

# 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<sup>(1)</sup>的基础上,设计制做了等待式X光同步机<sup>(2)</sup>。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<sub>2</sub>相等,如图1所示

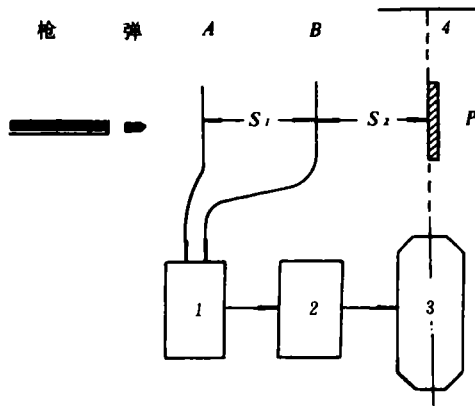


图1 跟踪式穿甲X光照相实验装置示意图

- 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<sub>1</sub> 为子弹飞过S<sub>1</sub>所需时间。

t<sub>2</sub> 为子弹飞过S<sub>2</sub>所需时间。

由于实验前已保证S<sub>1</sub> = S<sub>2</sub>, 由上式知, 必然t<sub>1</sub> = t<sub>2</sub>。测定t<sub>1</sub>, 则能在t = 2t<sub>1</sub>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

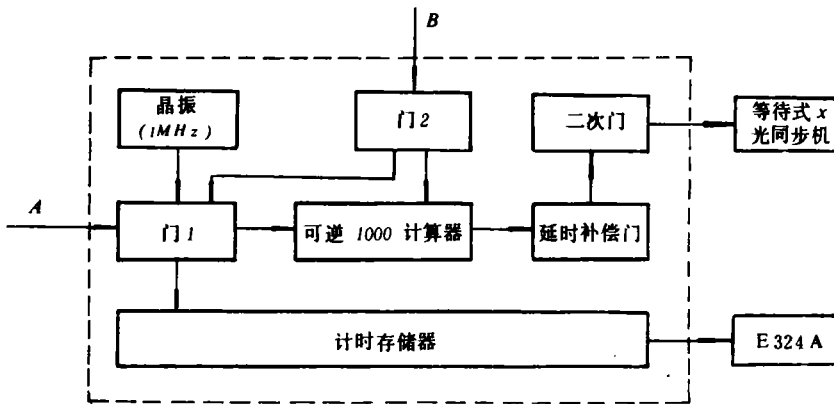


图2 速度跟踪式同步机原理简图(虚线内为速度跟踪式同步机)

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 $\Delta t$ 。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 $\Delta t$ 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 $\Delta t$ 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 $\pm 2$ (晶振周期),测速误差为 $\pm 1$ (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”<sup>(1)</sup>和“穿甲过程的X光照相技术”<sup>(2)</sup>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 $901\text{m/s}$ 。

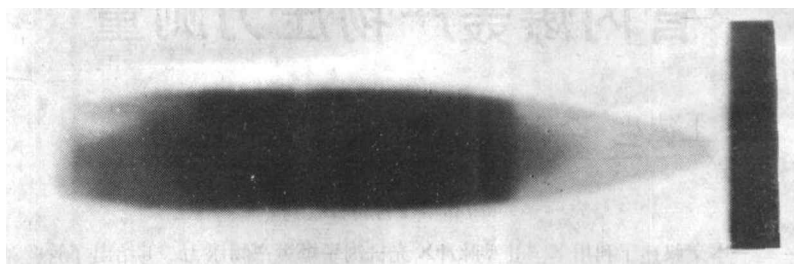


图3 标准穿甲弹着钢靶时的姿态

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- $\beta$  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