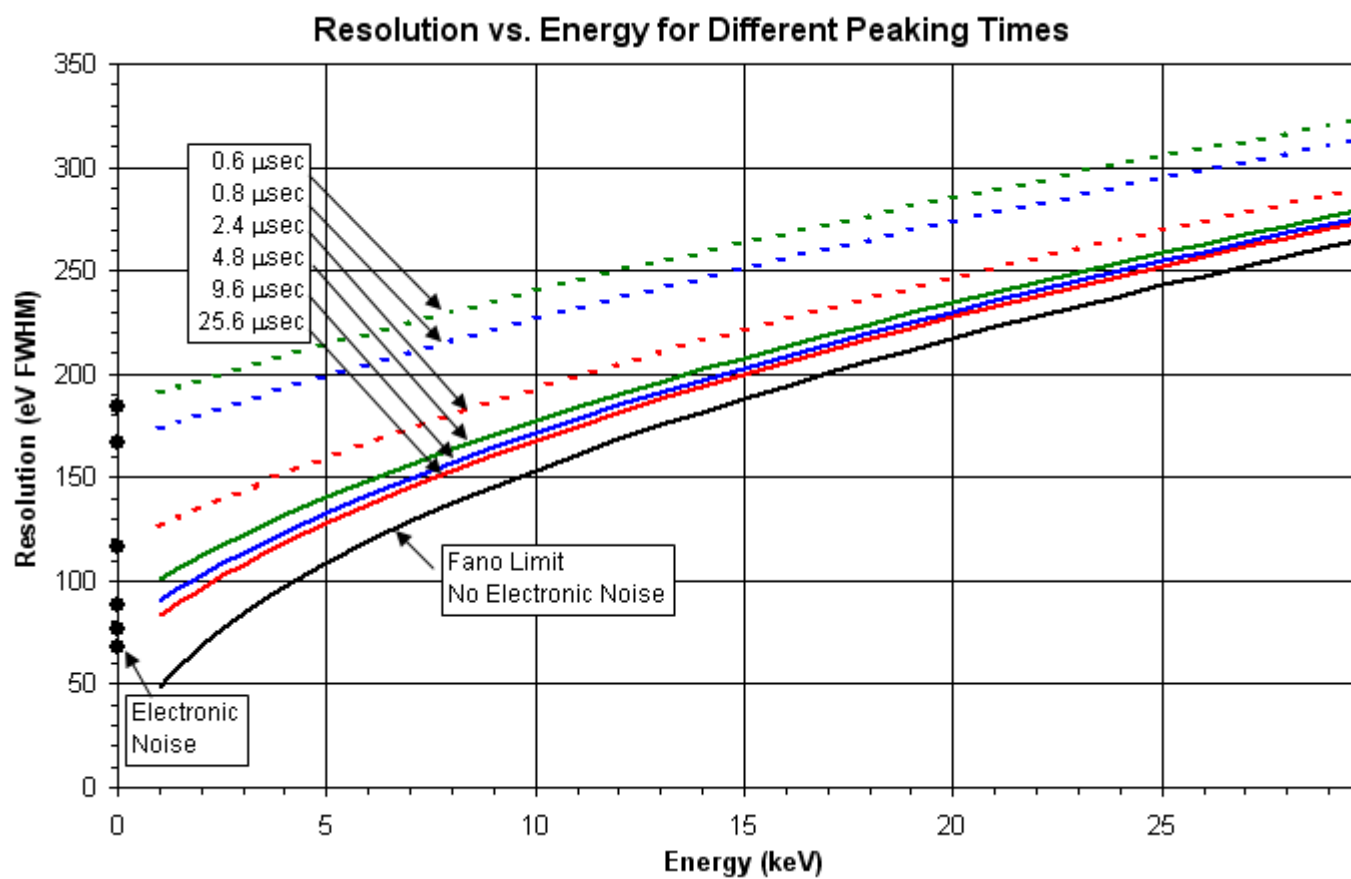


图 11. 不同峰化时间下 SDD 探测器的能量分辨率和对应能量峰值曲线

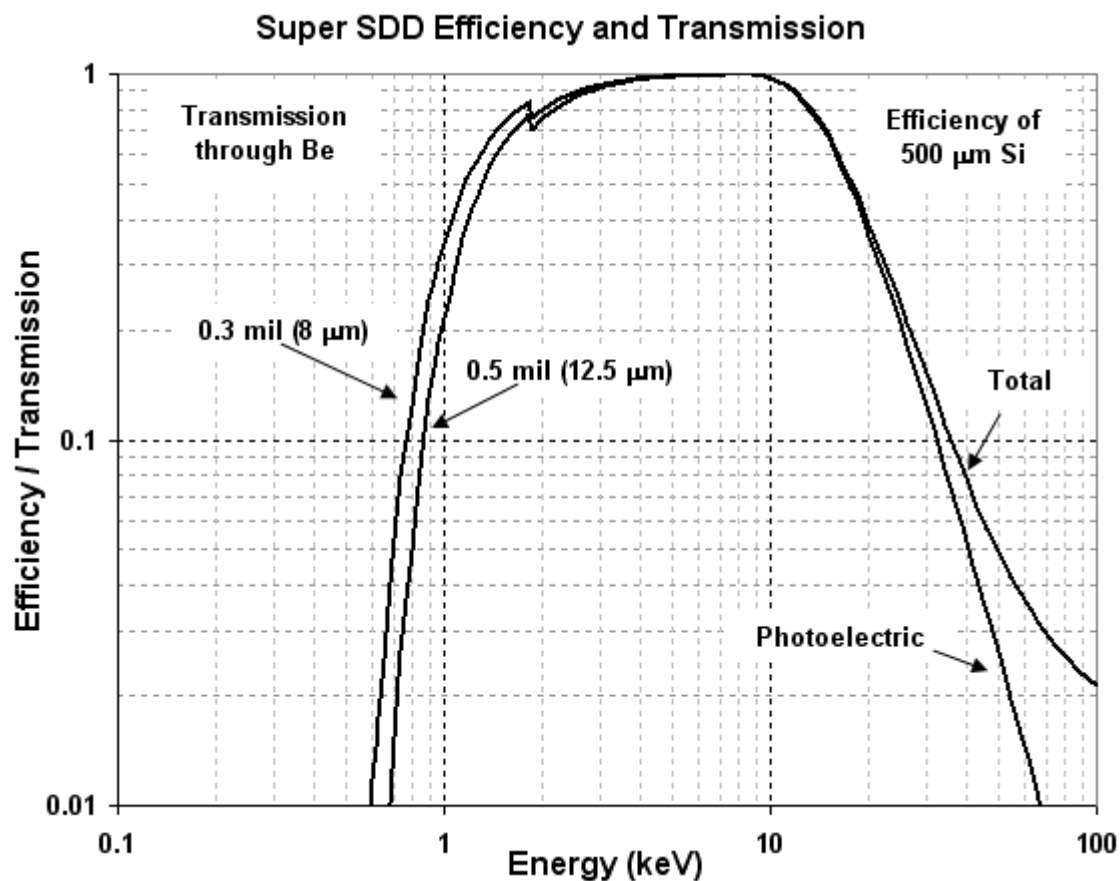


图 12. 综合考虑铍窗（及保护膜）的传输效率及和 Si 晶体的相互作用效率后不同能量的传输率曲线。

曲线的低能量部分由铍窗厚度决定（0.3mil/8μm 或 0.5mil/12.5μm），而高能量部分则由 Si 晶体有效厚度决定：500μm。

[传输效率文件](#)：包含传输效率方面系数和常见问题解答的.zip 格式文件，仅提供基本信息，不能作为定量分析依据。

SDD 应用中的各种能谱图

利用高性能硅漂移探测器（Super SDD）和 Mini-X 型 X 射线管测得的不同样品的荧光能谱：

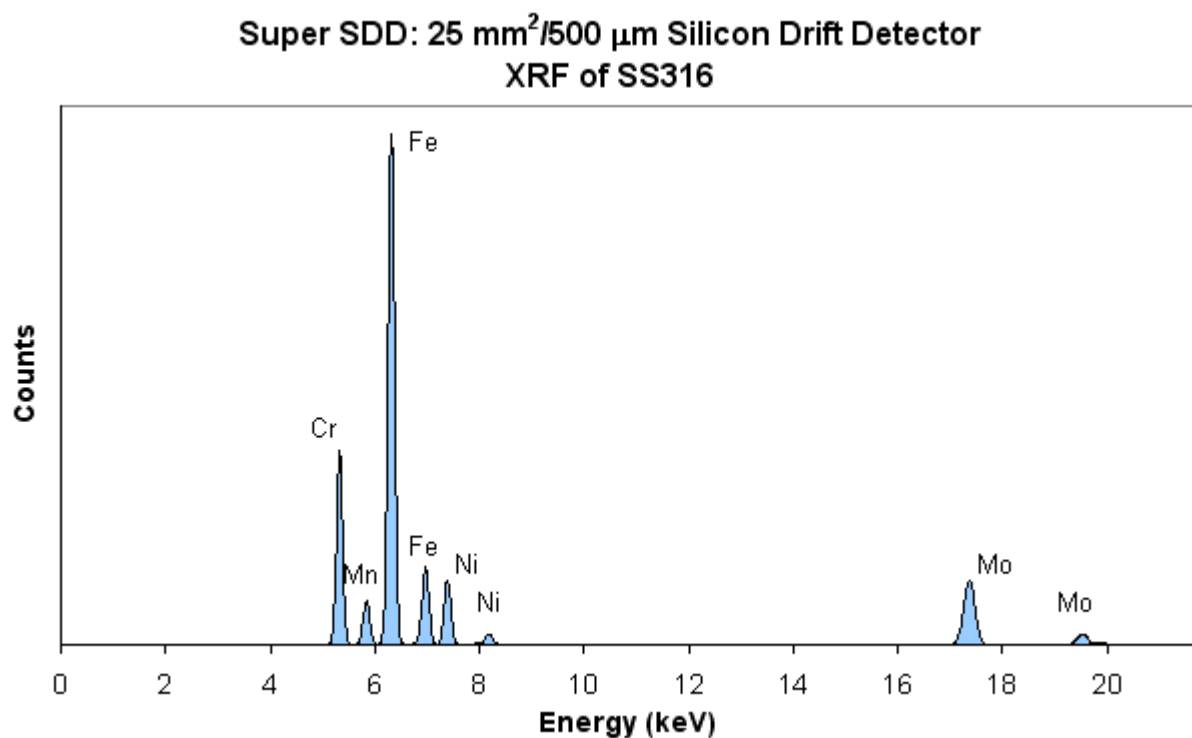


图 13. SS316 型不锈钢

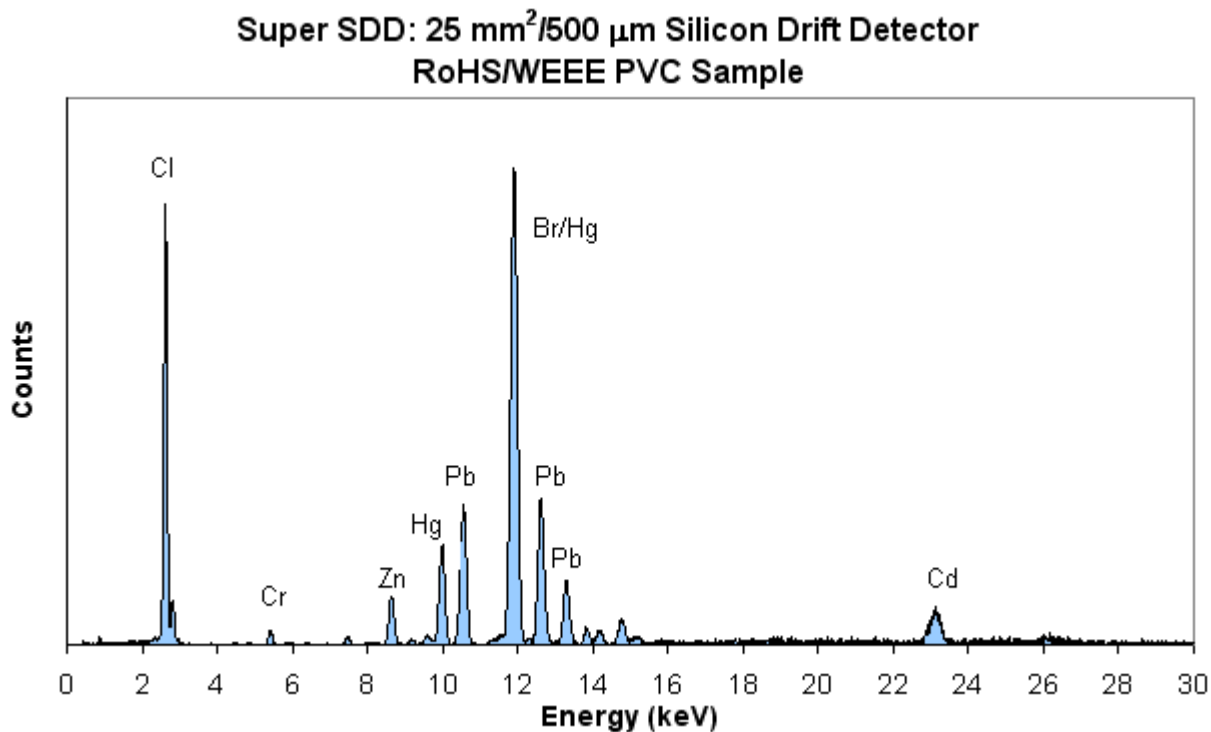


图 14. PVC 样品（RoHS/WEEE 标准）

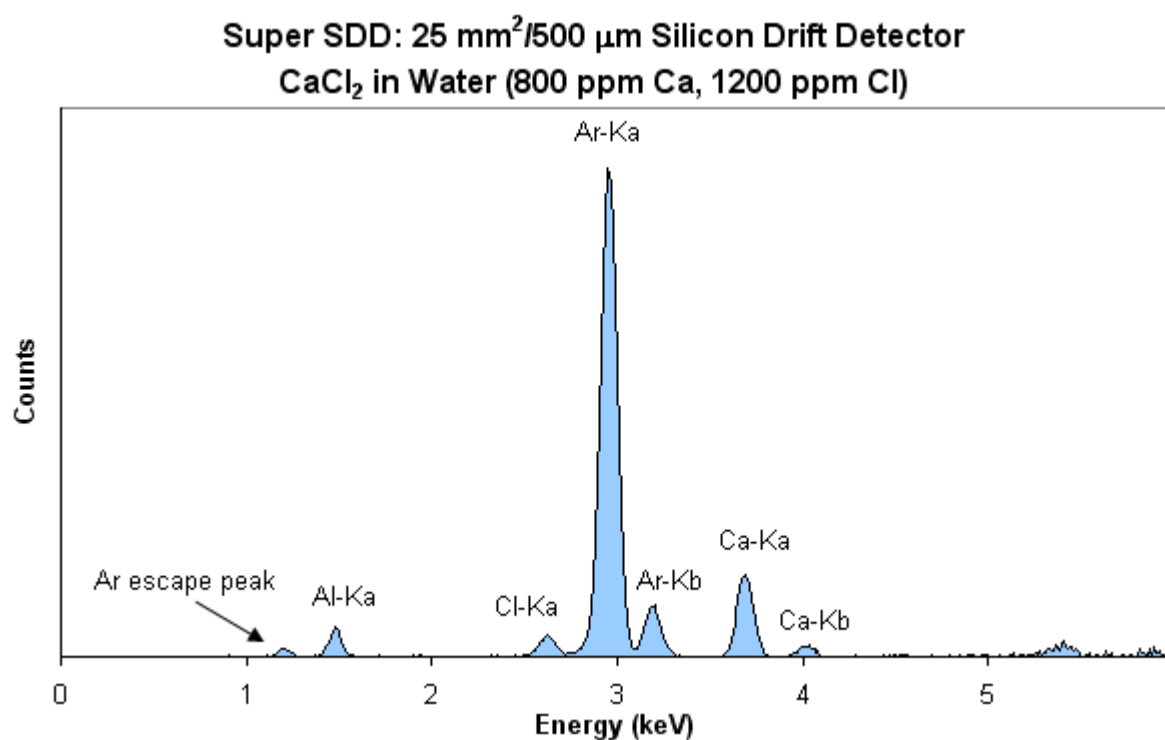


图 15. CaCl₂ 溶液 (800ppm Ca, 1200 ppm Cl)

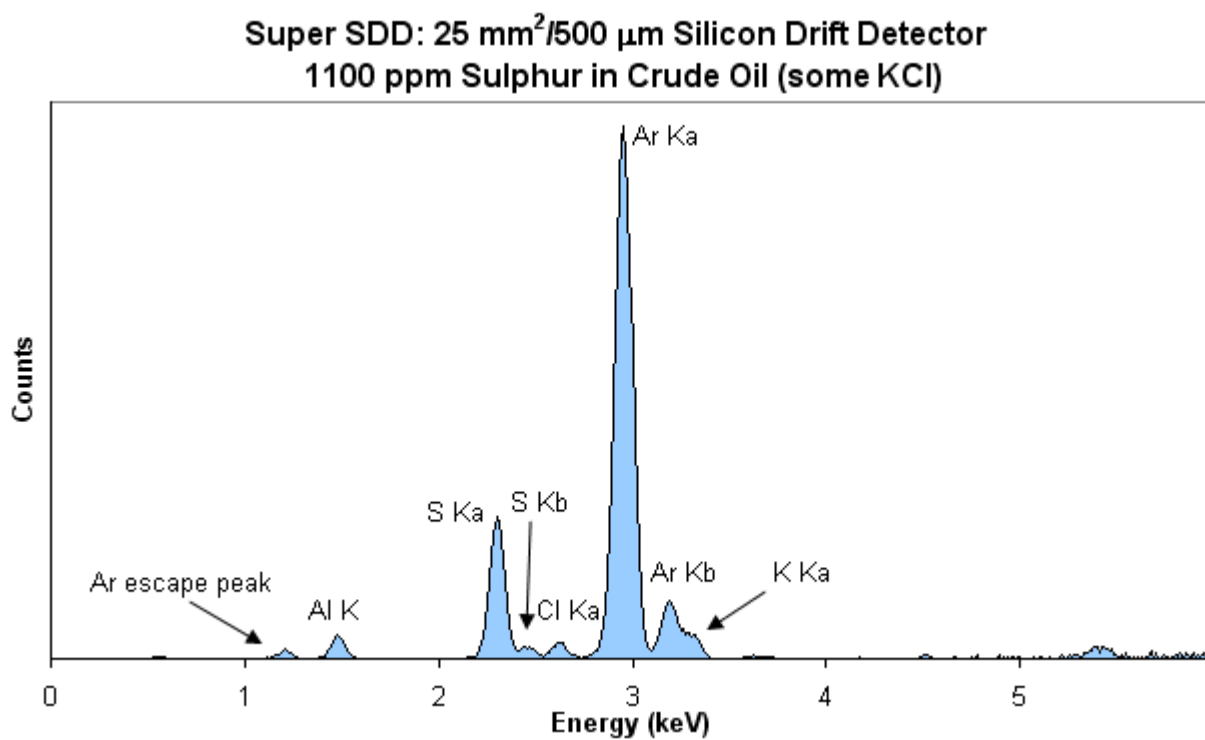


图 16. 含有少量 KCl 的原油 (1100ppm) 中的 S 元素

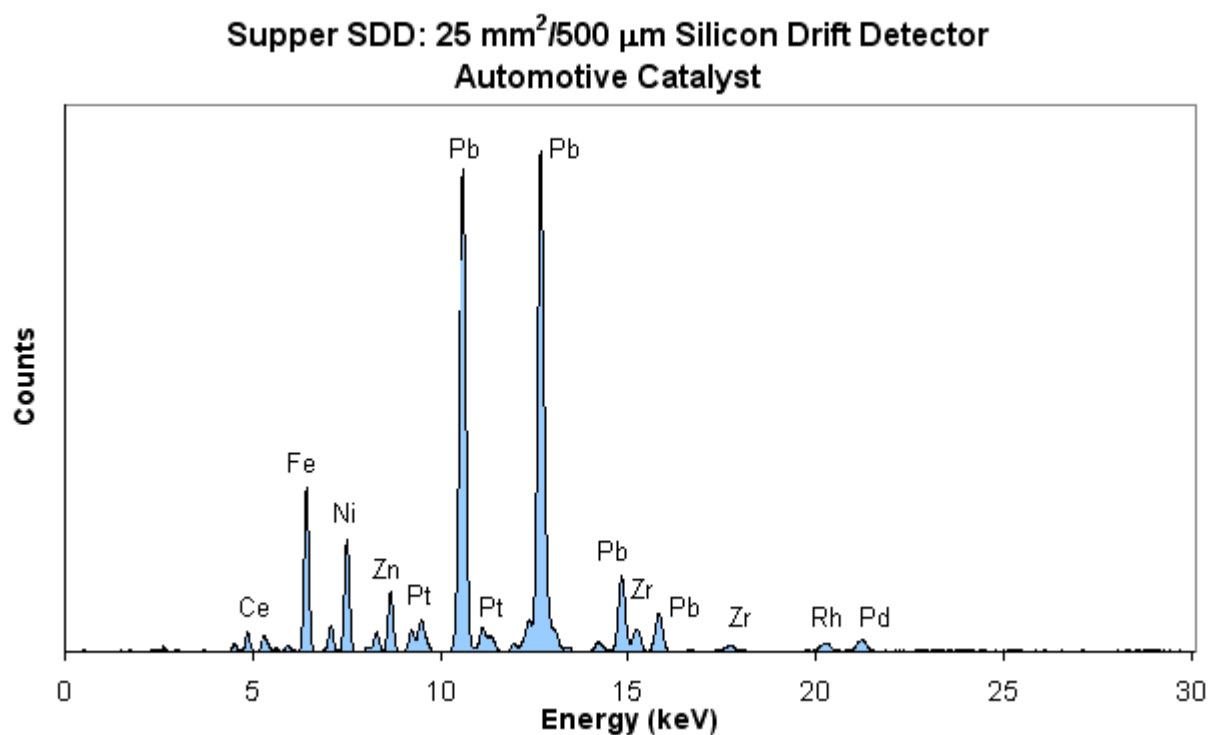


图 17. 汽车催化剂

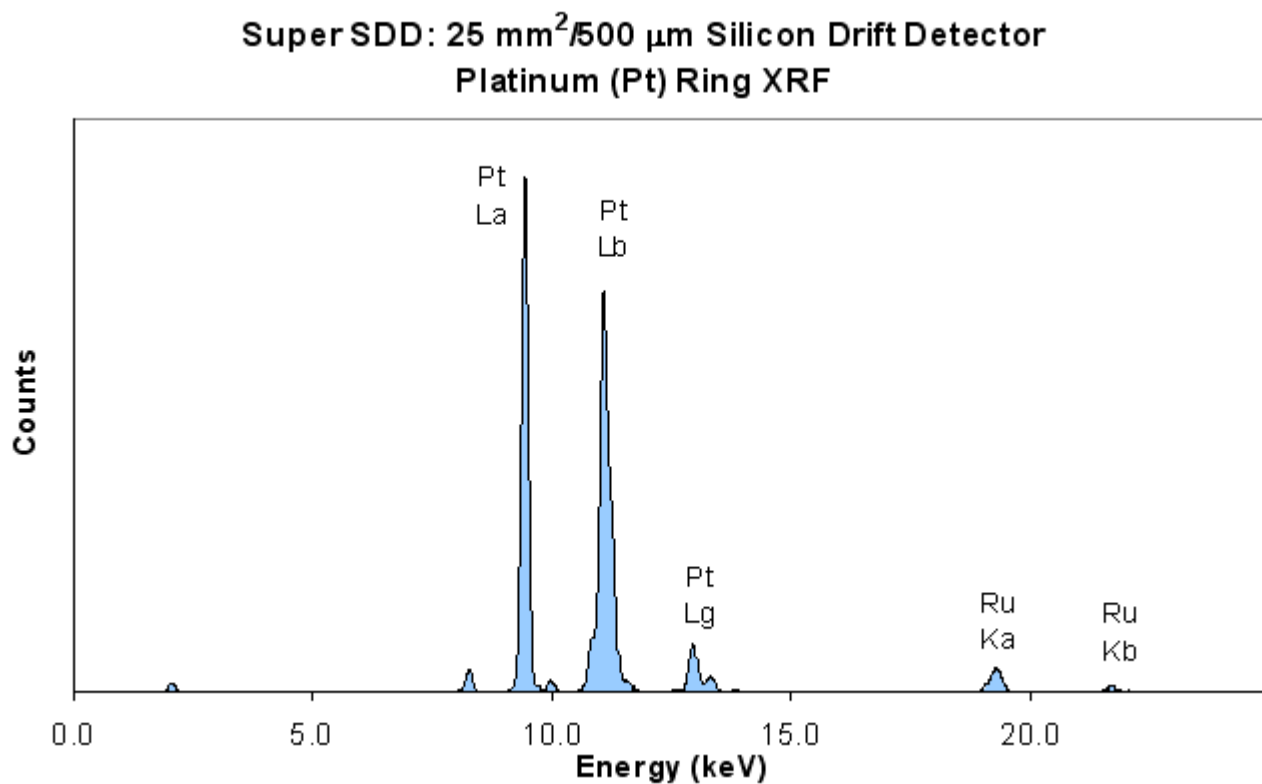


图 18. 铂金(Pt)戒指

完整的 X 射线荧光谱仪 (XRF) 系统



图 19. 安装于 MP1 型平板上的 XR100SDD 探测器和 Mini-X 发生器

完整的 XRF 系统包括:

1. XR-100SDD 型硅漂移探测器;
2. PX5 型数字脉冲处理器, 多道分析器及电源;
3. Mini-X 型 USB 控制 X 射线管;
4. XRF-FP 定量分析软件;
5. MP1 型 XRF 系统安装平台。

更多信息请关注 AMPTEK 英文官方网站: www.amptek.com。