

第 1 题

(1) 什么是“符合”测试

符合测试是粒子 / 核探测中的信号筛选技术：设置一个时间窗口，当两个 / 多个探测器输出脉冲的时间差小于窗口宽度时，判定为符合事件并记录；否则舍弃信号。电路逻辑等效于带时间阈值的“与门”。

事件分为：

真符合：同一物理粒子 / 衰变产生的关联信号；

偶然符合：无关噪声、不同粒子恰好同时触发，属于本底干扰。

(2) 为什么要进行符合测试

压低本底噪声：单个探测器会被暗噪声、环境辐射随机触发；多个探测器同时被噪声触发的概率极低，符合筛选可大量剔除随机本底。

筛选有效物理事例：确定信号来自同一个粒子，排除无关随机信号，保证采集数据对应目标物理过程。

(3) 为什么测量时间分辨率必须用符合信号

时间分辨率描述探测器定时的不确定性，测量需要独立的时间参考：

单个探测器只有自身定时信号，无基准；

上下两层探测器被同一个粒子先后 / 同时击中，一层信号作为起始时间基准，另一层作为停止信号；统计大量事件的时间差 Δt ，其分布宽度即为系统时间分辨率。

没有符合筛选，无法保证两个信号来自同一粒子， Δt 无物理意义。

第 2 题

(1) 朗道效应

高能带电粒子穿过探测器介质时，能量沉积存在非高斯统计涨落：多数粒子沉积能量接近平均值，但少量粒子会产生很大的能量损失，分布呈现长右尾，该现象称为朗道效应。

直接后果：同一类粒子打在探测器上，输出脉冲幅度差异巨大；幅度变化会带来定时偏差（时间游走 Time Walk），干扰时间分辨测量。

(2) 消除信号幅度不一致（朗道涨落导致）带来的定时误差

硬件方案：恒比定时 CFD

不使用固定电压阈值触发，而是取脉冲峰值的固定比例（如 30%）作为定时点。定时

时刻仅和脉冲波形形状相关，几乎与信号幅度无关，从硬件层面抑制 Time Walk。

数字校正方案（波形数字化后离线修正）

采集每个事件的脉冲幅度与时间差 Δt ;

拟合 $\Delta t \sim$ 幅度 A 的关联函数（线性 / 非线性）;

对每个事例用拟合公式修正原始时间差，消除幅度相关的系统偏移。

事例筛选辅助

限制信号幅度区间，剔除朗道尾部极端能量沉积事例，减小校正区间，但会损失统计量。

综合最优方案：CFD 硬件定时 + 离线数字二次校正，最大程度消除朗道能量涨落带来的幅度 - 时间关联误差。

第 3 题

