

# 闪光X射线长幅摄影技术及初步应用

李延年

(西南流体物理研究所)

**摘要** 本文介绍了对特定条件下的闪光X射线摄影技术所作的改造及其在聚能装药等爆表实验中拍摄2 m幅长的X射线照片的应用情况。

**关键词** 闪光X射线摄影术; 聚能装药射流。

## 1. 引言

为了通过观察和测量聚能装药产生的射流在大炸高(炸药装置与靶板之间的距离)内的运动状况和计算有关参数,以便判定聚能装置的性能,提出了拍摄2 m幅长的闪光X射线照片的测试实验问题。我们从现用的闪光X射线机等固有设施的实际出发,对往常的测试技术作了一些改造,达到了预期目的。

## 2. 闪光X射线测试技术的改造

### (1) X-II型闪光X射线机的改装

对高速运动现象的长过程拍摄闪光X射线照片的方法,视研究对象、使用设备的不同而异。我们的目的是使三次闪光X射线机机组中的每一台都能拍摄出2 m幅长的照片,以满足对实验的观察研究要求,为此,首先需要具备两个条件,一是能够利用较大的X射线发射锥角,二是能够有适宜的照象距离。根据我们用的1 MV, 50 ns的X-II型闪光X射线机机组及实验的情况,需在10 m以外才能拍摄出如此长幅面的照片。但X射线因衰减将满足不了照相的要求,为此我们采用了加长X射线管以将“闪光X射线源”引出的方法。

X射线管的加长是利用两端带有法兰的 $\phi 200 \times 1600$  (mm)的钢管与原连续抽气式真空室相联接,阳极杆用加长的 $\phi 25$  (mm)铝管。加长后的阳极杆总长度近1.8 m,为克服其顶端的下垂,设计了一种使阳极杆根部具有一定仰角的阳极杆座(该仰角既可调节又能保持调节后的角度为固定值),保证了阴、阳极的正确位置(图1),因而可以防止钨针偏心导致X射线剂量的降低。

加长了的闪光X射线管在原工作条件不变时,能够避免脉冲高压在传输过程中的短路问题,实现正常的X射线输出。

改造后的闪光X射线机的输出特性,经测量,其X射线闪光波形(半高宽)无明显变化,剂量有所降低,在 $35^\circ$ 锥角范围内剂量的不均匀性使底片的曝光量存在一定差别,但通过暗室技术,可得到黑密度较一致的底片。

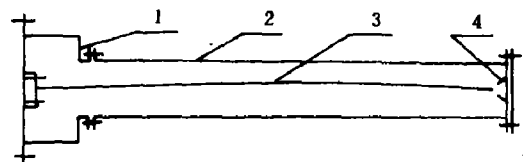


图1

1. 原真空室 2. 加长管 3. 阳极杆 4. 阴极

的不均匀性使底片的曝光量存在一定差别,但通过暗室技术,可得到黑密度较一致的底片。

针对闪光X射线源引出后的特点,在光栏(或称准直体)的设计上,必须使其具有足够的厚度和合理的“狭缝”尺寸,以避免重叠曝光和透射曝光。

此外,拍摄2m幅长照片的测试实验时,所要求的闪光照象时间是较长的,则在控制迴路里改用延时范围为1ms的脉冲延迟器后,可满足一般实验对闪光照象时间的要求;在对闪光照象时间的实时监测方面,从计数器的启动到停止的讯号间隔不会超出其量程,故数字化的时间监测技术依然适用于此。

### (2) 照象接收技术的改造

根据实验要求,要解决这样几个问题:

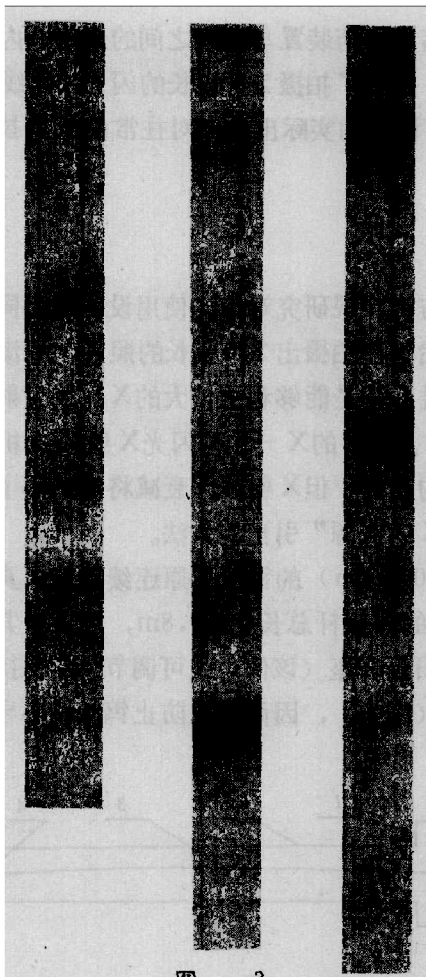


图 3

拍摄时间: 左—179.8 $\mu$ s  
中—195.0 $\mu$ s 右—205.33 $\mu$ s

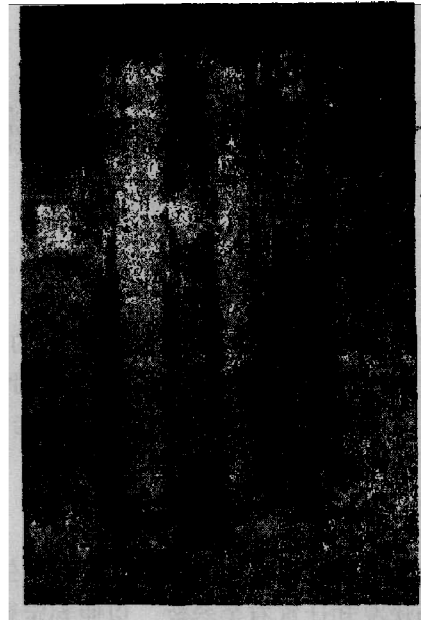


图 2

第一,观测对象的运动方向和拍摄方法。为适应我们的固有设施,确定了以竖直为运动方向,并使底片与闪光X射线机对应地进行拍摄。同时,应用比较通用的底片、增感屏组合进行照象。我们设计了2m长“落地式照象架”(图2),它可以比较灵活地安排照象距离,合理地利用图象放大系数和充分地利用底片有效长度,有益于提高图象质量。

第二,照象器材及使用方法。我们的出发点是,能够通过市购解决照象器材,并能够在普通暗室里完成底片冲洗工作,所以2m幅长的照片是由若干短幅拼接而成的,特别是需要放弃通常的X射线暗盒,以免相邻短幅连接处有较长的间断。而以暗袋加夹板固封取代暗盒,照片间隙2mm左右,对图象的完整性未发生明显影响。

第三,照片的拼接。对实验结果作定量处理时,需要在实验时于照片上同时拍摄出一套标记,以便准确地将短幅照片连接起来。

### 3. 闪光X射线长幅摄影的实验应用

利用改造后的闪光X射线摄影系统,作了聚能装药的爆轰测试实验。拍摄了炸药被引爆后产生的射流在2m炸高内的照片(图3)。由于图象放大系

数为1.4左右，所以长射流不能全部纳入有效长度为1.94m的底片内，因而舍弃了射流根部的一部分。

通过闪光X射线测试实验，可以观察、研究射流的形成和发展过程，射流的运动姿态和断裂情况。

另一类测试实例是，对具有金属壳体的柱形装药，观测壳体膨胀速度和破片飞散速度问题。在实验中，测出了壳体膨胀速度、破片飞散速度与时间的关系曲线。

对实验装置采取一定的屏蔽措施，限定其破片飞出角，以控制进入底片所对应的X射线照射范围的破片数量时，能够较好地防止破片图象的重叠（图4）。利用从三个不同角度拍

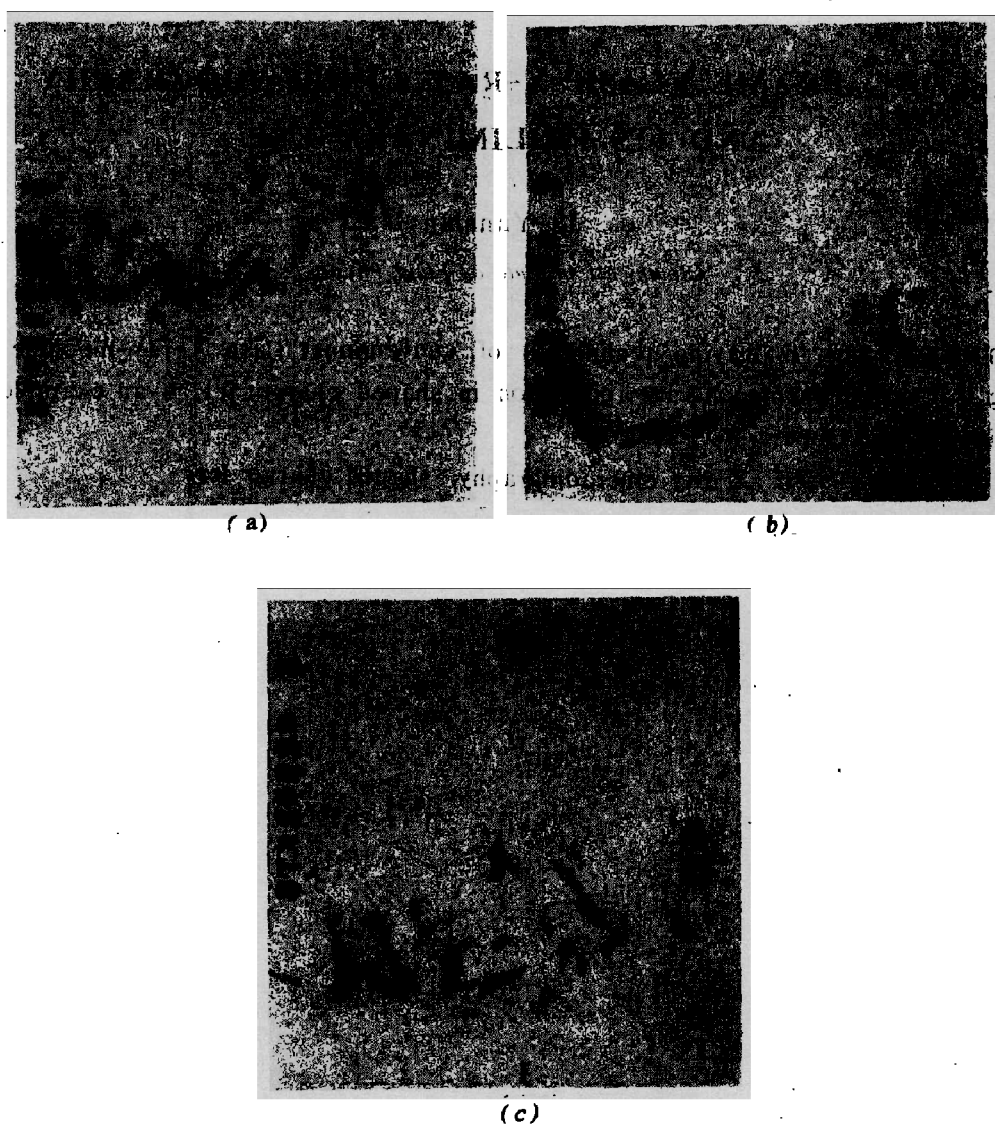


图 4

拍摄时间： a—95.28 $\mu$ s b—110.40 $\mu$ s c—125.18 $\mu$ s

摄的破片照片，通过图象处理技术，可以判读出破片的形状、尺寸和质量，并由此对破片的

总数及其分类作出推算。

#### 4. 结 语

经过上述技术改造,使拍摄照片的幅面有了很大的灵活性,照象距离和图象放大系数可视实验要求择优选取,闪光照象时间可在 1 ms 或更长的时间内连续调节,因而增强了闪光 X 射线摄影技术的应变能力,为在科研和生产等更广阔的领域里发挥作用创造了条件。

对参加本实验工作的全体同志,致以谢意。

## LONG FRAME FLASH X-RAY CINERADIOGRAPHY AND ITS PRILIMINARY USE

Li Yannian

*(Southwest Institute of Fluid Physics)*

**ABSTRACT** The madifying techniques of conventional flash X-ray mechine for taking 2 m length frame and its application in shaped charge jet as an example are descrided in this poper.

**KEY WORDS** flash X-ray cineradiography, shaped charge jet.