

**X-123**——封装于可手持小金属盒内的完整 X 射线探测系统。

**RoHS/WEEE** 标准 X 射线荧光分析测试中使用的理想系统。

无需液氮。



图 1。

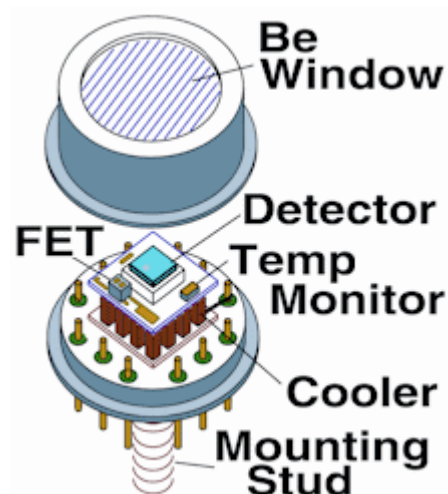


图 2。

### Amptek XR100CR: Si-PIN X-Ray Detector

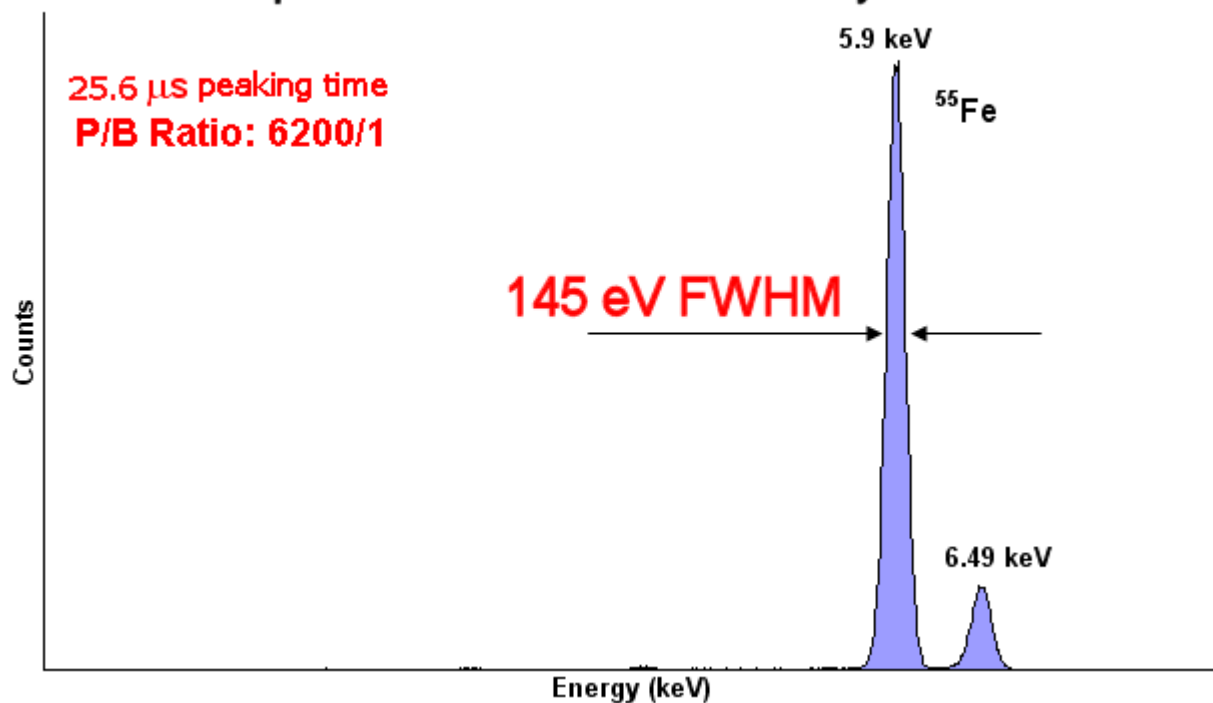


图 3. 6mm<sup>2</sup>/500μm（探测器有效面积/厚度）的探测器得到的 <sup>55</sup>Fe 能谱。

### **包含：**

1. X 射线探头和前置放大器（前放）；
2. 数字脉冲处理器和多道分析器；
3. 电源和 PC 接口。

### **产品特性：**

1. 紧凑的一体化设计；
2. 易操作；
3. 体积小（2.7 x 3.9 x 1 英寸，7 x 10 x 2.5 厘米）；
4. 低功耗（2.5W）；
5. 重量轻（180 克，6.3 盎司）；
6. USB 和 RS232 通讯支持；
7. 可封装全系列的 AMPTEK 探测器。

### **应用范围：**

1. X 射线荧光谱仪；
2. 执行 RoHS/WEEE 标准检测的仪器；
3. 流程控制；
4. 艺术和考古；
5. X-123 产品演示。

### **探测器：**

1. Si-Pin 半导体 X 射线探头；
2. 两级热电制冷；
3. 面积：6-25mm<sup>2</sup>；
4. 厚度：300-500μm；
5. 多层准直器。

### **典型性能参数：**

1. 分辨率：在 5.9keV 能量出的半高全宽为 145 到 230eV；
2. 适用能量范围：1-40keV；
3. 最大计数率：可达每秒两百万计数。
4. 实际的性能参数取决于不同的探测器和配置，可以为不同应用进行优化。

---



# OEM's #1 Choice

X-123 是代表 Amptek 公司 14 年 X 射线探测器技术发展的集大成产品。我公司一直致力于生产小型、低功率、高性能、易操作的仪器，而 X-123 是该宗旨的集中体现——X-123 包含有 XR100-CR 型 X 射线探测器及其电荷灵敏前放，带脉冲整形功能的数字脉冲处理器 DP5，多道分析器和数据接口以及 PC5 供电电源。用户仅需提供+5V 直流输入和 USB/RS232 线缆和您的计算机通讯。

---

## **X-123 产品介绍:**

Amptek 公司专注于生产小型、低功耗、高性能和易操作的 X 射线光谱仪。X123 将 Amptek 公司的高性能 X 射线光谱分析元件产品集成在一个独立的盒体内，这些元件包括：XR100CR 探测器和前放，DP5 数字脉冲处理器和多道分析器以及 PC5 电源。这样的一体化系统更适合手持操作。而市场上销售的其它谱仪系统，仅前置放大器就比 X123 谱仪更大、更重，而且更耗能。而 X123 额外需要的只有两根线缆连接：电源线（+5V 直流电）和数据线（USB 或 RS232）。任何人都能利用 X-123 方便快捷地得到高质量的 X 射线能谱。

该系统的核心部件是一个 Si-PIN 光电二极管：X 射线与硅作用，在硅中平均每损耗 3.62 eV 的 X 射线能量便产生一个电子/空穴对，即为输入信号。

探测器以及输入场效应管（FET）均安装在一个热电致冷器上，并与一个定制的电荷敏感前放相连。热电致冷技术的应用缓解了探测器和前放上的电子学噪声问题，其工作原理与大家比较熟知的空调制冷比较类似；电荷敏感前放则采用了一种新型的反馈技术，即通过高压连接向探测器输入复位脉冲。

DP5 是一个数字脉冲处理器，可代替现今大多数模拟信号系统中采用的成形放大器和多道分析器（MCA）。数字技术的应用改善了诸多关键参数：

1. 性能更佳，尤其是在高计数率时有更好的分辨率和性能；
2. 有更多的配置方案可选，因此使用范围较广，具有较大的灵活性；
3. 用户可利用 RS-232 接口和配套软件控制，选择配置方案；
4. 稳定性和可重复性更好。

DP5 将前放的输出信号数字化，并对信号进行实时处理，测定峰值（即数字化），然后将这些数值存储于寄存器中，并生成能谱图，最后谱图通过 DP5 的接口传送到用户的计算机上。Amptek DP5 处理器主要有 6 个功能模块来实现上述程序：

1. 模拟信号预滤波器；
2. 模数转换器（ADC）；

3. 数字脉冲整形器；
4. 脉冲选择逻辑单元；
5. 寄存器单元；
6. 硬件接口（包括一个微控制器）和配套软件。

系统电源采用的是 Amptek 公司的 PC5 模块（结构简单，单块电路板）。输入为电压约为 +5V，电流为 200mA 的直流电。PC5 中利用开关电源为数字处理器和前置放大器提供它们所需的直流低电压，同时它还包含了一个高压倍增器以产生探测器所需要的 400V 的高偏压，并闭环控制热电制冷器以提供达 85°C 的温差。另外在出厂前会针对脚对配套探测器进行所有电源输出调试。

整个系统被封装在一个 7 x 10 x 2.5 cm<sup>3</sup> 的铝盒中，探测器安装于加长管的前端。在标准配置下，仅需两条连接线：电源线（+5V 直流电）和数据线（USB 或 RS232）。当 X123 与其他仪器配合使用时，DP5 电路板上还可集成更多的输入/输出：一个 MCA 门，一个缓存选择信号、同步输出和 SCA 输出。详情请联系 Amptek 公司或查阅 DP5 说明书。

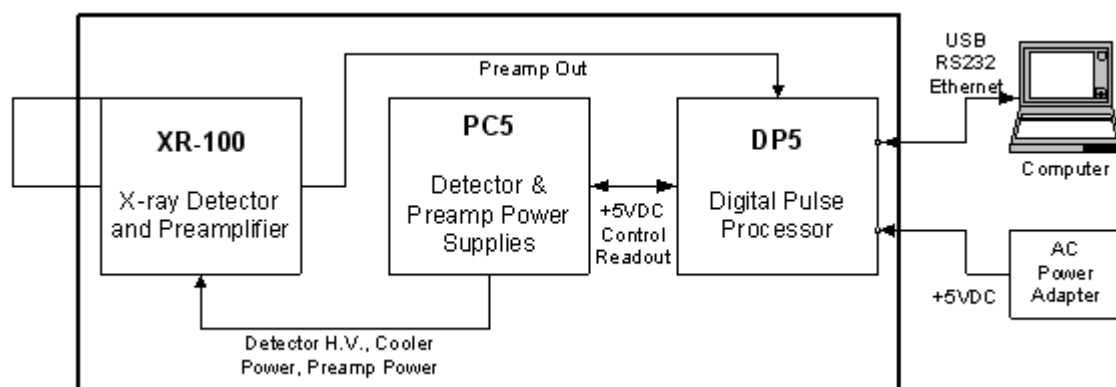


图 4. X-123 架构和接线图。

### X-123 参数说明：

系统性能				
能量分辨率	在 5.9 keV 能量处半高全宽为 145-230 eV。 具体数值因探测器、峰化时间和温度的不同而不同。			
可探测能谱范围	在 1.5-25keV 能量范围中 X 射线探测效率>25%。 超过该能量范围则探测效率会有一定下降。			
最大计数率	受峰化时间影响。开启堆积判弃功能时， 50%空载时间下推荐的最大计数率如下表。			
	DP5 峰化时间 (μs)	2.4	6.4	25.6
	成形时间 (μs)	1.0	2.9	11.6
	推荐的最大计数率	1.2x10 <sup>5</sup>	4.6x10 <sup>4</sup>	1.2x10 <sup>4</sup>

<b>探测器和前放</b>	
探测器类型	Si-PIN, SDD 或 CdTe。
探测器面积	6 mm <sup>2</sup> -25 mm <sup>2</sup> 。
探测器厚度	300 μm 和 500 μm, <a href="#">点击此处查看效率曲线</a> 。
铍窗厚度	1mil(25μm)或 0.2mil(12.5μm), <a href="#">点击此处查看透射曲线</a> 。
准直器	多层, <a href="#">点击此处查看更多信息</a> 。
热电致冷	两级。
前放类型	AMPTEK 公司为用户定制的可利用高压连接复位的前放。
<b>脉冲处理器</b>	
增益	结合使用粗调和微调增益可获得从 0.84 到 127.5 连续可调的所有增益。
粗调增益	通过软件可选从 1.12 到 102 的共 16 个对数档: 1.12, 2.49, 3.78, 5.26, 6.56, 8.39, 10.10, 11.31, 14.56, 17.77, 22.42, 30.83, 38.18, 47.47, 66.26, 102.0。
微调增益	从 0.75 到 1.25, 通过软件可选, 10bit 精度。
最大刻度	增益为 1 时输入脉冲为 1000 mV。
增益稳定性	<20 ppm/°C (典型情况)。
脉冲形状	梯形。
峰化时间	通过软件可选 0.8 到 102μs 间的 24 个峰化时间, 近似对数间隔, 相当于 0.4 至 45 μs 的半高斯成形时间。
空载时间	总的空载时间为 1.05 倍的峰化时间, 无转换时间。
脉冲对分辨时间 (快通道)	120 ns
<b>多通道分析器</b>	
通道数	通过软件可选: 8k, 4k, 2k, 1k, 0.5k 或 0.25k 道。
预设值	时间, 总计数, 感兴趣能区 (ROI) 计数, 单道计数。
<b>数据传输</b>	
USB	全速 2.0 (12Mbps)
串口	标准 RS232 接口 (115.2k 或 57.6 k 波特)
以太网	10BASE-T 标准 (10Mbps, 双绞线)
<b>电源</b>	
标准输入	一般情况下输入为+5 V, 500mA 直流电 (2.5W); 而电流和探测器温差 ΔT 强相关, 300-800mA 可变; 另外配有交流电源适配器。

输入电源范围	4 V-6 V (300-200 mA, 最大 500 mA)。			
高压电源	内置倍增器, 可达 400 V。			
制冷器	闭环控制器, 温差最大为 $\Delta T_{max} = 85^{\circ}\text{C}$ 。			
<b>常规参数和工作环境</b>				
工作温度	-20°C到+50°C。			
保修期	1 年。			
典型寿命	视实际使用情况, 一般为 5 至 10 年。			
仓储和物流	长期存放: 干燥环境下 10 年以上; 一般的仓储和物流: -20°C到+50°C, 10%到 90%的湿度, 无凝结。			
标准检测	符合 RoHS 标准。			
	<p style="text-align: center;">TUV 认证:</p> <p style="text-align: center;">认证编号: CU 72101153 01;</p> <p style="text-align: center;">检测于: UL61010-1:2009 R10.08;</p> <p style="text-align: center;">CAN/CSA-C22.2 61010-1-04+GI1。</p>			
<b>连线</b>				
USB	标准 USB Mini 接口			
RS232	标准 2.5 mm 立体声耳机接口			
	尖端	发送数据	电脑 DB9 针脚 2 (DB25 针脚 3)	
	环	接收数据	电脑 DB9 针脚 3 (DB25 针脚 2)	
	套管	信号地	电脑 DB9 针脚 5 (DB25 针脚 7)	
以太网	标准以太网连接器 (RJ-45)			
电源接口	Hirose Electric 生产的 MQ172-3PA(55), 配接插头: MQ172-3SA-CV。			
其他线缆	16 针接口(两排八脚, 2 mm 间距, Samtec 产品编号 ASP-135096-01)			
	和如下排线配套使用: Samtec 产品编号 TCMD-08-S-XX.XX-01;			
	上排为奇数针, 下排为偶数针。右上为针 1, 右下为针 2。			
	针号	名称	针号	名称
	1	SCA1	2	SCA2
	3	SCA3	4	SCA4
	5	SCA5	6	SCA6
	7	SCA7	8	SCA8
	9	AUX_IN_1	10	AUX_OUT_1
	11	AUX_IN_2	12	AUX_OUT_2
13	IO2	14	IO3	
15	GND	16	GND	

通讯控制接口软件/固件	
ADMCA	<p>X-123 可利用 Amptek 公司的 ADMCA 显示和采集软件来控制：</p> <p>能控制和设置 X-123 的各项参数，同时可以下载和显示数据；</p> <p>支持感兴趣区域（ROI），标定，峰值搜索等；</p> <p>包括一个接口程序，能与 XRF-FP 定量 X 射线分析软件包无缝连接。</p> <p>在安装有 Windows 98SE 或更高版本的 PC 兼容机上运行（仅 32 位），建议在 Windows XP PRO SP2 或更高版本下运行。</p>
DPP API	<p>X-123 自带有一个 DLL 数据库类型的应用程序接口程序，用户可以方便地根据自己的需要采用该数据库编写特定的代码来控制 X-123，并集成到上级软件系统中；</p> <p>另外 AMPTEK 还提供了 VB, VC++ 上 API 使用的范例以及一个 Pocket PC 版的 Window CE。</p>
VB 示例软件	<p>基于 VB 的示例软件可在个人计算机上运行，而用户通过该软件可设置 X-123 的参数，开始和中断数据采集以及保存数据文件。AMPTEK 可提供用户源代码以方便修改。该软件仅为在没安装 DPP API 软件时，通过 USB/RS232，使用基本指令控制 X-123 的范例，特别对于必须自行编写控制软件的非 Windows 平台系统有参考意义。</p>

#### 可选配件：

1. 可订购其它厚度的铍窗（0.3 mil，即 7.5  $\mu\text{m}$ ）；
2. 高通量应用中所需的整套准直器；
3. 真空配件；
4. OEM 应用。



图 5. X-123 探测器加长管配置选项



图 6. 带有 PA-230 前放的 X-123 和外壳。

该选项可认为是不接探测器/前放的 X-123（仅包含电子学部分），而所需连接通过软排线来完成，这样能够使探测器即使远离 X-123 也可以正常工作，参见 [OEM](#) 获取更多信息。

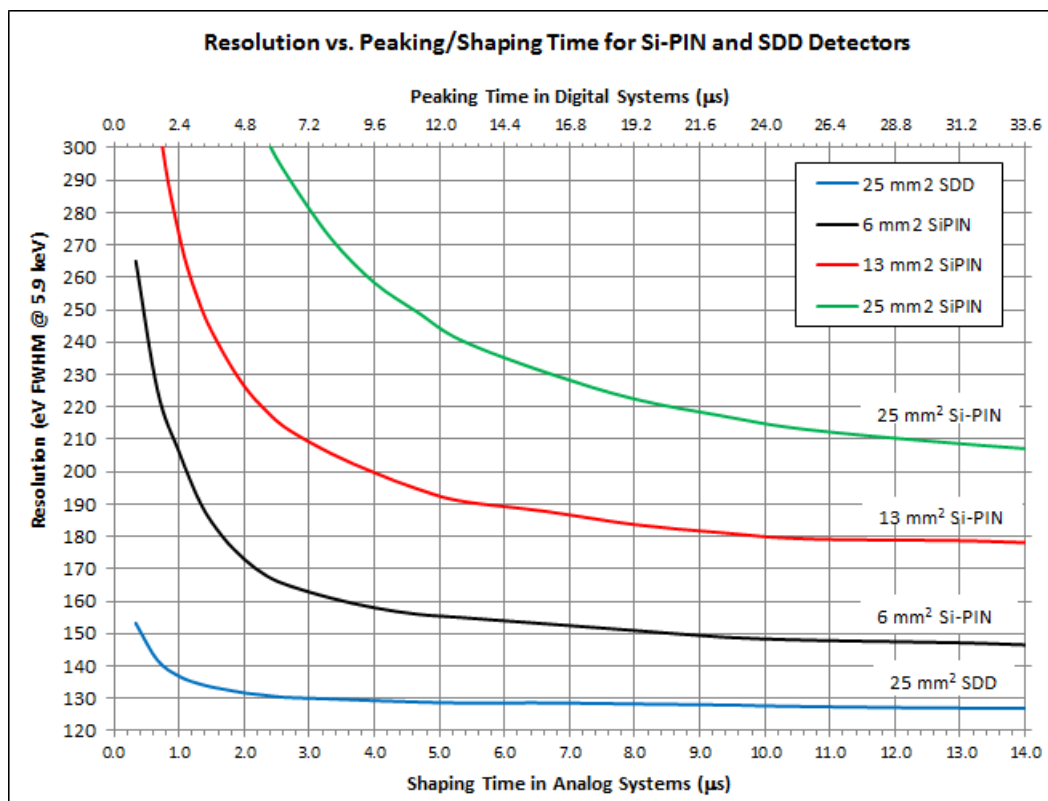


图 7. Si-PIN 和 SDD 探测器的能量分辨率和峰化/成形时间关系曲线。



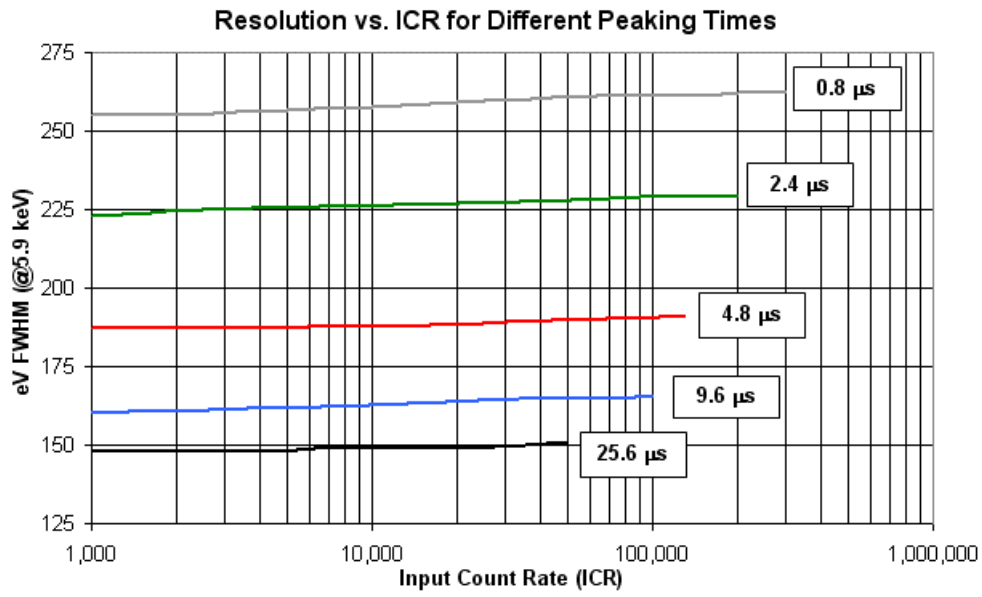


图 8. 在不同的峰化时间下，能量分辨率和输入计数率（ICR）的关系曲线。

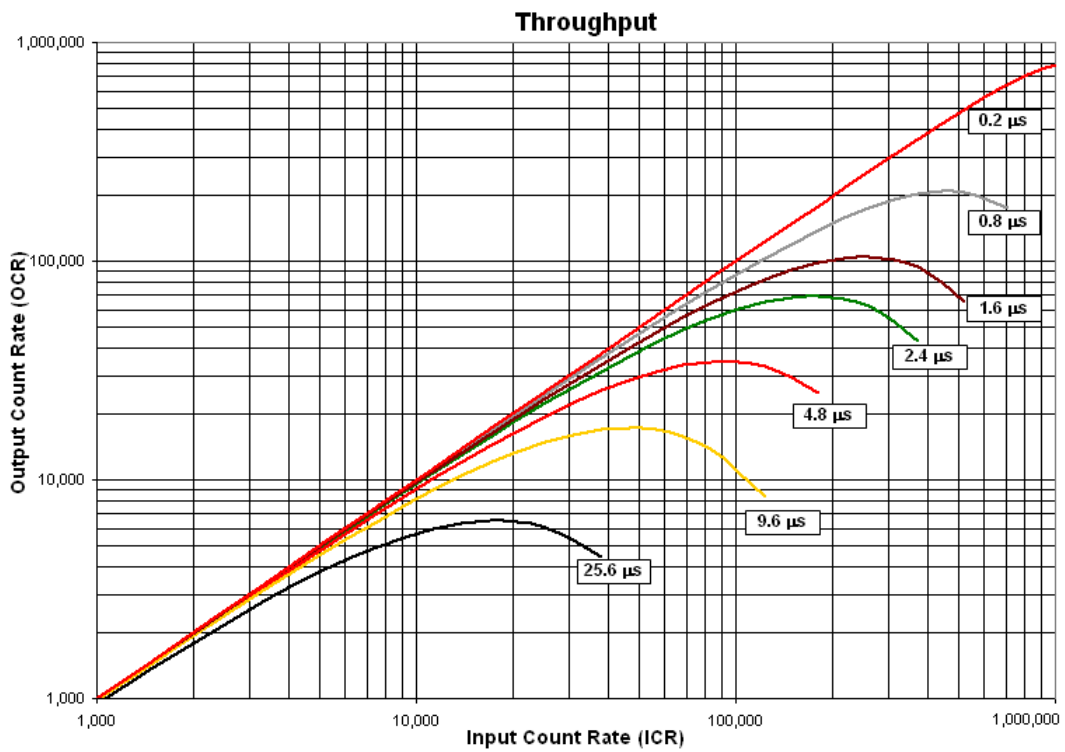


图 9. 计数率输出效率，输入计数率（ICR）和输出计数率（OCR）的关系曲线。

---

### 准直器的使用:

为了提高能谱的质量, Amptek 生产的大部分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:

1. 提高峰本比 (P/B);
2. 消除边界效应;
3. 消除假尖峰信号。

[点击这里获取更多信息。](#)

---

### 真空应用:

X-123 可以在空气或真空度达  $10^{-8}$  托的条件下使用。X-123 通过一个标准的 O 圈刀口密封的接口和真空室连接, 还可选用型号为 EXV5/EXV9 (5/9 英寸长) 的探测器真空加长管 (如图 5)。[点击这里获得更多真空下应用的信息。](#)

---

### 探测效率曲线:

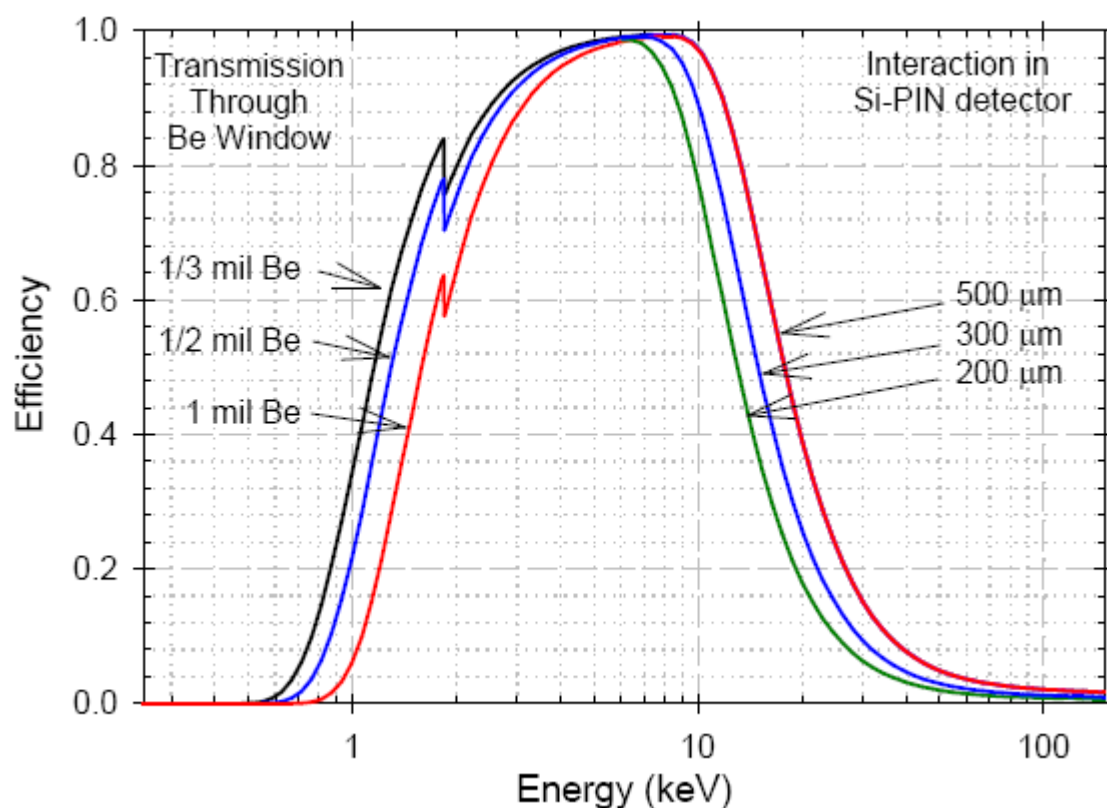


图 10 (线性坐标). X-123 对应的完全能量沉积的内禀探测效率。

该效率对应 X 射线进入该探测器前端并通过光电效应沉积所有能量到探测器上的概率。

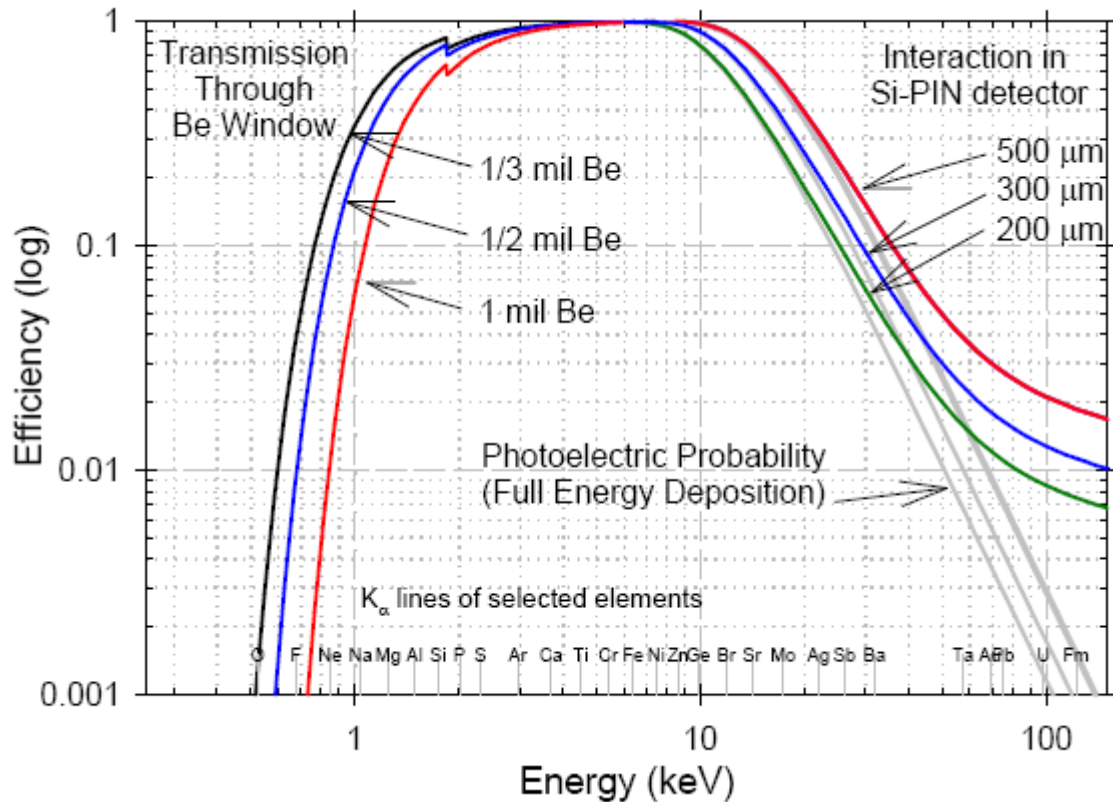


图 11（对数坐标）。考虑各种效应后的收集效率，其中也包含了光电效应的概率影响。

光电效应在低能段主导，而该效应对应了能量的完全沉积，但在超过 40keV 后，康普顿（Compton）散射效应逐渐显著，不是所有能量均沉积在探测器上。

上面两图同时考虑了铍窗（包括保护层）对 X 射线透过率的影响以及光子与硅探测器之间的相互作用。曲线的低能部分由铍窗的厚度决定，而高能部分则取决于硅探测器的有效探测厚度。选用特定的铍窗，可使 90% 的能量为 2 到 3keV 的入射光子到达探测器；选用特定的探测器，可接收到 90% 的 9 到 12keV 的光子。

[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。

### **X-123 的应用, RoHS/WEEE 标准测试:**

2006 年 6 月, RoHS/WEEE 标准 (电子电气设备废弃物和有害物质限制规定) 规定了电子设备中某些物质 (Cr VI, Pb, Cd, Hg, Br PBB/PBDE) 的最高含量标准。通过 X 射线荧光分析 (XRF), X-123 可应用于质量控制环节, 检测设备是否符合 RoHS/WEEE 标准。用户可以快速、准确以及无损地检测特定元素的浓度, 而公司可以核实供应商的标准并说明自己的标准。借助这个方便、小巧和易用的探测仪器, X-123 向原始设备供应商 (OEMs) 和最终用户提供了一个强大的 X 射线探测系统, 它可以直接应用并投放市场。由于所有的连接都已在产品内部做好, 用户所需只是+5V 直流输入和 USB/RS232 线缆。

X-123 并未因小型化而牺牲性能。根据不同探测器类型和峰化时间, Fe 的 5.9keV 能峰处的能量分辨率 (半高全宽) 可达 145 eV 至 230 eV。X-123 是封装好的一整套 X 射线谱仪, 是产品快速开发的完美选择, 且为原始设备供应商 (OEMs) 提供了最快的投放市场速度。

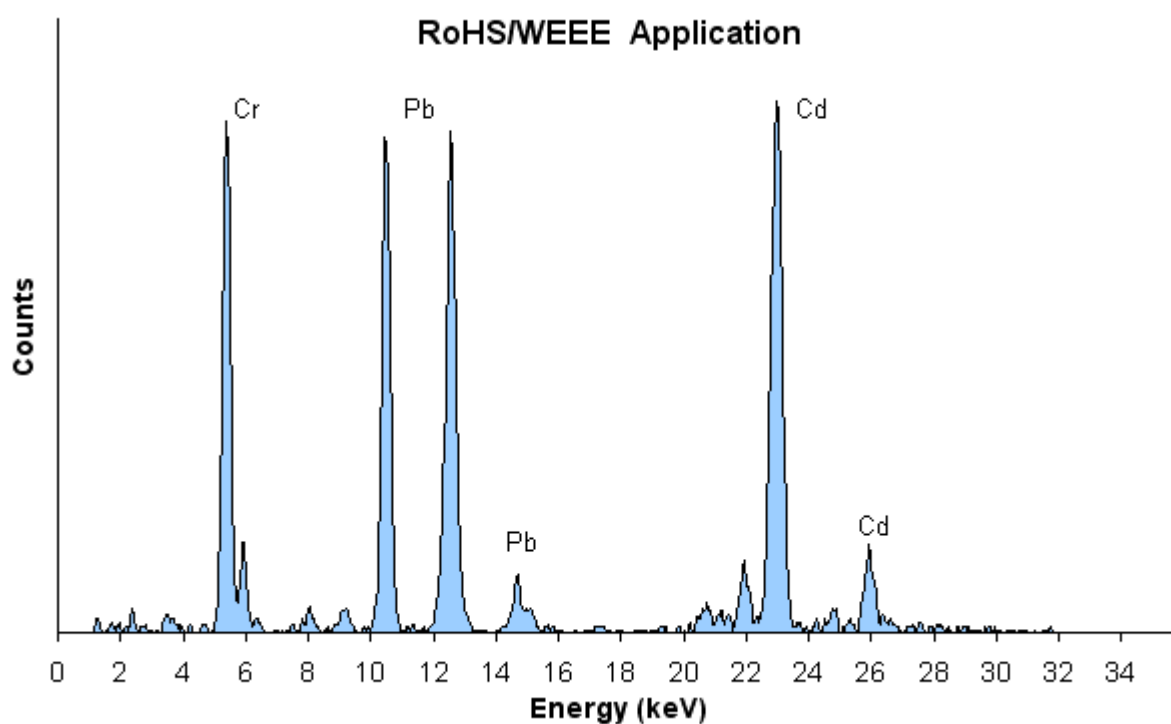


图 12. RoHS/WEEE 应用中能谱示例。



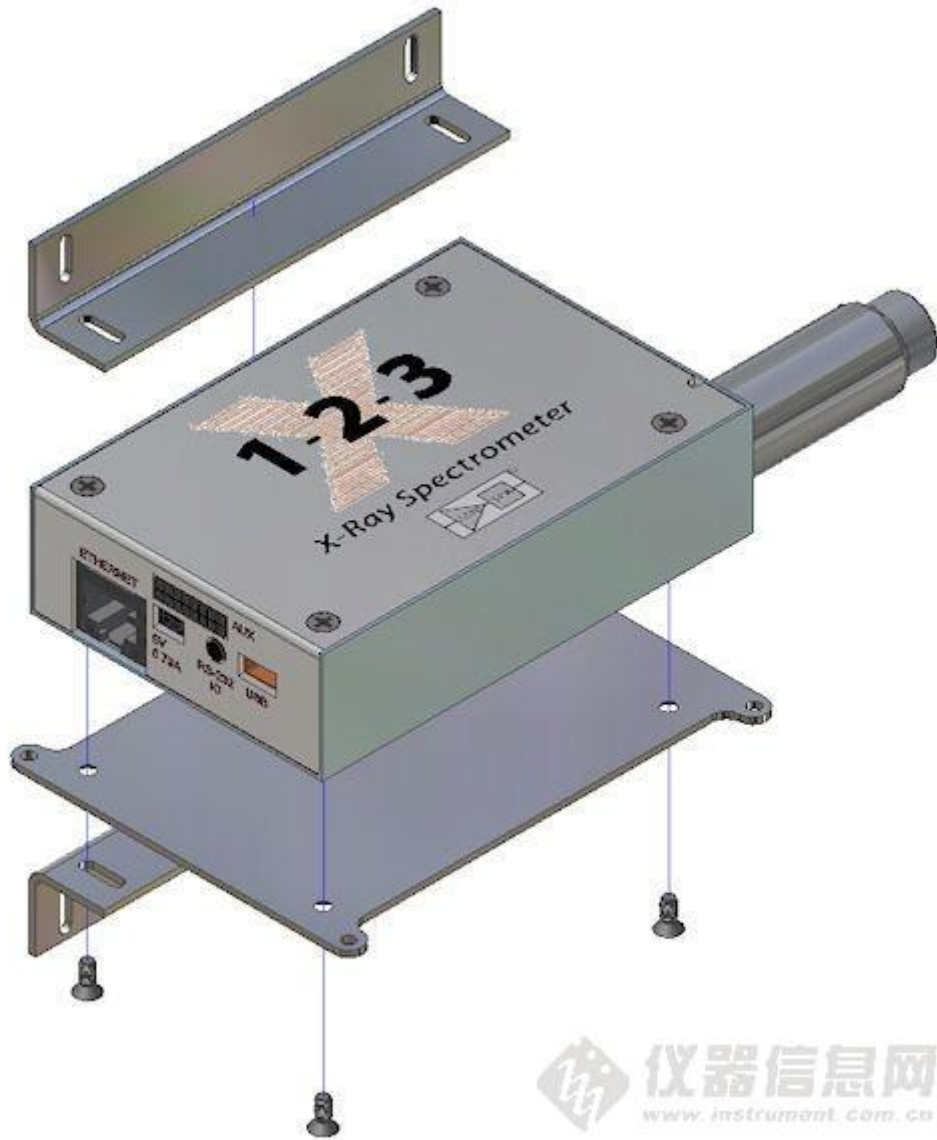


图 18. 包含装配板和角铁的 X-123。

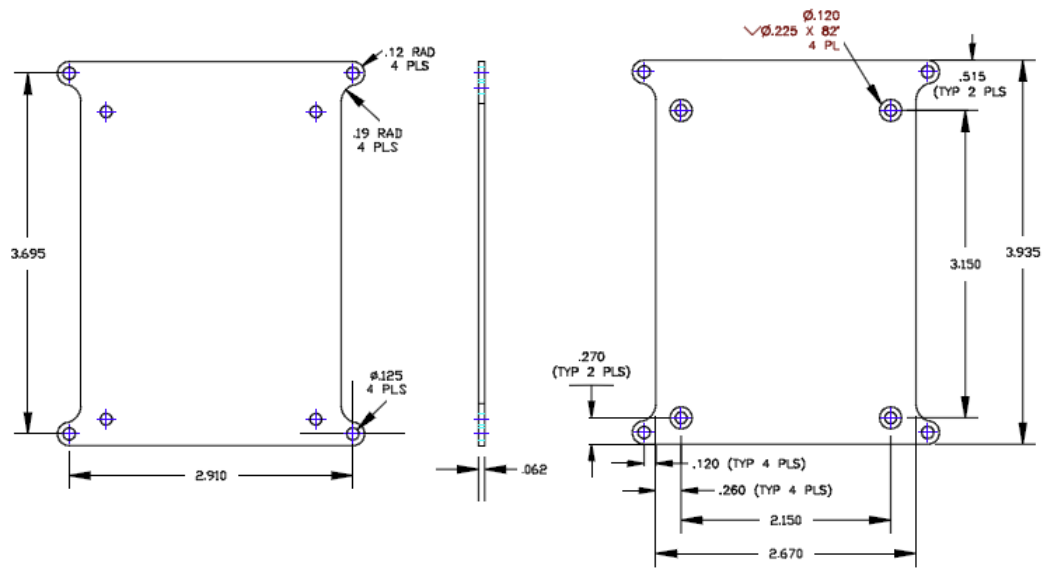


图 19. X-123 装配板尺寸图。

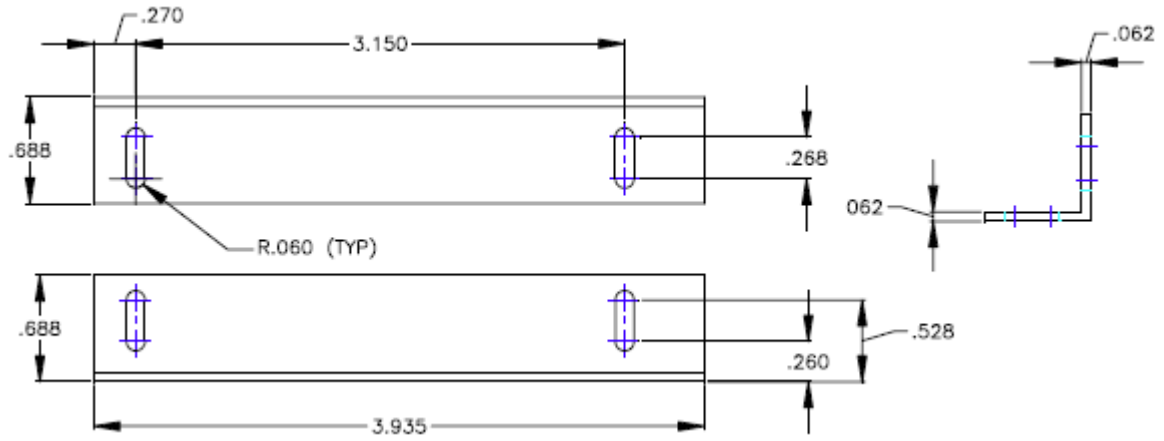


图 20. X-123 所用角铁尺寸。

完整的 X 射线荧光谱仪 (XRF) 系统:

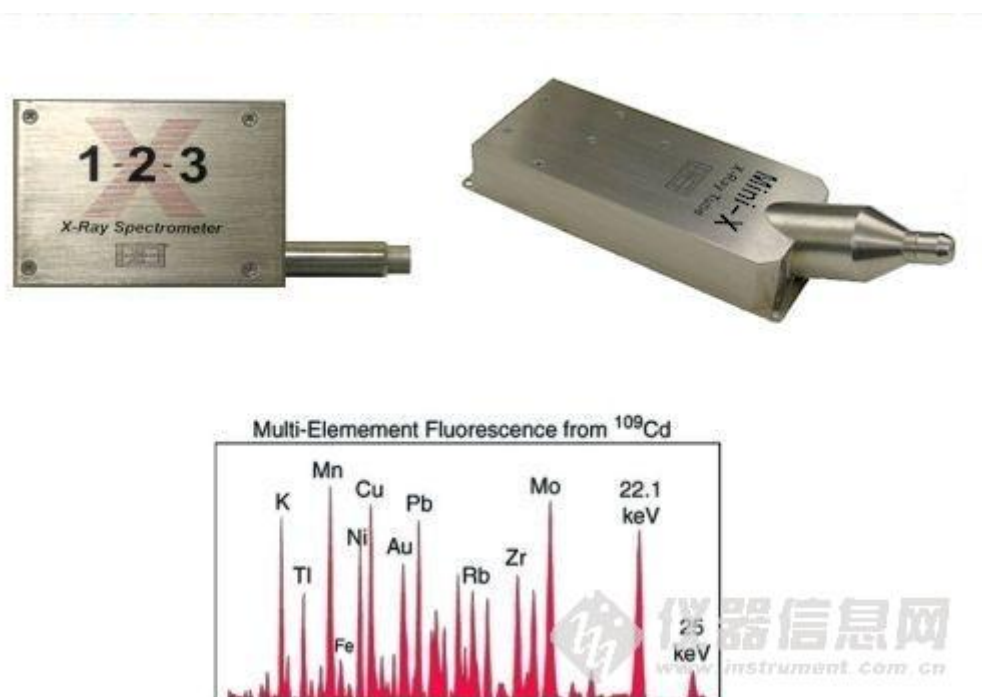


图 21. 完整的 XRF 系统。



图 22. 已装配在 MP1 型底板上的 X-123 和 Mini-X 射线管。



完整的 XRF 系统包括：

1. X-123 X 射线能谱计；
2. Mini-X 型 USB 控制 X 射线管；
3. XRF-FP 定量分析软件；
4. MP1 型 XRF 装配底板。

[点击这里获取 XRF 实验室套装的更多信息。](#)

---

更多信息请关注 AMPTEK 英文官方网站：[www.amptek.com](http://www.amptek.com)。