

青训营总结报告

—— 从仪器操作到信号分析 ——



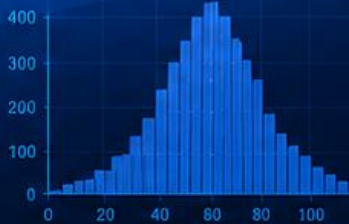
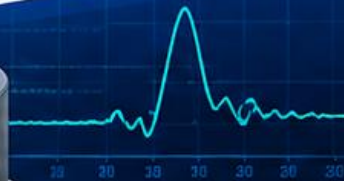
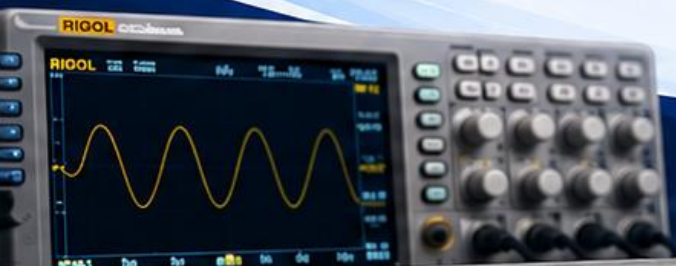
信号产生与测量



电学测量与电源



探测器信号分析



小组名称: A组



小组成员: 彭俊勇、谭蕴东、潘英豪、沈胡迪



2026年9月7日

Outline



01

示波器与发生器

02

万用表与线性电源

03

硅探测器& α 源实验测量

04

总结

➤ 实验设备

示波器：MSO5104、DS6104

信号发生器：DG822

面包板、50Ω电阻、导线

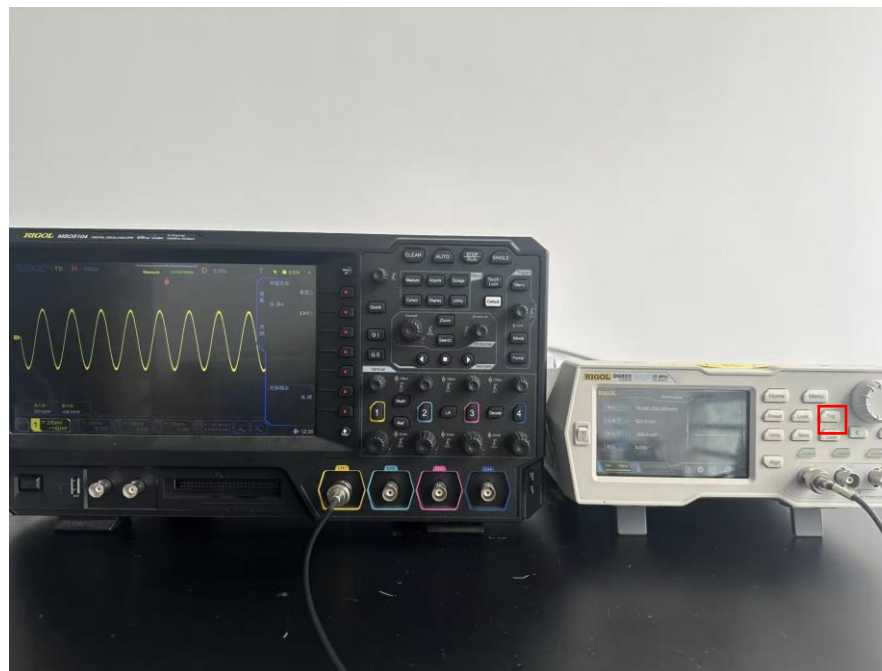
➤ 信号发生器与示波器的基本操作

1. 波形种类选择（如正弦波、三角波等），以及波形参数的调节（幅度、频率、偏置等）
2. 示波器的时间/幅度标尺调节，触发方式（前沿、脉宽等）以及触发模式（自动、手动、单次）的选择，示波器的测量功能（上升时间、占空比等）

➤ 实验内容及小结

1. 使用信号发生器产生一些信号并将信号接入示波器进行观测，波形的种类和参数通过触屏调节，观察调节后波形变化。

2. 改变信号发生器的触发模式，自动模式连续输出波形，手动模式按下按钮单次输出波形，外部模式则依赖外部输入的脉冲启动输出。按下信号发生器的trig键调节。



实验内容及小结

3. 输出高斯波形，调节基线为0，幅度100mV，改变频率观察脉冲宽度。



200kHz



400kHz

因为高斯脉冲遵循傅里叶变换的“时宽-带宽积”为常数（约0.441）的物理规律。所以频率提高时脉冲宽度会压缩变窄。

4. 脉冲频率与burst频率的区别：Burst模式是指信号发生器按设定的重复频率，间歇性地输出一段包含有限个波形周期的脉冲串，而非连续输出。



连续正弦波从1kHz调至最高频：

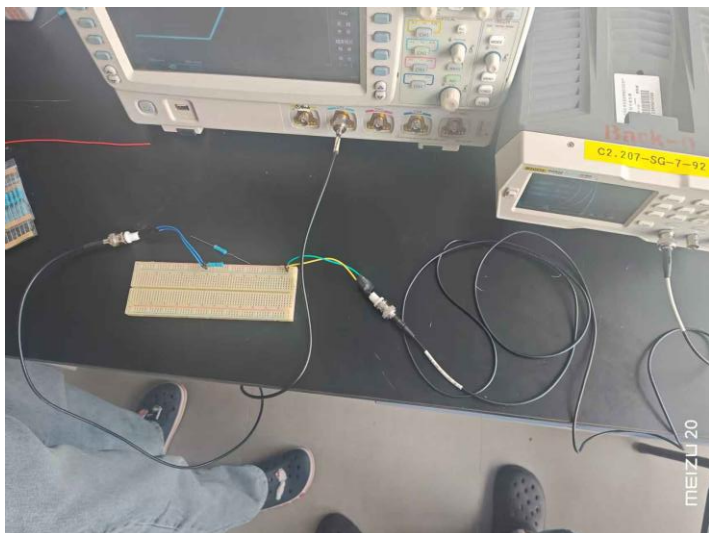
无外部电路理想情况下波形幅度始终维持500mV不变；若经过RC电路，频率越高，电容容抗越小导致分压衰减越严重，幅度会持续下降。

Burst模式下的高频正弦波：

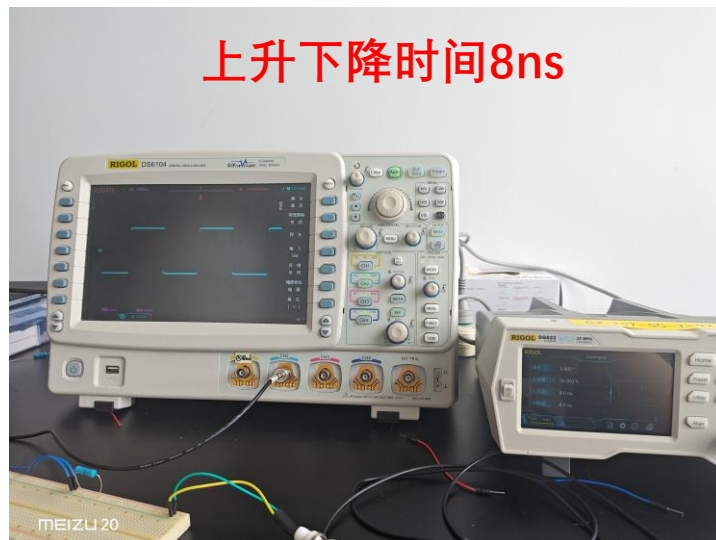
高频时，单个Burst脉冲串内包含的正弦波周期数极多、时间极短，RC电路来不及充分充放电（呈现积分效应），导致示波器上看到的不是清晰正弦波，而是每个Burst包络的幅度大幅衰减、上升/下降沿变缓的平滑“鼓包”状波形。

实验内容及小结

5. 阻抗匹配实验，在示波器和信号发生器之间并联一个 50Ω 的电阻，调节示波器的阻抗分别为 50Ω 或 $1M\Omega$ 时的波形变化



实验接线图



示波器阻抗 50Ω

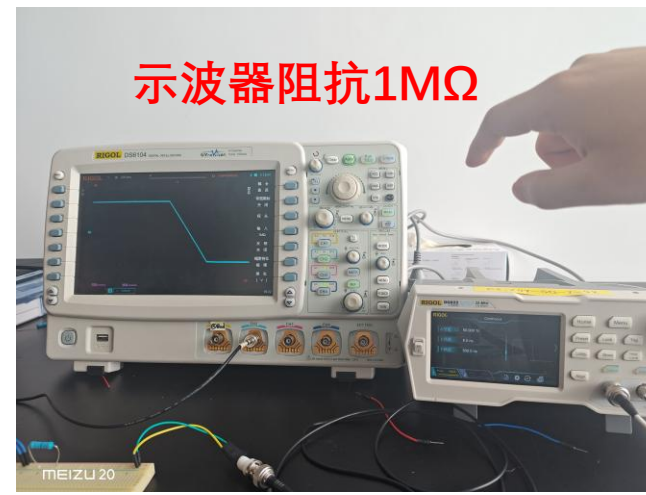


示波器阻抗 $1M\Omega$

示波器阻抗匹配时波形与信号发生器输出波形一致，而阻抗为 $1M\Omega$ 时方波的上升下降沿产生严重变形。



示波器阻抗 50Ω



示波器阻抗 $1M\Omega$

上升/下降时间调大后，信号的高频分量大幅减少，使反射变得不明显，阻抗不匹配带来的波形失真显著减弱。

实验设备

万用表: FLUKE 15B PRO

线性电源: DP831A

面包板、5M Ω 电阻、导线

万用表与线性电源的基本操作

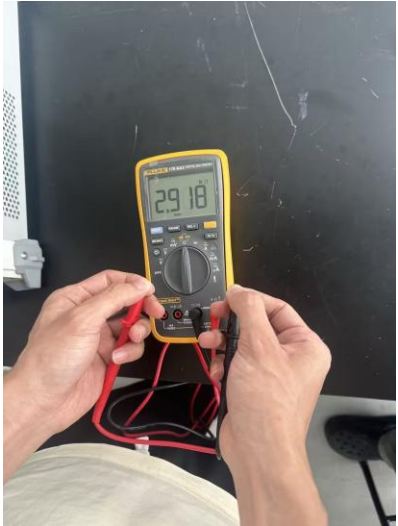
1. 万用表的功能旋钮可以用来调节测量模式，如电压表、电流表、电容表等。测量时将黑红表笔分别接到万用表及待测元件即可。

2. 按通道键选中要用的通道，再通过旋钮设定该通道的电压和电流值，最后按“On”键打开对应通道的输出即可。

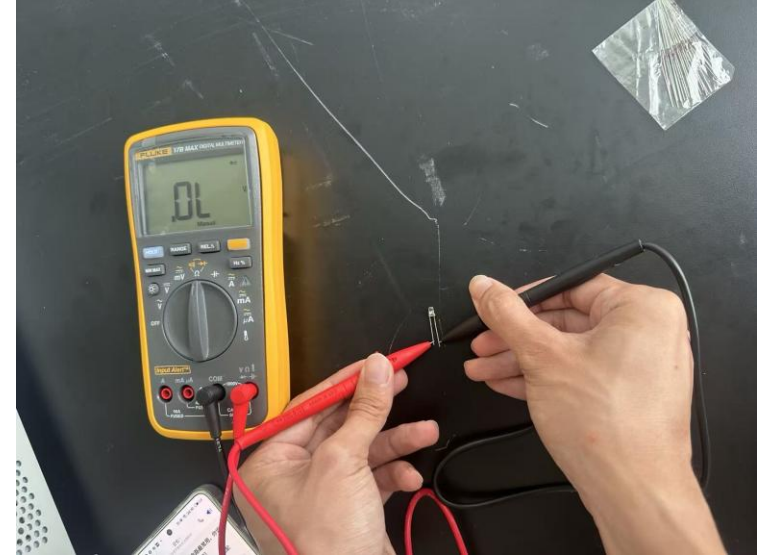


实验内容及小结

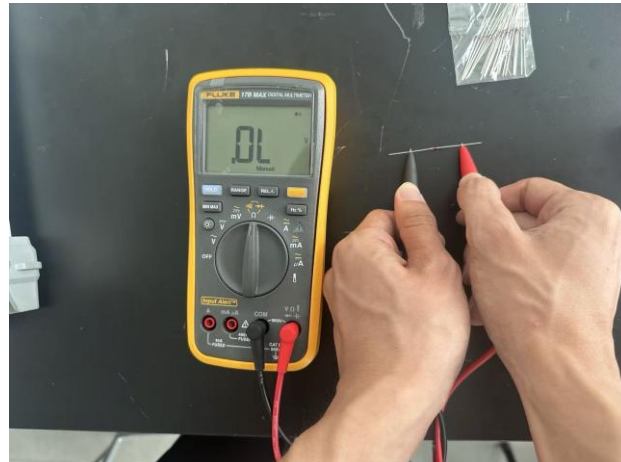
1. 人体电阻、电容测量



2. 发光二极管的电压测量



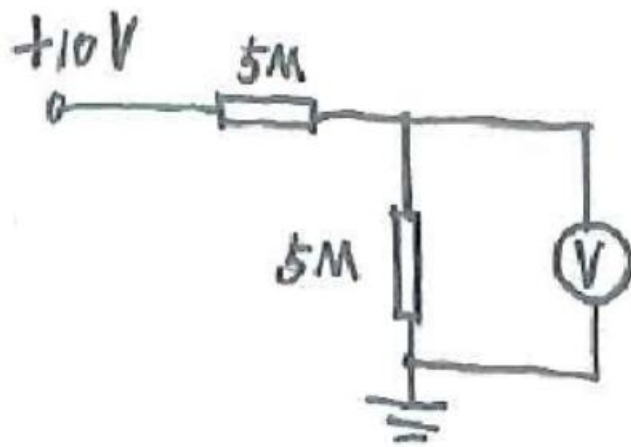
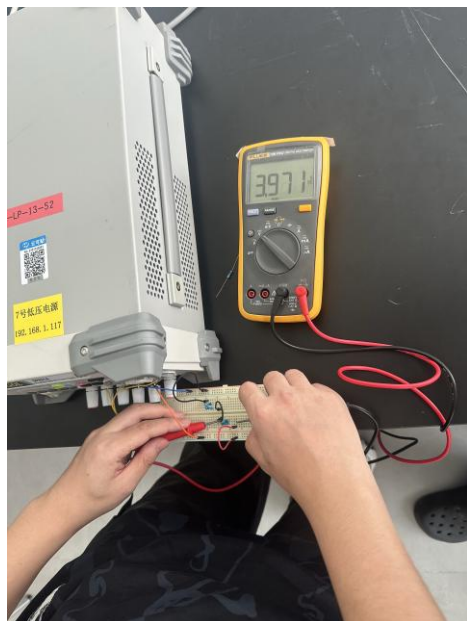
3. 二极管的电压测量



万用表二极管档测正向时，因PN结导通显示其导通电压降约0.7V（硅二极管）。测反向时，因PN结截止无电流通过，万用表显示“OL”。

实验内容及小结

4. 万用表内阻测量，使用线性电源产生+10 V的直流电压，与两个 $5\text{M}\Omega$ 的电阻串联接地，将万用表与其中一个电阻并联。



直流电源的接地端通常是连接到大地的保护端子，而负输出端是电源输出的负极，两者在浮地电源内部不直接导通。

浮地：指电路的参考地与地球没有直接连接。

真地：指与地球直接相连的物理接地，电位始终为0V。

万用表电压读数约4 V，根据电阻并联及串联分压定理可得万用表电阻约 $10\text{M}\Omega$ 。

5. $\pm 6\text{V}$ 直流电源接法



将CH2、CH3的COM端接地，调节电源输出后从CH2的“+”端和CH3的“-”端分别获得 $\pm 6\text{V}$ 电压输出。

➤ 实验设备

暗室、 α 放射源、前置放大器、高压电源、线性电源和示波器

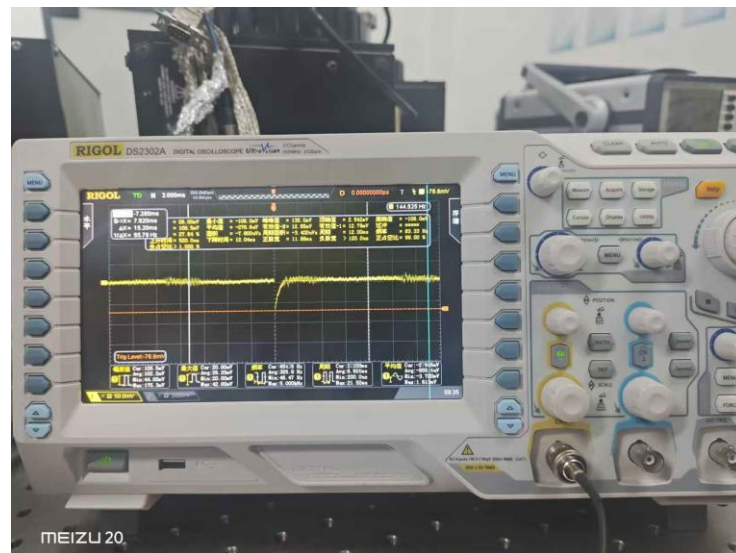
➤ 硅探测器与前放工作原理

1.硅探测器基本原理：加反向偏压的PN结内形成耗尽层。入射粒子穿过时使硅原子电离产生大量电子-空穴对，在电场作用下迅速漂移并被电极收集，并形成信号脉冲。该脉冲幅度正比于入射粒子在探测器中沉积的能量，从而实现粒子能量测量。

2.前放工作原理及输出信号特征：探测器输出信号微弱，使用前放进行预放大。常用电荷灵敏前放，将探测器收集的电荷在反馈电容上积分转换为电压信号，输出信号波形呈快上升、指数衰减形状，输出幅度正比于输入电荷量。

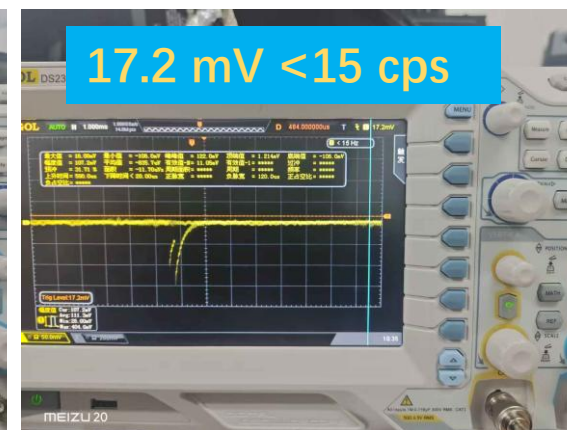
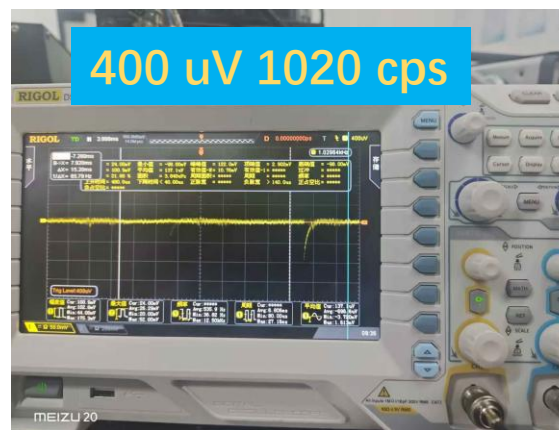
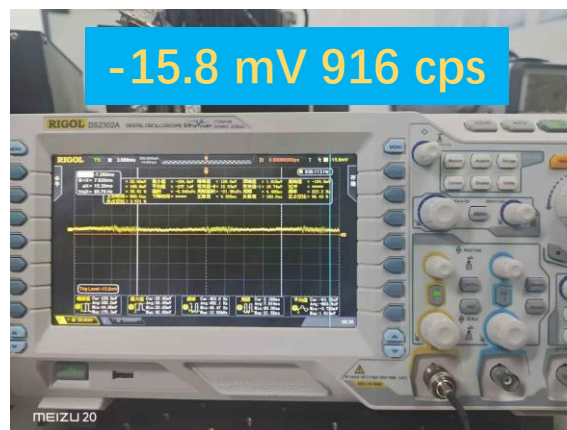
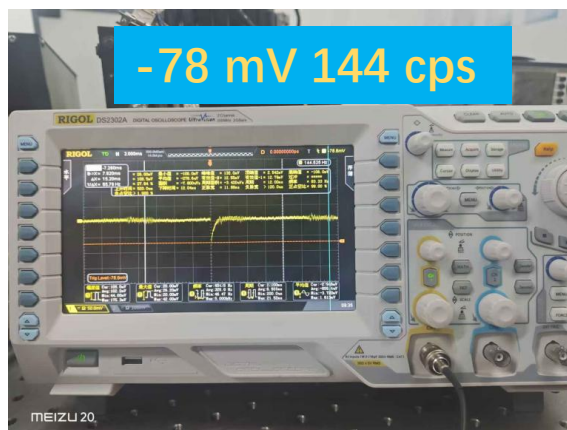
➤ 实验内容及小结

1.使用示波器观察探测器输出波形特征，为上升时间快，下降时间相对缓慢的负指数信号。

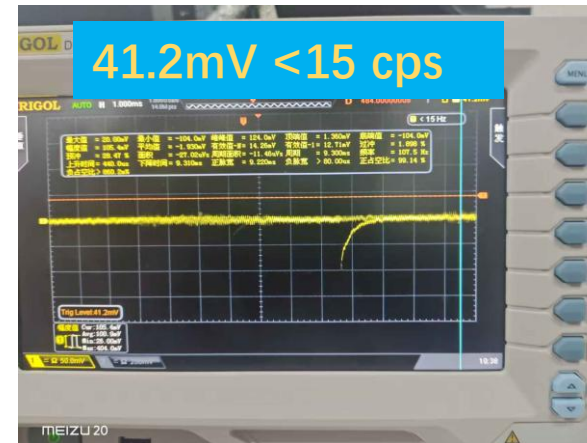
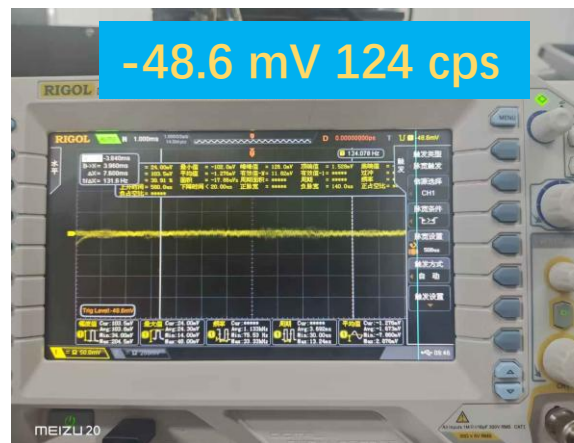
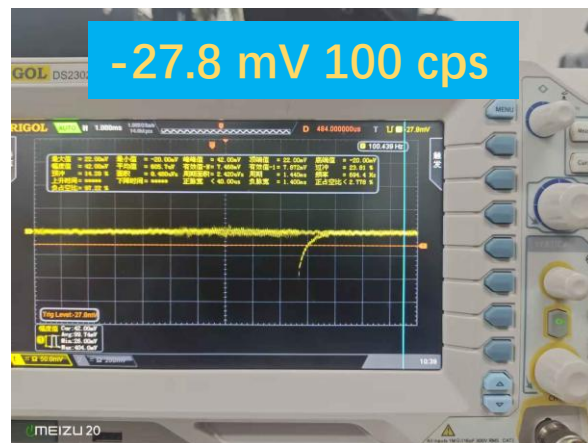
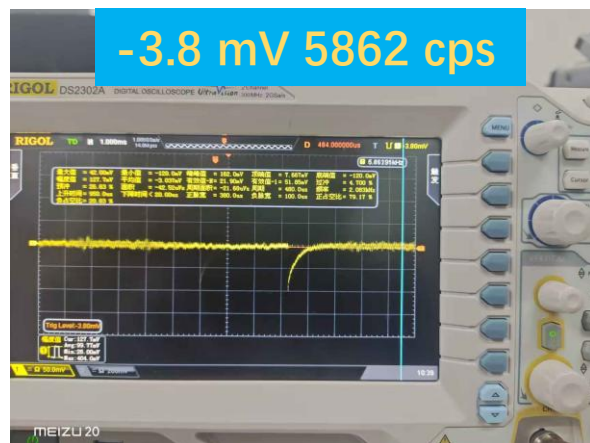


实验内容及小结

2.使用前沿触发，调整触发阈值，记录触发阈值与信号计数率关系

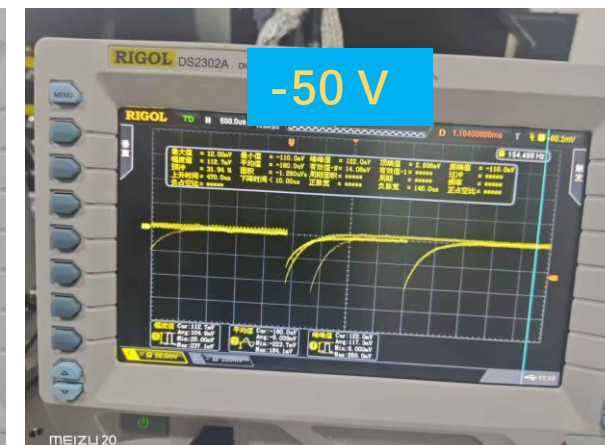
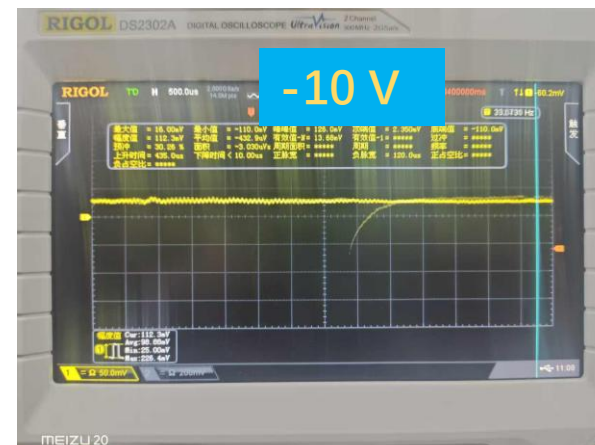
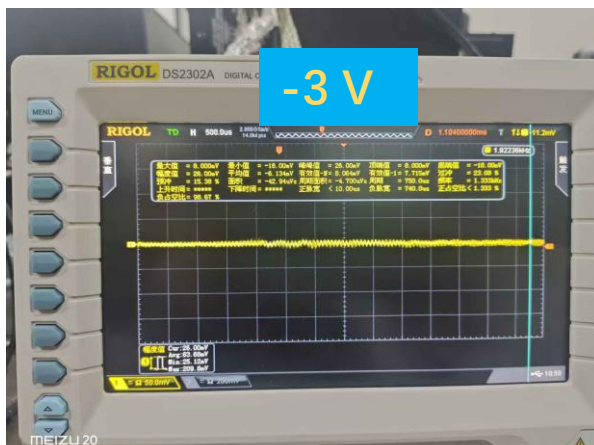
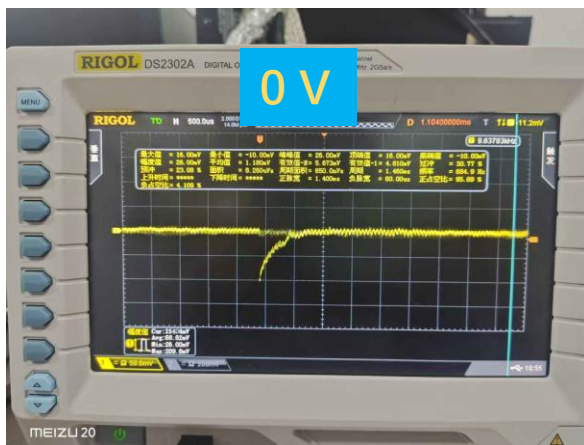


3.使用脉宽触发（脉宽>500 μ s），调整触发阈值，记录触发阈值与信号计数率关系

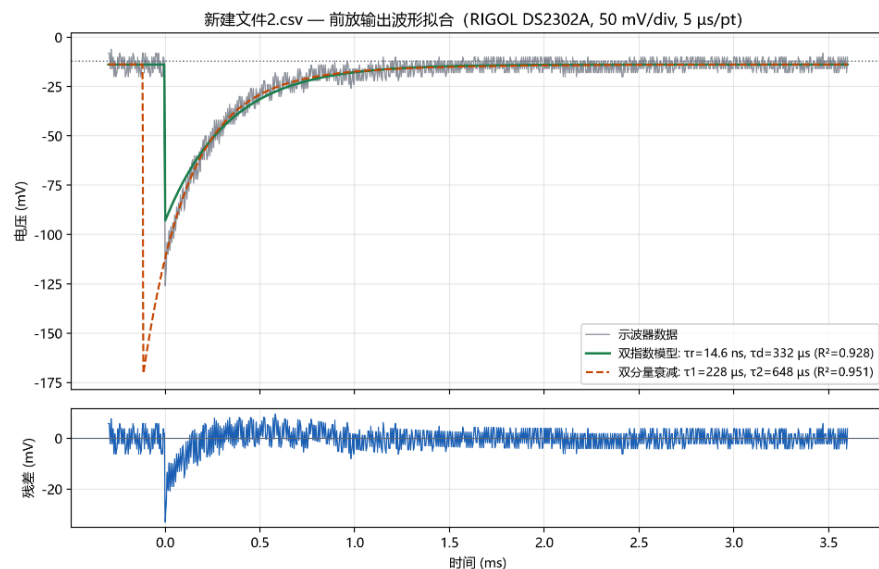


实验内容及小结

4.不同大小高压下的硅探测器信号幅度均值



5.上升与衰减时间常数拟合



上升时间常数= 14.6 ns
衰减时间常数= 332 μ s

$$V(t) = V_{\text{base}} + A(1 - e^{-(t-t_0)/\tau_r})e^{-(t-t_0)/\tau_d}$$

青训营总结报告

实践 · 认知 · 成长

小组成员：彭俊勇、谭蕴东、潘英豪、沈胡迪

A组



2026年9月7日

01

示波器 & 信号发生器

—— 认识信号，学会测量



- 信号产生与示波器测量：
正弦、方波、高斯脉冲、Burst
- 理解频率、带宽与波形特征之间的关系
- 通过 $50\ \Omega$ / $1\ \text{M}\Omega$ 对比理解
阻抗匹配、反射与过冲



正弦波



方波



高斯脉冲



Burst

02

万用表 & 线性电源

—— 掌握测量，规范操作



- 掌握电阻、电压、电流及二极管等基本参数测量
- 理解仪表内阻、浮地/真地及双电源连接
- 建立规范的仪器操作与电路安全意识



电阻



电压



电流



二极管

03

硅探测器 & α 源

—— 连接信号与物理



- 观察探测器输出脉冲，理解信号极性与波形特征
- 研究计数率—触发阈值及信号幅度—偏置电压关系
- 通过波形拟合提取上升/衰减时间常数，
联系前放原理进行分析



粒子入射



脉冲信号



波形拟合



物理分析



总体收获：



从仪器操作



信号与电路



探测器物理与数据分析



中国散裂中子源
China Spallation Neutron Source

Thank you !

2026年青训营 A组

小组成员：彭俊勇、谭蕴东、潘英豪、沈胡迪