

速度跟踪式同步机的研制和应用

杨业敏

(1983年11月13日收到)

速度跟踪式同步机是一种新型的多功能仪器。它可以自动跟踪某些物理现象,解决实验的准确同步问题。它具有极强的抗干扰性能,可以在强电磁场干扰的恶劣条件下工作。它可以应用到闪光X射线同步照相、高速摄影、电测等各个领域,在传统的同步方式不能满足实验要求的情况下,获得令人满意的测试结果。

一、问题的提出

为了解决穿甲机理研究等一类实验的X光同步照相问题,我们在研制数控脉冲式X光同步机⁽¹⁾的基础上,设计制做了等待式X光同步机⁽²⁾。应用等待式X光同步机进行穿甲机理研究的X光照相实验时,采用传统的等待式同步方式—飞行的弹头先接通触发靶,经过预置的延迟时间后,同步机指令X光机闪光拍照。其预置的延迟时间是

$$t = \frac{S}{V}$$

其中

S 是触发靶到欲观察实验现象(或靶)间的距离。

V 是弹速。

为了准确地捕捉到实验现象,必须

1. S 和 V 是已知的。
2. S 和 V 的误差不允许超过实验要求的精度。

由于距离 S 不难从机械上保证其精度,所以,实验成功的关键取决于弹速 V 。如果弹速 V 不知,或与预估的值偏差较大,实验就难以进行或得到令人满意的结果。

速度跟踪式同步机就是为了解决弹速不定情况下的X光同步照相问题而设计的。它的基本原理是:测量弹速,再以测定的弹速自动调整延迟时间,给出同步讯号,达到实验的准确同步。

二、原 理

在欲观察的实验现象(或靶) P 前设置两个触发靶 A 和 B , 并取靶 A 到靶 B 的距离 S , 和

靶 B 到实验现象 (或靶) P 的距离 S_2 相等, 如图 1 所示

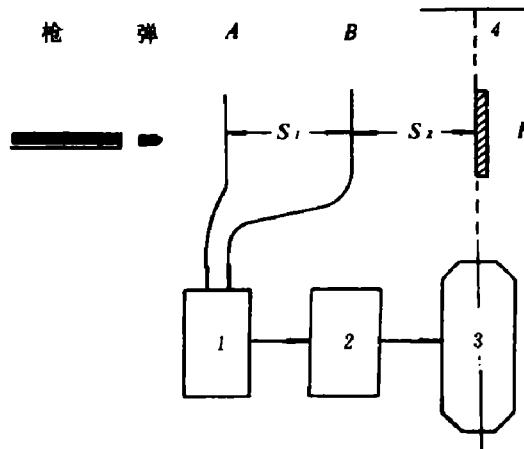


图 1 跟踪式穿甲 X 光照相实验装置示意图

- 1. 速度跟踪式同步机
- 2. 等待式 X 光同步机
- 3. MX-1000 脉冲 X 光相机
- 4. X 光底片

假设子弹速度 V 在实验段的飞行过程中保持不变, 则有

$$V = \frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2}$$

其中

t_1 为子弹飞过 S_1 所需时间。

t_2 为子弹飞过 S_2 所需时间。

由于实验前已保证 $S_1 = S_2$, 由上式知, 必然 $t_1 = t_2$ 。测定 t_1 , 则能在 $t = 2t_1$ 时刻捕捉到欲观察的实验现象。实验的完成与子弹的速度 V 无关。

基于上述实验方案而设计的速度跟踪式同步机, 原理框图见图 2, 其工作原理简述如下

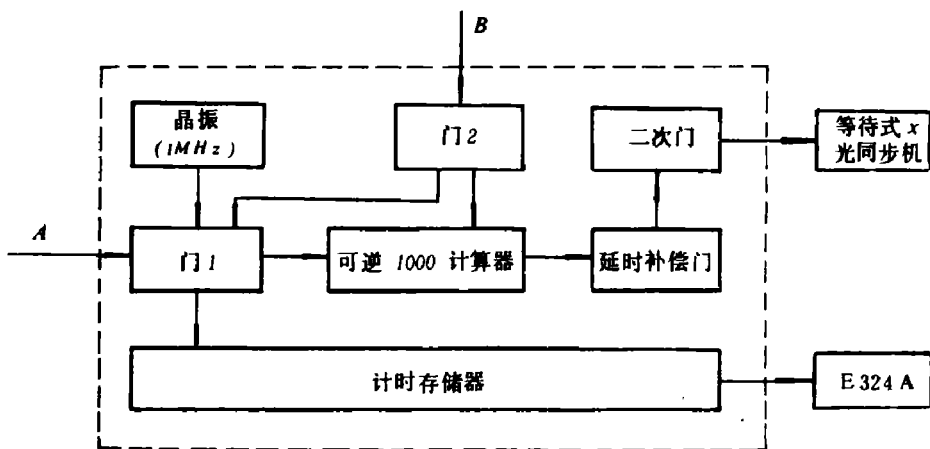


图 2 速度跟踪式同步机原理简图(虚线内为速度跟踪式同步机)

当靶A接通时,晶振讯号(1MHz)经门1进入可逆1000计数器,它从零开始正向计数(加法计数)。经时间 t_1 后,靶B接通,门1闭锁,晶振讯号(1MHz)经门2进入可逆1000计数器,它开始反向计数(减法计数)。如果等待式X光同步照相系统没有延时,则当可逆1000计数器反向计数回到零时,计数讯号将通过延时补偿器(此时为零)和二次门,启动等待式X光同步照相系统闪光拍照。显而易见,拍照的时刻恰好是靶A接通后两倍 t_1 时刻,拍照的影象即是我们需要观察的实验现象。

等待式X光同步照相系统包括等待式X光同步机、X光机触发器、X光机本体诸环节。各环节均有延时,它们的延时势必影响X光闪光拍照时间后延。为此,在速度跟踪式同步机中设置了“延时补偿器”和“二次门”线路,它们的作用分述如下:

调节“延时补偿器”的补偿时间等于等待式X光同步照相系统的总延时,假定为 Δt 。则当可逆1000计数器由零正向计数(加法计数)到 t_1 ,再由 t_1 反向计数(减法计数)到 Δt 时,计数讯号通过“二次门”启动等待式X光同步照相系统拍照。速度跟踪式同步机总同步(延迟)时间为 $(2t_1 - \Delta t)$,这样,就补偿了等待式X光同步照相系统的延时。

“二次门”线路可以防止可逆1000计数器由零正向计数到 Δt 时,同步机发出误启动讯号,保证速度跟踪式同步机同步(延迟)时间为 $(2t_1 - \Delta t)$ 。

弹速的测量由计时存储器完成,实验完成后,再从存储器中取出数据。考虑到实验需要和仪器的通用性,计时存储器将用多通道型式。

速度跟踪式同步机的同步误差为 ± 2 (晶振周期),测速误差为 ± 1 (晶振周期)。

速度跟踪式同步机采用了光电隔离、一点接地、去耦滤波、多层屏蔽等多种抗干扰措施,以保证仪器可靠稳定运行。这些内容已在“数控脉冲式X光同步机的研制和应用”⁽¹⁾和“穿甲过程的X光照相技术”⁽²⁾两篇文章中详细介绍,此处不再赘述。

三、应用实例

我们应用速度跟踪式同步机和等待式X光同步照相系统配合,拍摄标准穿甲弹入靶姿态的瞬态X光照片。要求在弹头着靶瞬间拍照。多次重复实验,均获得了较为理想的瞬态X光照片。图3是其中的一张。实验中速度跟踪式同步机同时测得弹速为 $901m/s$ 。

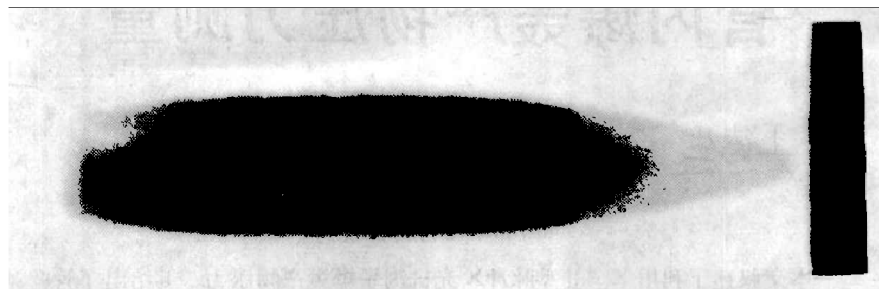


图3 标准穿甲弹着钢靶时的姿态

在速度跟踪式同步机研制和应用过程中,曾得到刘小苹、孙庚辰、黄良佐、袁长春诸同志大力协助,特此表示感谢。

参 考 文 献

- (1) 杨业敏、金辉, 仪器仪表学报, 1(4)(1980), 104.
(2) 杨业敏等, 穿甲过程的脉冲 X 光照相技术, 中国科学院力学研究所报告(1983).

THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE VELOCITY-FOLLOW-UP SYNCHRONIZER

Yang Yemin

Abstract

A new multifunctional device to fulfil the synchronization requirement accurately is introduced. Its good anti-interference quality assures perfect performance under the condition of a very strong electro-magnetic field. The satisfactory result of the X-ray photography experiment verifies the possibility of its application in high speed photography and electrical measurements while the conventional synchronization methods become invalid.

管内爆轰产物压力测量

王德生 李延年 马松合 石功勋 姚静娟

(1983年12月30日收到)

本文叙述了利用 X-II 型脉冲 X 光机测量爆轰产物压力, 并给出了管壁某一位置处开始发生断裂时刻的爆轰产物压力值, 结果表明, G. I. Taylor 断裂条件基本上是正确的。

一、前 言

金属圆管在管内炸药爆轰作用下, 管壁发生变形和断裂。管壁贯穿断裂的条件最先由