

CZT成像探测器设计与性能测试研究

范亚明 王天泉 李英帼 黄川 尹永智

(兰州大学核科学与技术学院)

自强不息
独树一帜

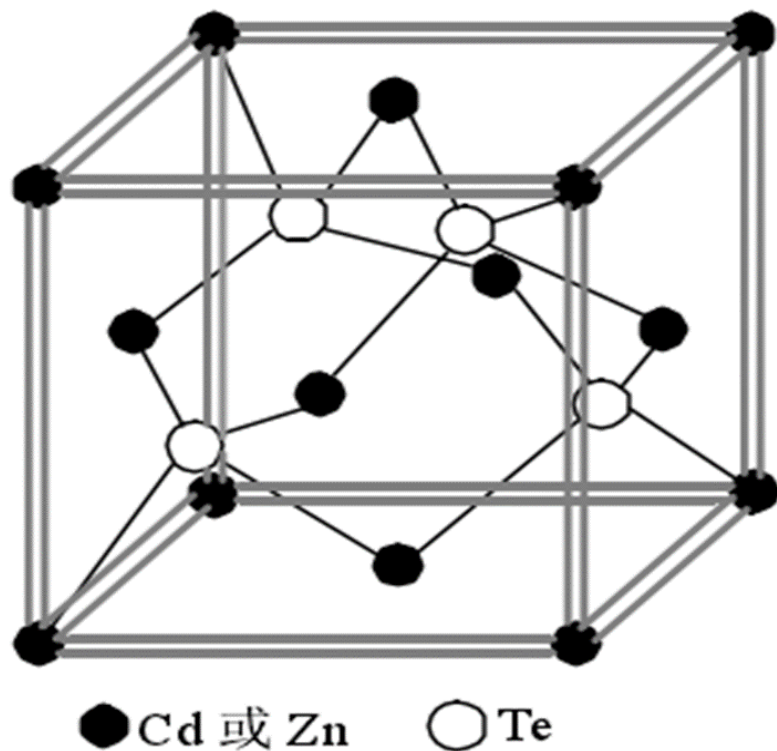


报告提纲

- 一、CZT晶体的性质
- 二、600 μm 像素化CZT探测器电荷共享效应
- 三、小像素探测器硬件设计及信号测试
- 四、后期工作



1 CZT晶体的性质



相对原子序数：50

晶体密度： 5.85g/cm^3

电 阻 率： $100\text{G}\Omega/\text{cm}$

禁带宽度：大于 1.5eV

图1 碲锌镉晶体分子结构图



2.1 CZT阳极设计

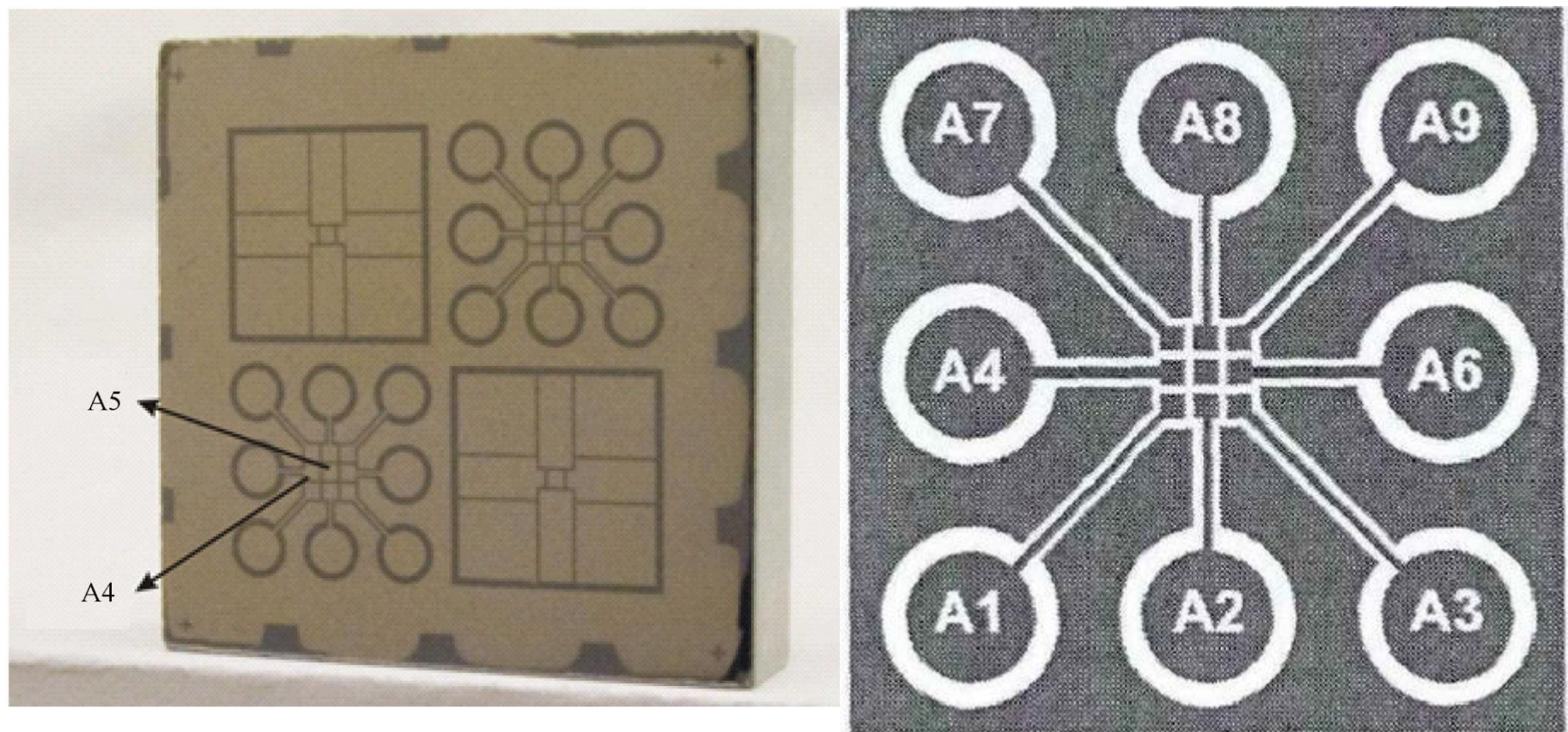


图2 CZT晶体为 $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 5\text{mm}$ ，阳极像素间距为 $600\text{ }\mu\text{m}$ (像素大小为 $500\text{ }\mu\text{m}$ ，间隙为 $100\text{ }\mu\text{m}$)，阴极为平面型。

2.2 阳极电荷共享效应

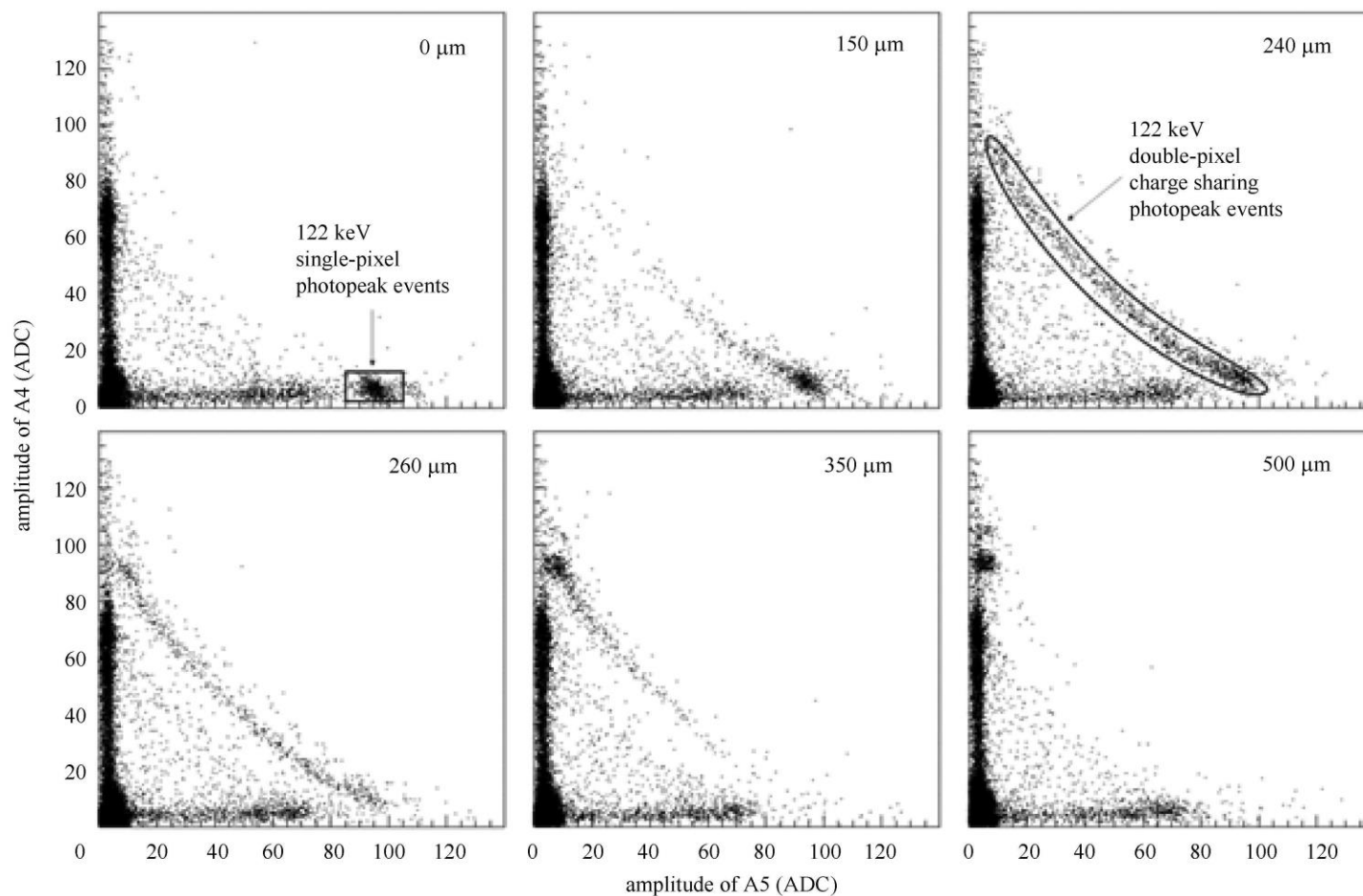


图3 当122keV准直光束照射600 μm CZT探测器A5和A4之间不同位置。在位置150 μm 到350 μm 的散点图中看到电荷共享事件和单像素事件。当准直光束到达阳极像素的中间时（位置0 μm 和500 μm ），只能找到单像素事件。240 μm 和260 μm 散点图，中间弯曲说明有电荷丢失在间隙中。

2.2 阳极电荷共享效应

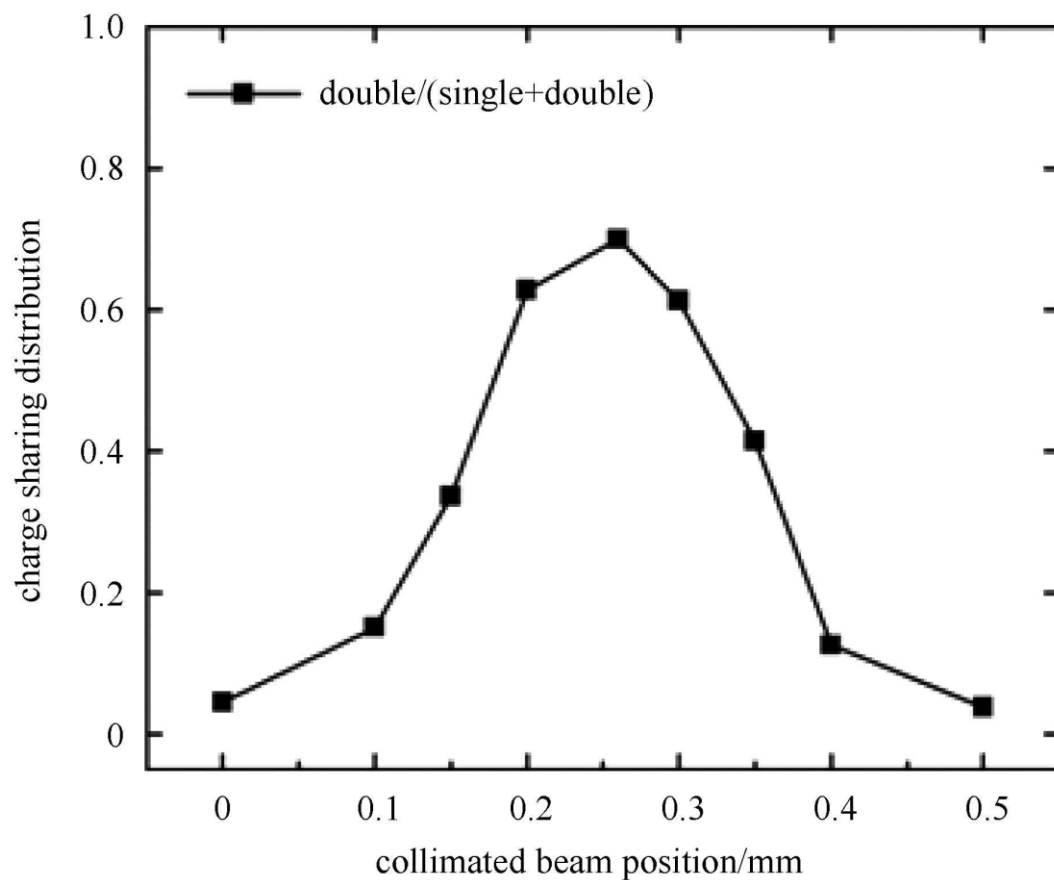


图4 电荷共享FWHM为125 μm 大于100 μm 的像素间隙



2.3 阳极中心像素 ^{57}Co 能谱

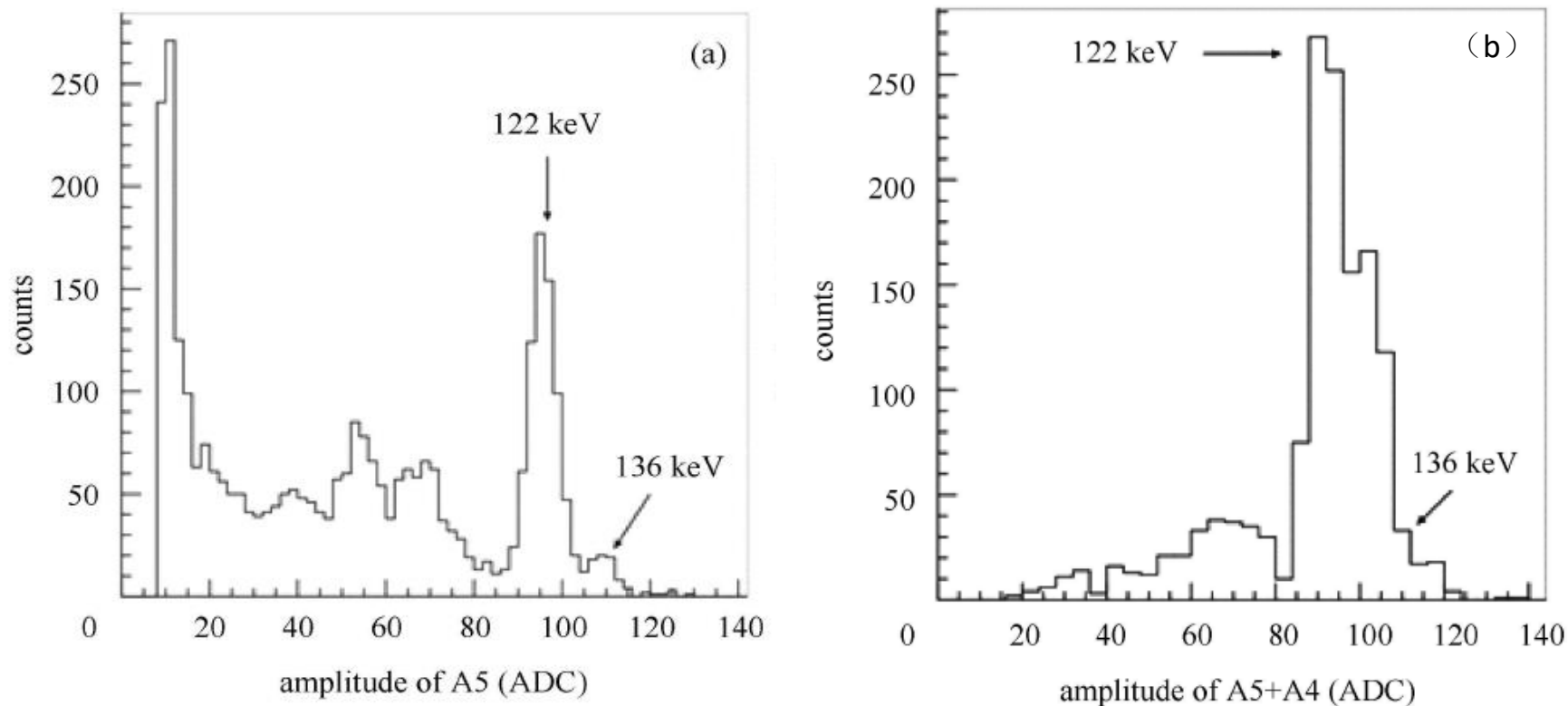


图5 (a)照射单像素中心位置时，能量分辨率为6.8%@122keV,能量越大电子云越大造成电荷丢失，因此能量越高能量分辨率越差.(b)照射间隙时，能量分辨率为8%@122keV，由于122keV电荷云较小，电荷丢失于间隙中造成分辨率较差。



3.1 CZT小像素探头

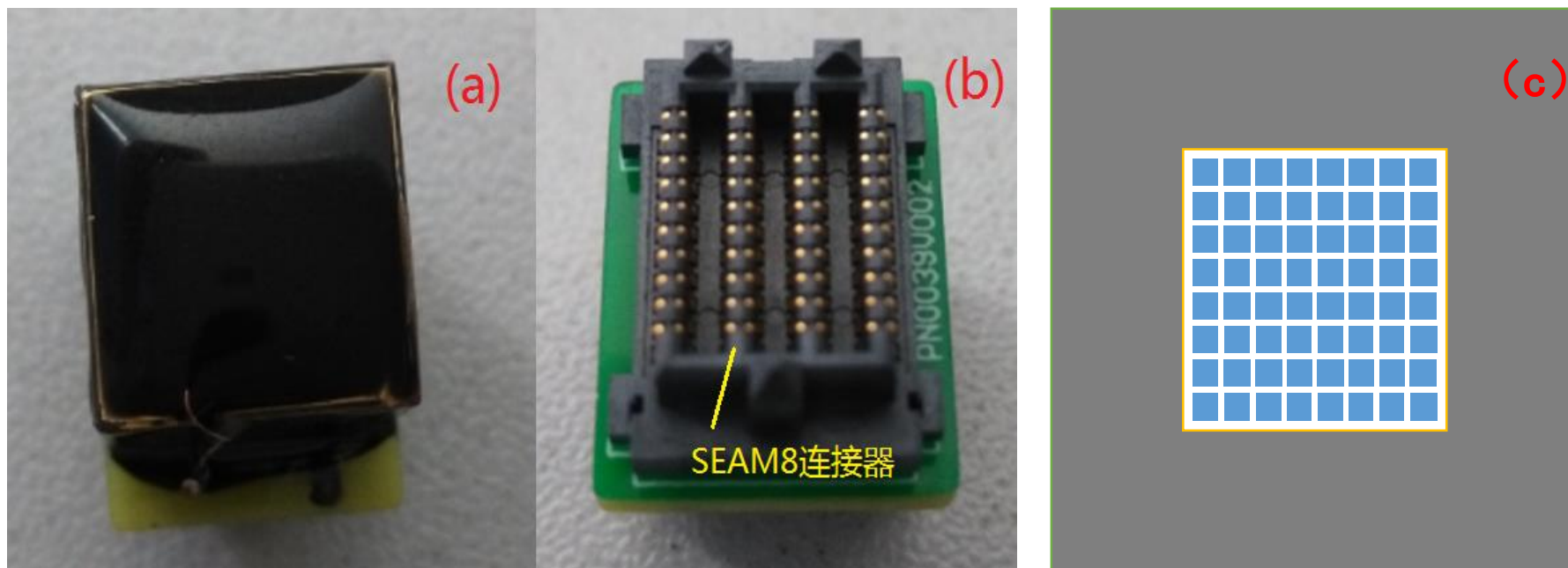


图6 小像素晶体尺寸为 $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，像素为 $600\mu\text{m} \times 600\mu\text{m}$ 阵列为 8×8
(a) 晶体正面 (b) 背面SEAM8连接器转接SEAF8连接器 (c) 像素分布示意图

3.1 CZT小像素探头

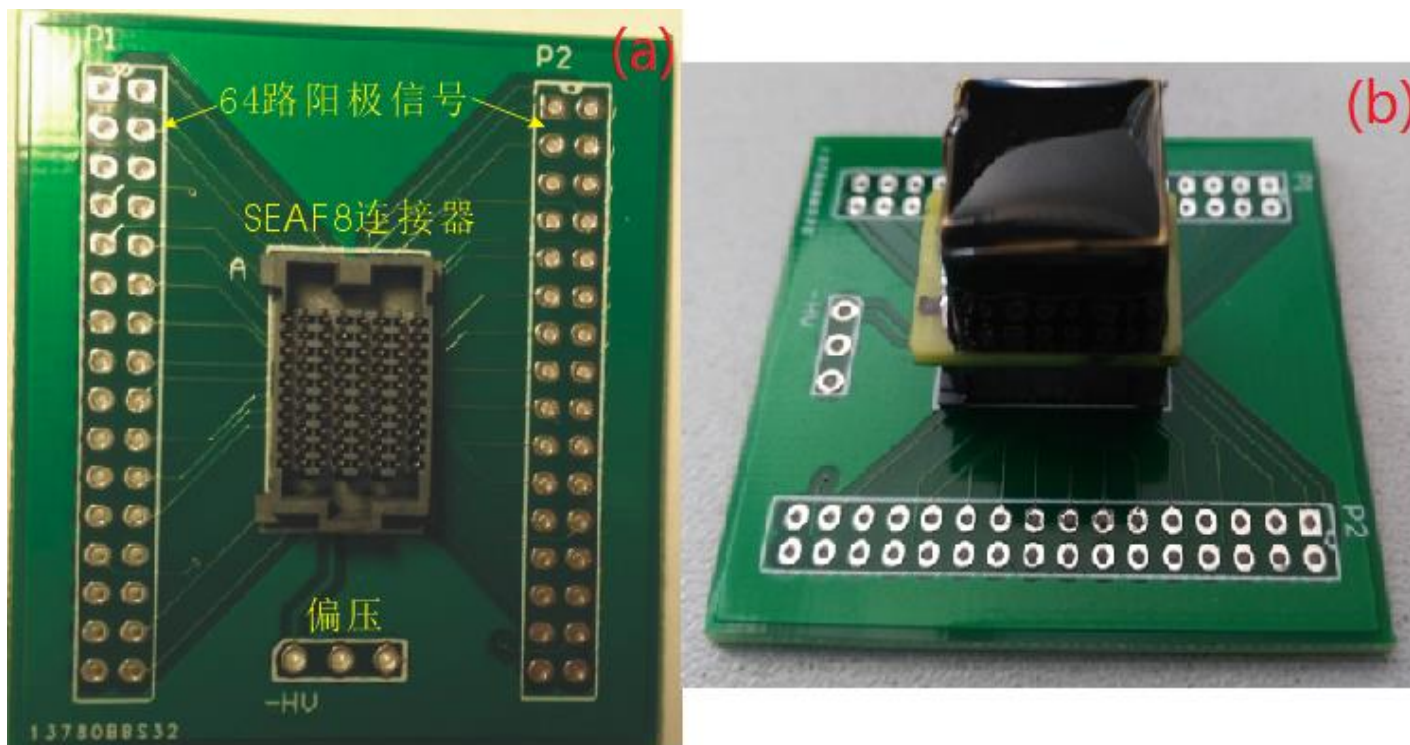


图7 SEAF8信号转接电路版；（a）64路阳极信号通过排针与后端电子学相连，反向偏压通过-HV接线柱实施于晶体阴极表面。（b）SEAF8连接器与SEAM8连接器相连

3.2 PC250前置放大器

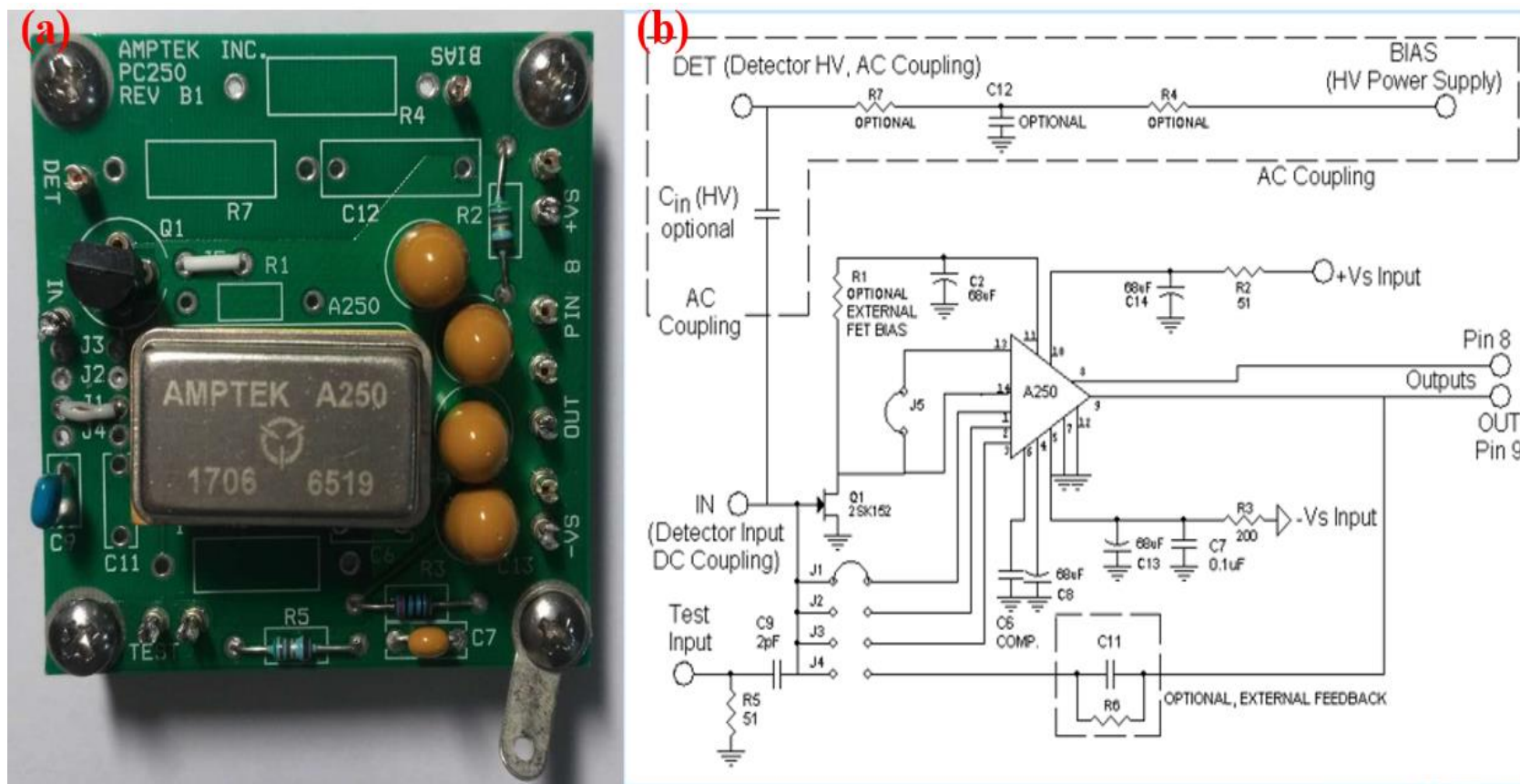


图8 实验中采用的PC250: (a) PC250实物图 (b) PC250原理图

3.2 PC250测试

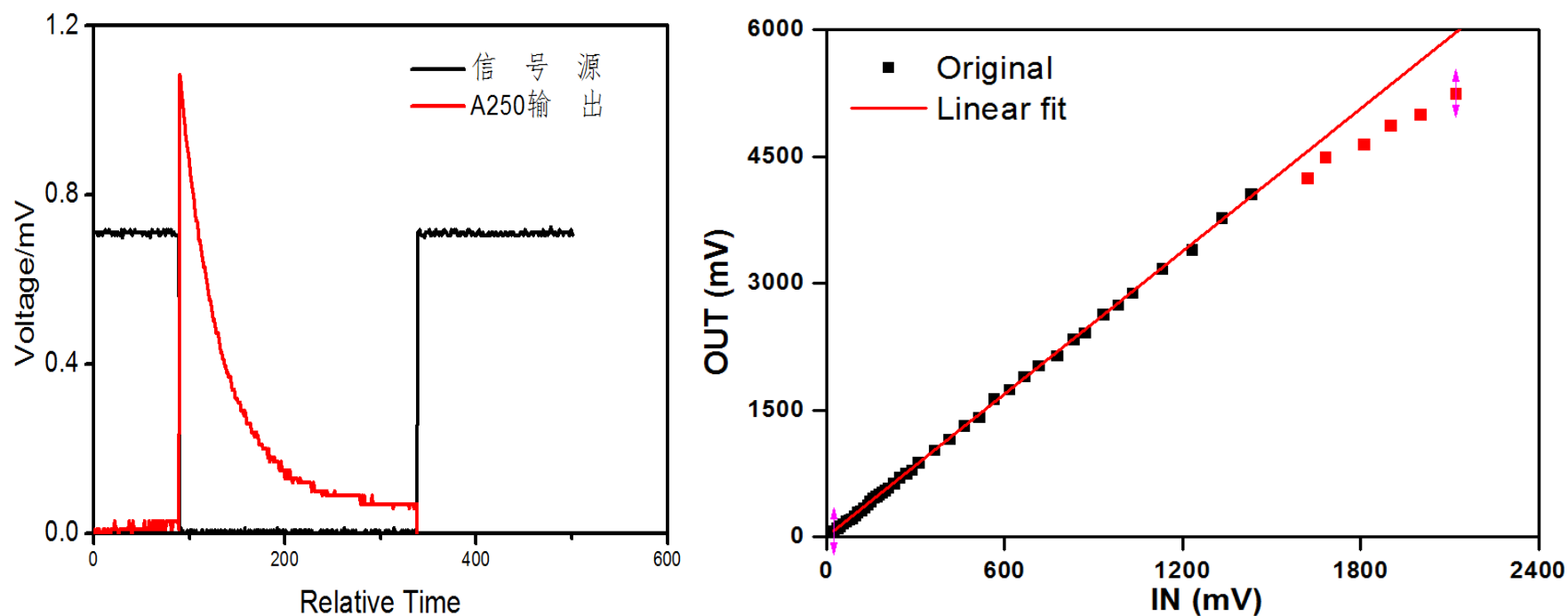


图9 输入信号为0~1.5V时输出信号与输入信号成良好的线性关系，此时输出信号被放大了2.8倍，随着输出信号的继续增大，A250前置放大器的时间常数信息就会显现出来，造成信号上升沿末端呈指数饱和的趋势，放大倍数相应的也会减小。



3.3 滤波放大器

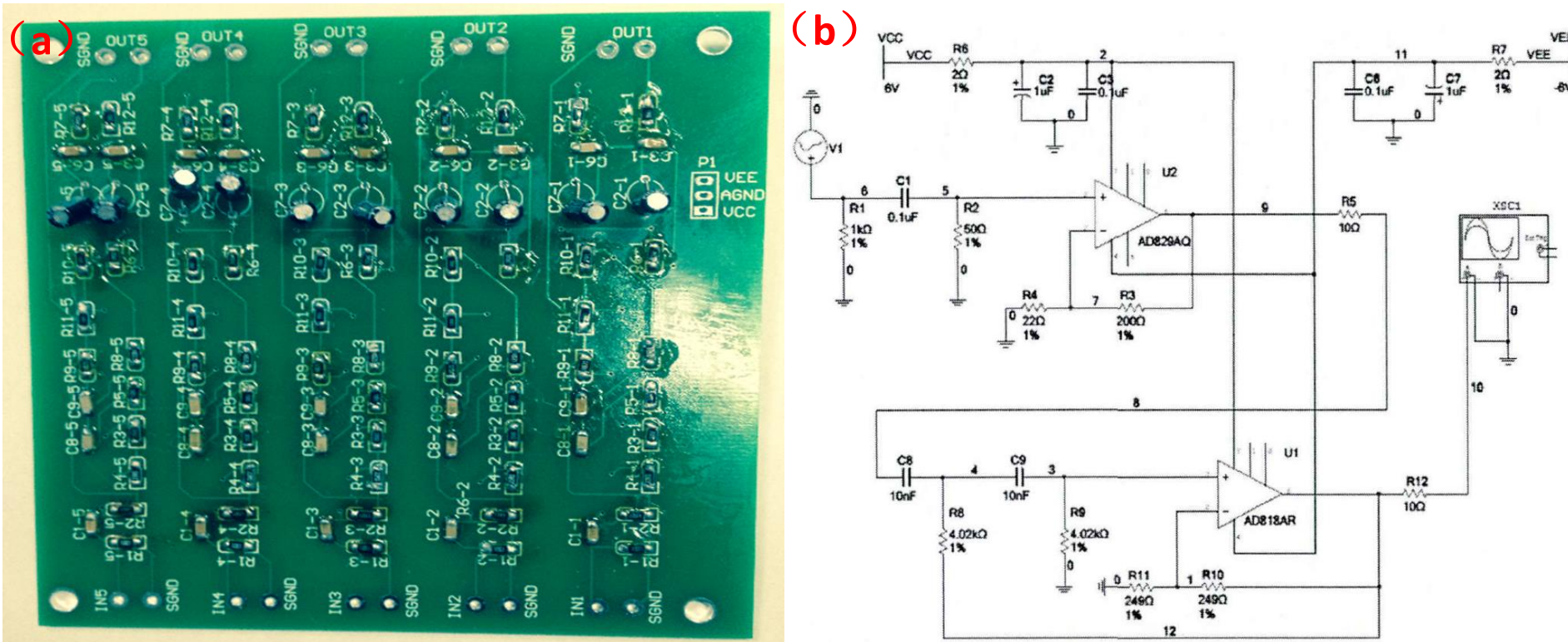


图10 实验中采用的滤波放大器: (a) 滤波放大器实物图 (b) 滤波放大器原理图



3.3 滤波放大器

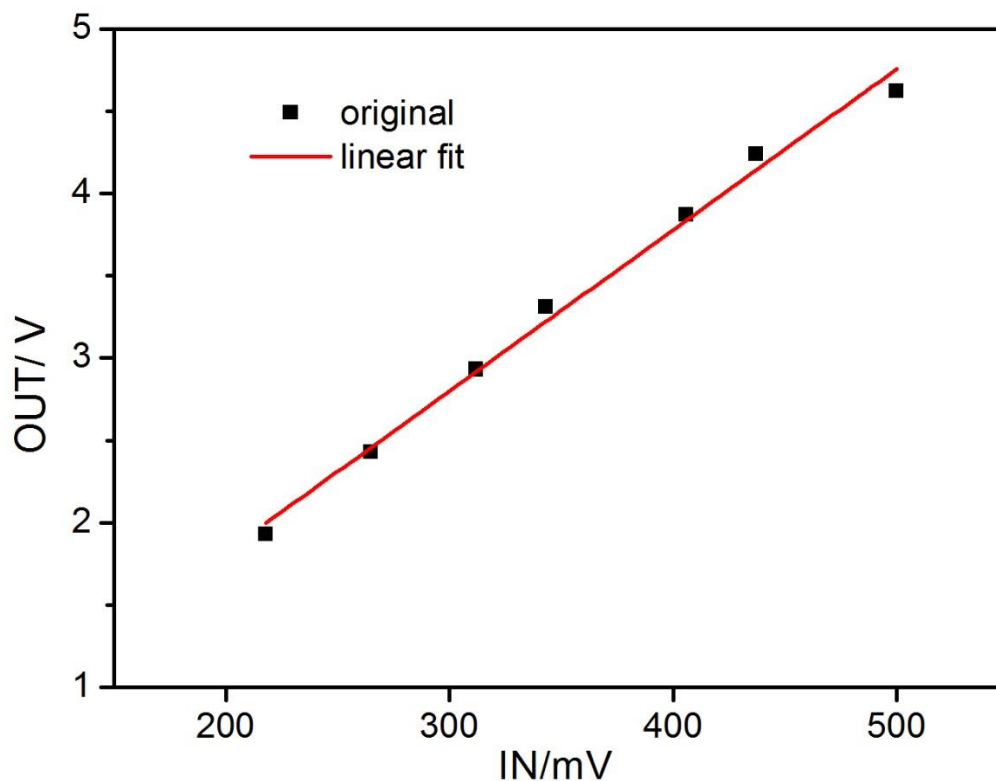


图11 实验中采用脉冲信号发生器对滤波器进行线性刻度，经测试该滤波器的放大倍数约为9



3.4 CZT阳极信号读出电路设计

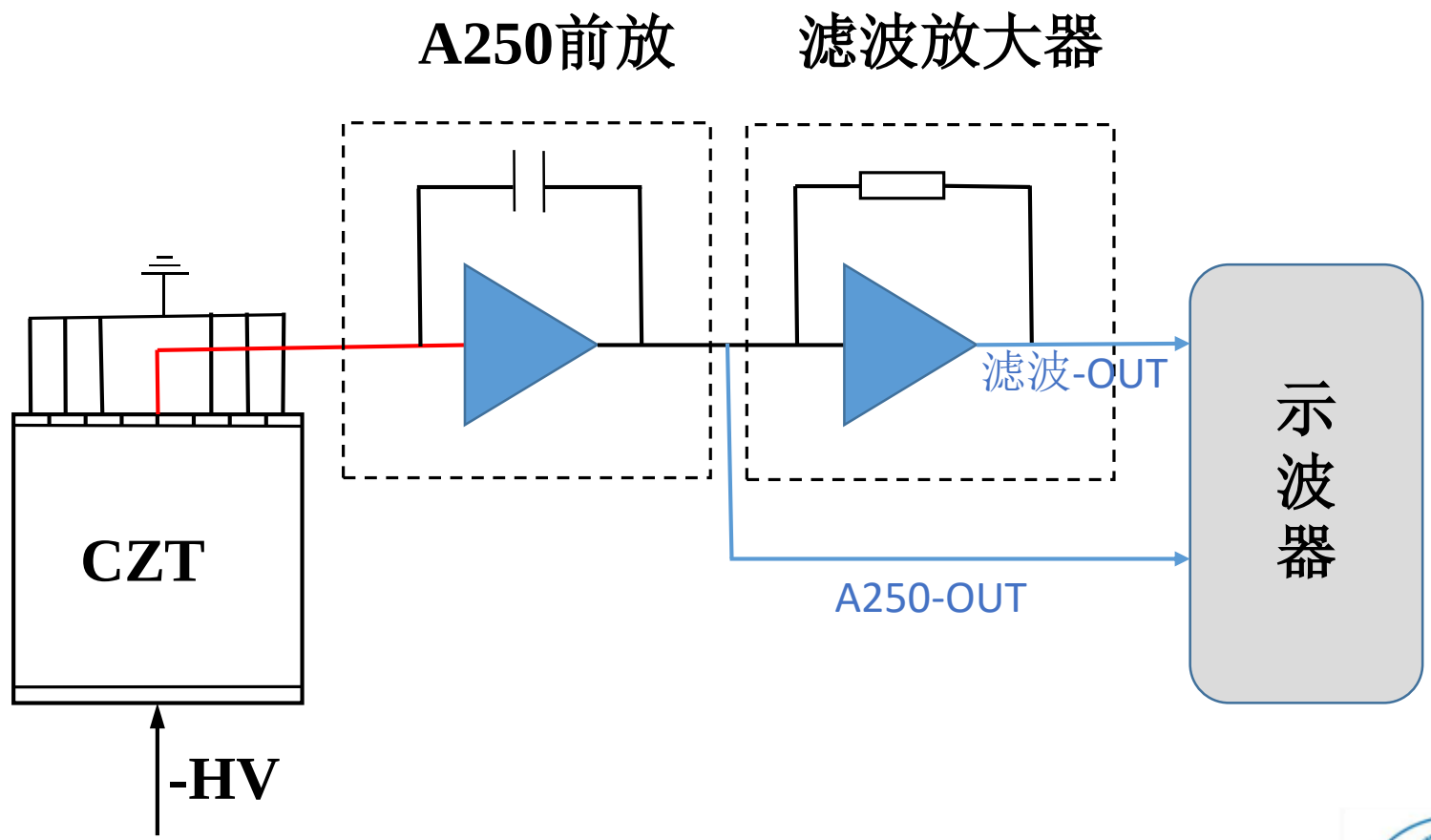


图12 CZT阳极1路信号读出示意图



3.5 CZT探测器信号输出

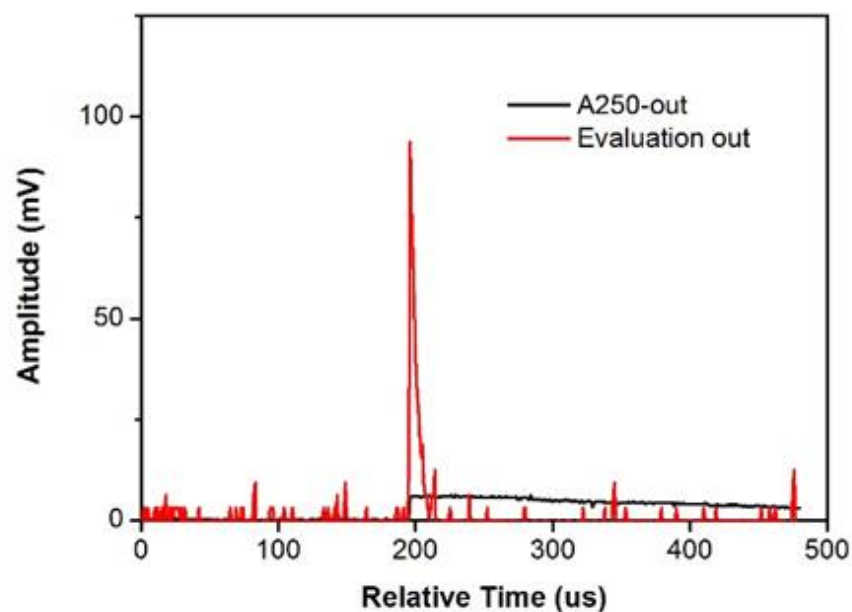


图13 CZT阳极1路信号读出示意图

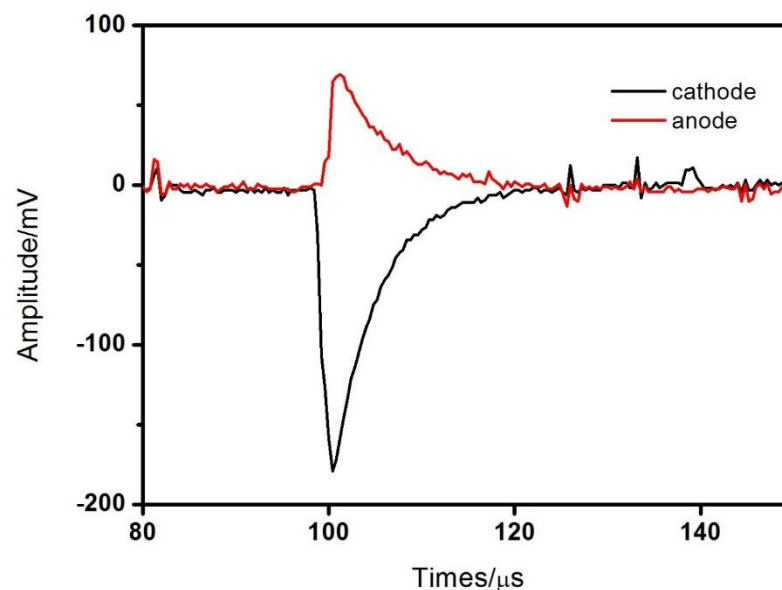


图14 CZT阳极1路与阴极经滤波板信号输出



3.6 CZT探测器阴极能谱

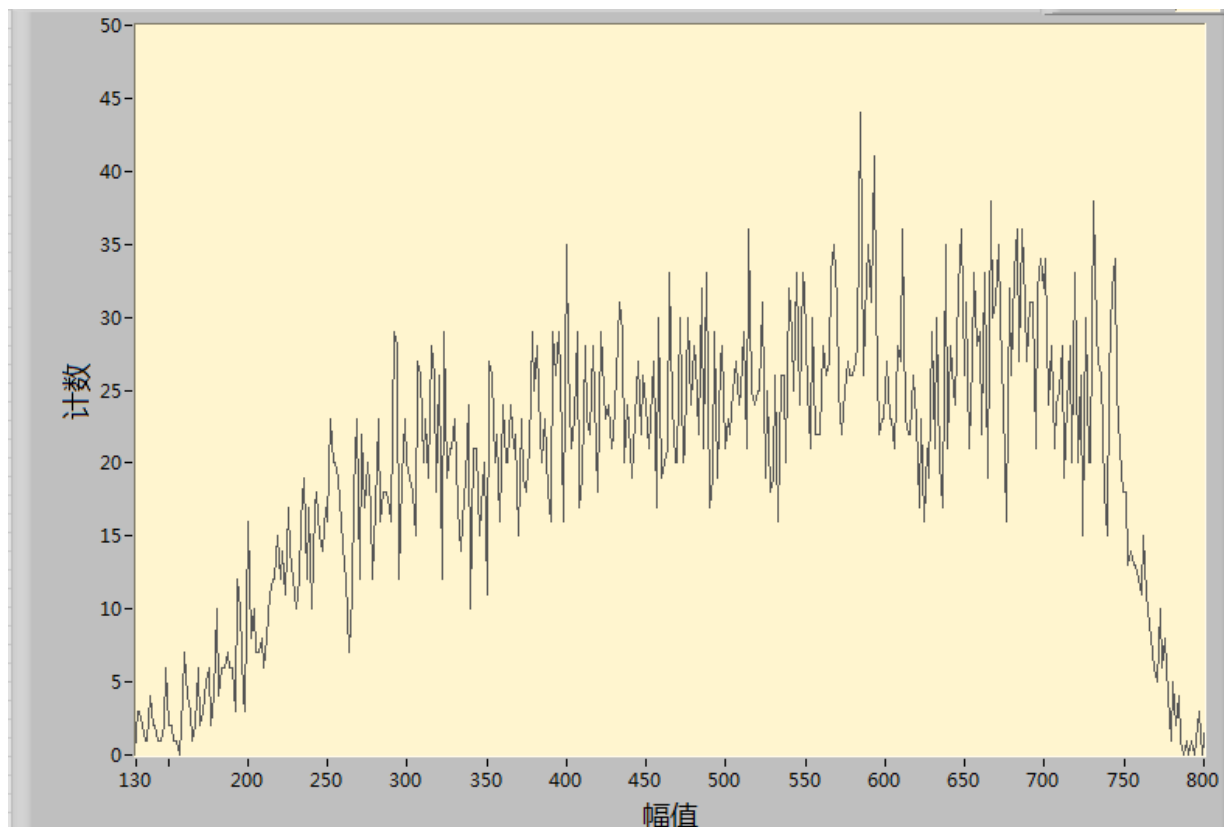


图15 CZT探测器阴极对 ^{137}Cs 进行测试获取的能谱图



四、后期工作计划

- 1. 探测器上升时间测量
- 2. 阳极电荷共享以及DOI信息获取
- 3. 符合测试



谢谢大家！

