

问题 1

什么是符合测试?

在粒子物理探测中,符合测试是一种基于时间关联性的信号筛选技术:只有当所有信号在预设的时间窗口(纳秒 皮秒级)内同时到达,电路才输出一个有效脉冲,判定为同一物理事件;若信号时间差超出设置的时间窗口,则判定为无效事件(如噪声 本底)

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,

从物理本质上讲,其实是在区分“关联”与“非关联”事件,粒子物理实验的目标是探测同一物理过程产生的粒子,这类事件的探测信号是关联的,而本底噪声是非关联的。符合测试通过设置时间窗口,将真实事件筛选出来

为什么时间分辨率测量要用符合信号?

探测器时间分辨率,定义为:同一瞬时入射的粒子,被探测器记录到的到达时间的统计弥散,通常用时差分布的半高全宽(FWHM)表征。时间分辨率是探测器自身的计时不确定性,单独一个探测器没有对比基准,无法实现测量,必须借助双探测器符合信号。

符合测量利用物理同源零时差双信号做基准,用两路时间差分布宽度表征系统时序抖动,既能滤除噪声、精准分解各部件误差,又是贴合实际工作状态的标准标定方法,因此是时间分辨率测量的标准方案。

问题 2

什么是朗道效应?

带电粒子穿过介质时,通过库仑作用不断电离、激发原子,把动能传递给介质。每一次碰撞损失的能量大小、碰撞间隔距离都是随机的,一段固定厚度介质内总沉积能量不是定值,围绕平均值上下起伏,这一统计涨落称为能量沉积涨落。对于薄探测器而言,碰撞次数有限,少数大能量转移的碰撞,这种涨落可以用朗道分布描述

如何消除信号幅度不一致带来的误差?

信号幅度不一致会造成前沿定时出现时间行走误差
常有如下手段消除信号幅度不一致带来的误差:

恒比定时甄别

不采用信号幅度的固定阈值触发,而是对信号的固定比例(如峰值的 20%)进行定时,从原理上消除信号幅度变化带来的定时偏差。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

过零定时

把单极性脉冲整形为双极性脉冲,利用信号穿过零电平的时刻触发。过零点位置和脉冲幅度无关,同样能抑制时间行走。

幅度-时间修正

先标定:用不同幅度的标准信号,测出幅度—时间偏移对应关系,做成修正曲线/表格。
实测时,读出每个事件的脉冲幅度,查表算出偏移量,再把原始时间值补偿校正,逐个修正误差

重心定时（数字）

对脉冲积分求波形重心位置作为时间标记，重心位置对幅度变化敏感度很低。

选用快成形电路压缩脉冲上升沿

幅度不一致带来的时间行走误差，根源是脉冲上升沿有斜率：幅值小的脉冲，电压爬到固定甄别阈值需要更长时间；幅值大的脉冲很快越过阈值，两者出现时间差。

快成形电路的作用是把脉冲上升沿变陡、上升时间大幅缩短，在相同幅度差值下，阈值穿越的时间差距被显著缩小，直接减弱行走效应。

设上升沿近似线性： $V(t)=kt$ ， k 为上升斜率，阈值电压 V_{th}

到达阈值时刻： $t = \frac{V_{th}}{k}$

1. 斜率小（慢上升）： k 小，小幅信号幅度变化一点， t 变化很大；
2. 斜率大（快成形陡上升）： k 变大，同样幅度波动对应的时间 Δt 会同比减小。

简单说：上升沿越陡，幅度变化对触发时刻的扰动越小。

问题 3

