

恒比定时单道分析器

薛缪栋 方一泓

(中国科学院上海原子核研究所)

本文介绍对具有成形网络的核放大器输出的宽脉冲有良好定时性能的恒比定时单道分析器。用时间常数为 $0.4\mu\text{s}$ 的 $CR-(RC)$ 成形脉冲,幅度从 10V 变到 1V ,定时移动小于 $\pm 1\text{ns}$ 。

一、引言

很多核物理实验,在进行能量测量的同时还必须测定产生对应被测能量事件的时间信息。为获得好的能量分辨率,从探测器来的讯号需经放大器放大成形,因此输给脉冲幅度分析器的讯号一般较宽(从几 μs 至几十 μs),且对探测器产生的初始讯号有一定的延迟。但只要在讯号放大成形过程中没有进行非线性处理(限幅、切割等),讯号脉冲的形状和延迟时间与脉冲幅度是无关的,因此仍能从此讯号中获取对应事件的时间信息。

在单道分析器中获取时间信息的方法有脉冲前沿定时和恒比定时。由于进入分析器的讯号脉冲经放大成形,上升时间较慢,前沿定时随讯号幅度变化将产生较大的时间移动。而恒比定时是测量脉冲到达对应其峰值恒定比值之点的时间,原则上可以做到定时与脉冲幅度无关。恒比点可以选在前沿或后沿。如选在前沿必须在定时线路中接入适当延迟线使恒比点延迟至脉冲峰值出现之后。由于放大器中的成形时间常数变化范围很宽,此延迟线必须作相应改变。当放大器工作在大成形时间常数,需要采用延迟时间大的延迟线,制作和使用都不方便。本文介绍的恒比定时分析器恒比点选在脉冲后沿的二分之一峰值高度处,不需要用延迟线。改变放大器成形时间常数不需要更改定时线路的参数,操作简便。

本单道分析器在上道反符合方法上作了些改进。在已往单道分析器中为了实现上道甄别器被触发时的反符合,上道甄别器的触发状态需用单稳态或双稳态线路保存下来^[1]。单稳态的持续时间需大于分析脉冲的宽度,用双稳态在分析结束之后必须将其复位,因此有一定死时间。在本分析器中用TTL的D型触发器实现反符合(图1)。一旦上道甄别器被触发,直接将D型触发器复位,而不必用单稳态或双稳态将其触发状态保存下来,就可完成上道甄别器的反符合,无死时间。最高计数率主要受上下道甄别器翻转速

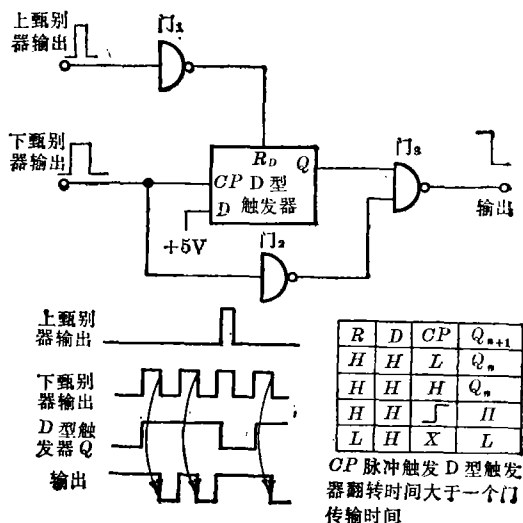


图1 用D型触发器完成反符合

度的限制,这样的分析器可以处理较高计数率的输入脉冲。

二、工作原理

图1所示反符合线路只有在下道甄别器有输出而上道分析器无输出的条件下D型触发器的Q变为高电平,在下道甄别器输出回复到低电平时通过与非门2、3在输出端产生一个负向跳变讯号。如上道甄别器有输出,则经与非门1使D型触发器复位,Q变为低电平,在下道甄别器输出回复到低电平时输出端无负向跳变讯号产生。可用反符合线路输出的负向跳变讯号触发死时间足够小的单稳态线路获得分析器的输出讯号。利用TTL集成电路D型触发器(如TO76或TO77)和二输入四与非门(如TO65)组成的反符合线路可以工作到10MC/sec以上。

在图2中的反符合线路增加了一个由恒比甄别器控制的输入端和一个由与非门组成的RS触发器。由RS触发器的输出取代图1中的下道甄别器输出讯号。当下道甄别器和恒比定时甄别器都被触发,RS触发器的输出变为高电平,而它回复到低电平的时刻仅取决于恒比定时甄别器输出讯号的后沿。在此恒比定时甄别器输出讯号的后沿,即被分析脉冲的后沿到达二分之一峰值高度的时刻,因此图2中输出端的负向跳变不仅表示有一个输入脉冲的幅度落在上下道甄别阈值之间,而且还给出了这个脉冲产生的时间信息。

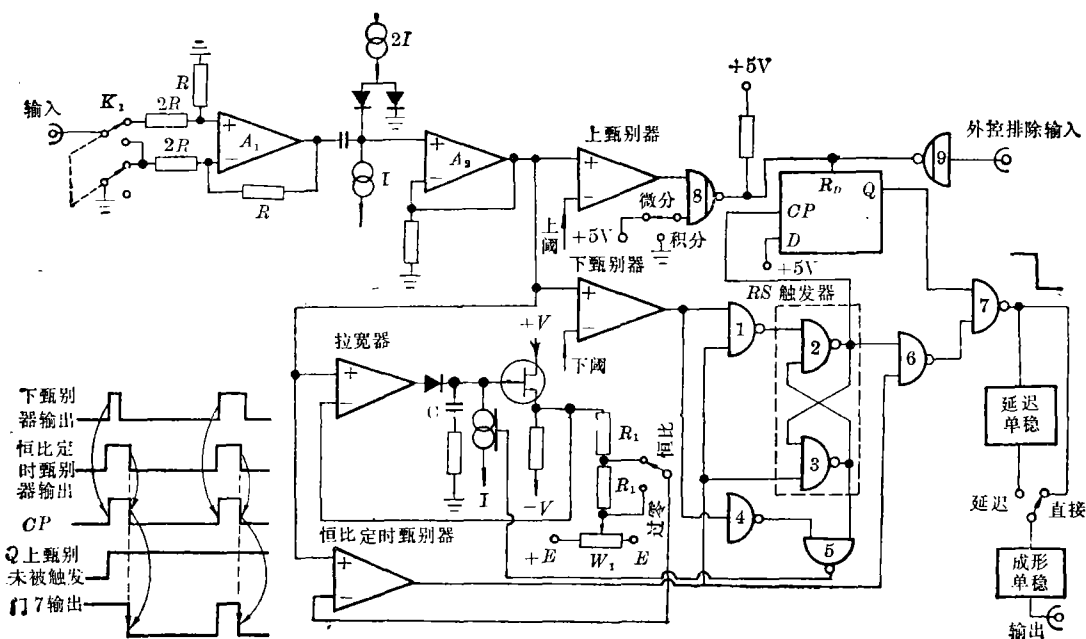


图2 恒比定时单道方框图

三、线路

恒比定时单道分析器的整体方框图示于图2。由于采用集成电路电压比较器作为上下道甄别器,“+”“-”输入端之间的击穿电压略大于6V,所以分析器中第一级是增益为1/2的放大器

1) 脉冲峰值拉宽器和定时甄别器

实际采用的定时甄别器示于图3中。为了减小定时随输入脉冲幅度变化所产生的移动, 定时甄别器应具有尽可能快的翻转速度。采用分离元件组成的甄别器(如图3所示)可获得比集成电路电压比较器更快的速度。图2中的电位器 W 是用来调节1/2衰减器的参考电位, 以此校正定时甄别器的失调电压, 减小因输入脉冲幅度变化而引起的定时移动。当输入脉冲是双极性时, 可将开关选在过零定时, 此时定时甄别器输出负向跳变是在输入脉冲的过零点。

D_2
2DW7C

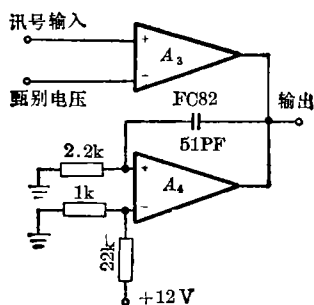


图 4 上下道甄別器

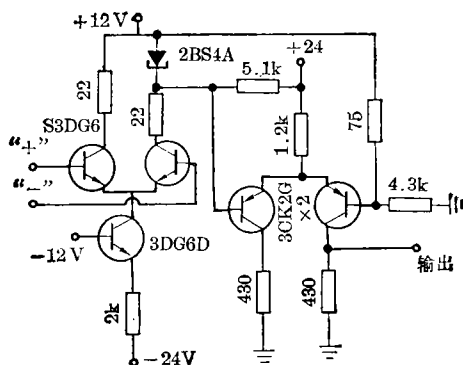


图 3 定时甄别器

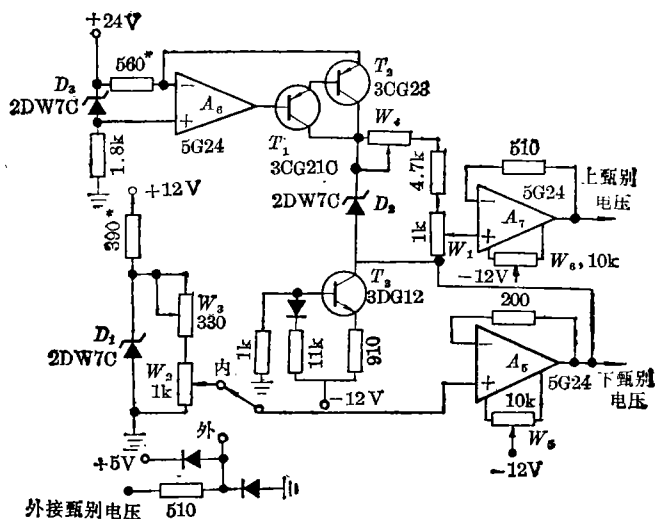


图5 上下道甄别电压

2) 上下道甄別器及上下道甄別电压^{[2][3][4]}

1980年第6期

公共输出反馈到 A_4 的“+”输入端构成正反馈,提高甄别器的电压分辨率。因正反馈加到 A_4 的输入端, A_3 的输入讯号和甄别电压均可从低阻抗源获取,减小偏流引起的误差,改善甄别阈值的精度。

上下道甄别电压由图 5 所示的线路供给。因输入脉冲经放大器 A_1 幅度衰减一半,甄别阈 0 至 10V 对应下甄别电压为 0 至 5V。为了能配上线性扫描电压发生器、计数率计、X-Y 记录仪作自动描谱,下甄别电压可接外部输入电压。当接内部甄别电压时,基准电压由稳压管 D_1 提供,下甄别电压由螺旋电位器 W_2 调节。 W_3 为下道甄别阈满刻度校正。用 W_5 调整运算放大器 A_5 的失调电压来校正下道甄别阈值的“零点”。为提高道宽的均匀性,上道甄别电压是将道宽电压直接叠加在下道甄别电压上。道宽电压由稳压管 D_2 提供。为使该管电压不随下甄别电压而变化,工作电流由 D_3 、 A_6 和三极管 T_1 、 T_2 组成的恒流源供给。道宽由螺旋电位器 W_1 调节。 W_4 校正道宽满度。用 W_6 调节 A_7 的失调电压来校正零道宽。

在本分析器中为便于测量系统调整,输出定时讯号可经延迟单稳态延迟适当时间(图 2)。延迟时间连续可调。外控排除讯号由堆积脉冲排除器输入。每当出现堆积脉冲,输入一个正脉冲,使 D 型触发器复位,禁止分析器讯号输出。去除因脉冲堆积而造成幅度和时间测量的差错。

四、测试结果

根据上述线路安装了五台恒比定时单道分析器,并进行了测试。将脉冲发生器输出的矩形脉冲经具有 $CR-(RC)^4$ 成型的主放大器成形的钟形脉冲送分析器。当放大器的时间常数取 $0.4\mu s$,输出脉冲幅度从 10V 变到 1V,分析器输出讯号的时间移动小于 $\pm 1ns$ 。用滑移脉冲发生器测得道宽为 1V,甄别电压从 0.5V 至 10V 的范围内道宽均匀性好于 0.1%。当延迟单稳态不接入,分析器输出脉冲宽度为 $0.2\mu s$,双脉冲分辨时间小于 $0.3\mu s$ 。

参考文献

- [1] E·科瓦斯基,核电子学,原子能出版社,1970年,第173页。
- [2] R. Bayer, *Electronics*, 46, 25, 114 (1975)。
- [3] R. Bayer, Proc. 2nd ISRA Nuclear Electronics Symposium, 1975, P.93。
- [4] C. A. B. Correia etc, *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, NS-25, 1, 59 (1978)。

(1980年3月31日收到)

Constant fraction timing single channel analyzer

Xue Liu-dong

Fang Yi-hong

(Shanghai Institute of Nuclear Research, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

This paper deals with a timing SCA which has good timing characteristics for pulses from nuclear shaping amplifiers. With $0.4\mu s$ $CR-(RC)^4$ shaping pulses, while their amplitudes change from 10V to 1V, the timing walking is less than 1ns.