

(1) 什么是符合测试?

符合测试是指对两个或多个探测器的输出信号进行判断, 仅当所有探测器在预设的时间窗口内同时产生信号时, 才记录为一个有效事件。

(2) 为什么要进行符合测试?

符合测试的主要目的是提高信噪比。

单个探测器可能因电子学噪声、暗电流、或环境干扰而产生误触发。通过符合测试, 只有真实粒子穿过所有探测器并产生关联信号的事件被保留, 单路随机噪声被有效控制, 从而显著提高测量的可靠性。

(3) 为什么时间分辨率的测量必须使用符合信号?

时间分辨率的本质是测量两个信号之间时间差的统计涨落 (即时间抖动)。

若使用单路信号, 无法区分信号的真实到达时刻与噪声引起的随机偏移; 符合测试提供了一种基准: 将两个探测器的信号分别作为“开始”和“停止”脉冲, 测量其时间差分布。该分布的标准差 (或半高宽) 即为时间分辨率。

· 若不符合信号, 则无法定义“同时”这一参考点, 也无法准确评估时间测量的精度。

第 2 题:

(1) 什么是朗道效应?

朗道效应描述的是带电粒子穿过薄层物质时, 能量损失的概率分布呈现不对称的长尾特征。

具体表现: 大部分情况下能量沉积较小且集中, 但少量事件中粒子与介质原子核发生罕见碰撞, 导致单次能量沉积远大于平均值。

在探测器中的直接后果是: 对于同一类型的粒子, 输出信号的脉冲幅度产生明显的涨落。

(2) 为什么信号幅度不一致会影响时间分辨率?

常规的时间测量方法 (如前沿定时) 设定一个固定电压阈值, 记录信号首次超过该阈值的时刻。

由于朗道效应导致信号幅度随机变化: 幅度大的信号上升速度快, 提前到达阈值 → 定时偏早; 幅度小的信号上升速度慢, 延迟到达阈值 → 定时偏晚。

这种现象称为时间游动，会直接导致测得的时间差分布展宽，即恶化时间分辨率。

(3) 如何消除幅度不一致带来的误差？

核心思想是：使定时点不依赖于信号幅度。常用方法包括：

1. 恒比定时

在信号上升沿上，检测其幅度达到峰值固定比例（如 50%）的时刻。该时刻几乎不随幅度变化，可有效抵消时间游动。

2. 过零定时

将信号成形为双极性波形，取其过零点作为定时点。过零点位置对幅度变化不敏感。

3. 数字波形处理

高速采集信号完整波形，采用数字恒比定时或最优滤波算法，离线或在线的幅度修正。

4. 时间-幅度修正

同时记录每个信号的幅度与到达时间，利用标定曲线对定时结果进行离线校正。

通过上述方法，可以消除朗道效应导致的信号幅度涨落对定时的影响，从而获得本征的时间分辨率。

