

1.

符合指两个或两个以上同时发生或具有时间关联性的事件。符合测试就是通过专门的符合电路,判断多个探测器记录的事件是否属于同一物理过程产生的关联事件。

符合事件分为两类:

真符合:来自同一核事件、具有内在因果关系的关联粒子

偶然符合:两个无时间关联的独立粒子恰好同时进入探测器,造成误判

为什么时间分辨率的测量要用符合信号

单个探测器的时间测量需要一个"起始"信号,但这个起始时刻本身往往无法精确确定。而符合测量利用两个探测器分别探测同一物理过程产生的两个关联粒子,这两个粒子的发射时刻在物理上是严格同时的。通过测量两个探测器接收到这两个同时发出粒子的时间差,可以消除放射源衰变时刻这一共同不确定因素,直接评估探测器系统本身的时间响应特性。

2.

什么是朗道效应

是指带电粒子穿过薄层介质时,其能量损失存在显著的统计涨落现象

消除信号幅度不一致带来误差的方法

方法一:恒比定时甄别

在不同幅度的信号上,始终选取同一比例的位置作为定时点,而非固定电压阈值。将输入信号分为两路:一路衰减并延迟,另一路进行反相衰减,将两路信号相加,相加信号的过零点对应原始信号峰值的一个固定比例,过零点与信号幅度无关——无论信号幅度大还是小,恒比点对应于信号波形上相同的相对位置。

方法二:时间-幅度修正

同时记录每个探测器通道的到达时间 t_{measured} 和信号幅度 A ,在两个探测器都产生信号的符合事件中,计算每层的时间测量值 $t_1(A_1)$ 、 $t_2(A_2)$,利用测试脉冲或大量实验数据,建立起"幅度-时间偏移"的校准曲线(或拟合函数):

$$\Delta t_{\text{correction}} = f(A)$$

典型的函数形式包括:

$$\Delta t_{\text{correction}} = a + b \cdot e^{-A/c} \quad (\text{exponential})$$

$$\Delta t_{\text{correction}} = a + b/A^c \quad (\text{power law})$$

当数据量足够大时,也可以使用分段线性插值。

对测量时间进行离线修正：

$$t_{\text{corrected}} = t_{\text{measured}} - \Delta t_{\text{correction}}(A)$$

然后用修正后的时间差计算时间分辨率：

$$\Delta t = t_{1,\text{corrected}} - t_{2,\text{corrected}}$$

方法三：过阈时间修正

过阈时间是指信号幅度超过某一固定阈值的持续时间。对于上升沿和下降沿形状确定的脉冲，ToT 与信号幅度之间存在单调关系。因此，ToT 本身可以作为信号幅度的替代测量量，直接用于时间游走修正，而无需额外的幅度测量电路。

方法四：幅度选择/筛选法

最简单的消除幅度不一致影响的方法是在数据分析中对事件进行幅度筛选：

- (1) 仅选取两层探测器信号幅度均落在某一窄窗口内的事件（例如，要求两层信号幅度均在最概然值附近 $\pm 10\%$ 范围内）；
- (2) 或者仅选取两层信号幅度之比接近 1 的事件。

方法五：对称修正法

对于上下两层结构完全相同的探测器，可以利用时间测量的对称性来消除共同的幅度相关偏移。

考虑同一粒子穿过上下两层探测器的真实时间差为 $\Delta t_{\text{true}} = t_{2,\text{true}} - t_{1,\text{true}}$ 。由于两层探测器的信号幅度可能不同 ($A_1 \neq A_2$)，每层测量的时间都含有幅度相关的偏移：

$$t_{1,\text{measured}} = t_{1,\text{true}} + f(A_1)$$

$$t_{2,\text{measured}} = t_{2,\text{true}} + f(A_2)$$

因此测得的时间差为：

$$\Delta t_{\text{measured}} = \Delta t_{\text{true}} + [f(A_2) - f(A_1)]$$

如果两层探测器完全相同、具有相同的幅度-延迟函数 $f(A)$ ，则可以通过以下方式消除偏移：

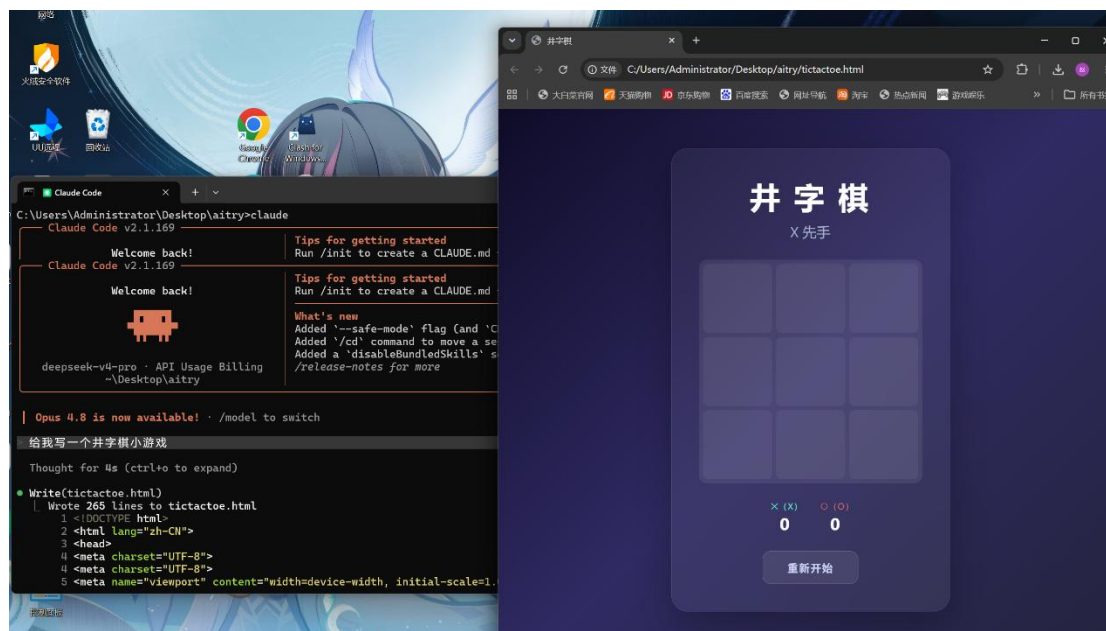
- (1) 利用校准数据精确测定 $f(A)$;
- (2) 在事件重建时, 对每层独立施加幅度修正;
- (3) 如果实验装置允许粒子从两个方向入射, 可以通过正反方向的数据取平均, 使 $f(A_2) - f(A_1)$ 的系统性贡献在一阶近似下相互抵消。

方法六: 波形采样与数字恒比定时

现代高速波形采样技术(如基于 SCA 或高速 ADC 的波形数字化)的发展, 使得对每个探测器信号的全波形进行数字化存储成为可能。在此基础上可以实施更精细的时间提取:

- (1) 数字恒比定时: 在离线分析中实现 CFD 算法, 可灵活调整恒比系数 f , 选取最优值;
- (2) 脉冲拟合: 将采样波形与已知的脉冲形状函数进行 χ^2 拟合或最大似然拟合, 提取最准确的时间信息。拟合过程自然地包含了幅度参数, 因此不会受到时间游走的影响;
- (3) 互相关法: 将上下两层探测器的波形进行互相关运算, 互相关峰的位置给出时间差, 该方法对幅度差异具有天然的鲁棒性。

3



o