

X-RAY DIFFRACTION STUDIES ON LIMESTONE AFTER SHOCK LOADING

Chu Yucheng

Abstract

Limestone samples were explosively shocked up to 9.9, 14.0 and 23.0 GPa recovered respectively and the recovered samples were analysed with Y-2 type X-ray diffractometer. The calcite (104) characteristic reflection plane was chosen for analysis while $2\theta = 28^\circ 30' - 30^\circ$. The results show that there is a close relationship between the shock pressure and the characteristics of the diffraction pattern of the X-rays. The deformation of calcite (104) characteristic reflection plane is sensitively related to shock pressure. It indicates that X-ray technique is an effective means for analysing the deformation of shocked calcite (limestone).

高速纹影技术在爆轰实验中的应用

黄 福

(1983年2月3日收到)

本文描述了简单纹影装置的原理及其特征。介绍了纹影仪与转镜式高速相机结合时应满足的条件,给出适用于爆轰实验的纹影仪光学系统。最后,应用简单纹影装置和高速纹影仪分别拍摄了雷管的爆炸过程、取得了较好的结果。

一、引 言

在空气动力学和风洞实验中,为了显示流场密度变化,冲击波阵面和尾流等,阴影纹影技术是一种可靠而有效的方法。

在爆轰物理实验中,广泛应用狭缝扫描和分幅摄影技术。随着科研工作的发展,对光测技术不断提出新的要求:提高分幅图象的质量、测量弱空气冲击波速度、连续测量薄飞片的瞬时速度、显示冲击载荷下自由面的物质喷射等。根据上述要求,结合爆轰实验的一些特点(实验装置置于场外、大药量、远距离等),发展了高速阴影纹影技术。

在大药量爆轰实验中,为了提高分幅图象质量,测量所需数据,采用了简单纹影摄影技术。

高速扫描阴影纹影摄影技术,它把扫描相机的高时间分辨率和阴影纹影系统对透明介质折射率变化的高灵敏度结合起来,因而可以定量测量比较弱的空气冲击波速度^[1]。为了测量

薄飞片的瞬时速度,可采用带放大系统的高速扫描阴影纹影系统。

高速阴影纹影摄影技术,扩展了扫描和分幅相机的应用范围,同时又提高了仪器显示流场的灵敏度。从而为爆轰物理、电爆实验和等离子体诊断提供了有效的测试技术。

二、简单纹影摄影技术^[2]

在高速阴影纹影摄影中,若采用透射或反射式平行光系统,由于实验装置要放在第二阴影纹影镜的焦距以内,而且阴影纹影镜的焦距又比较短(约几米)。这样,实验装置到阴影纹影仪的距离受到限制,因而不能满足实验要求。对于大药量爆轰实验,实验装置需要放在离仪器较远的距离。这时可以采用简单的纹影装置。图1给出简单纹影装置的原理图。照明光源1经聚光镜2聚焦在狭缝3上,由狭缝3发射的光线,经透镜4会聚,并经相机前物镜6和场镜7聚焦在相机第一分幅光兰8上。实验装置5位于透镜4的会聚光束中。相机对实验

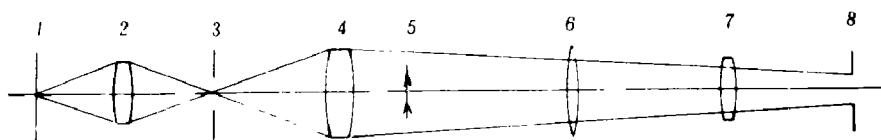


图1 简单纹影装置原理图

- | | | |
|---------|-----------|---------|
| 1. 照明光源 | 2. 聚光镜 | 3. 狭缝 |
| 4. 透镜 | 5. 实验装置 | 6. 相机物镜 |
| 7. 相机场镜 | 8. 第一分幅光兰 | |

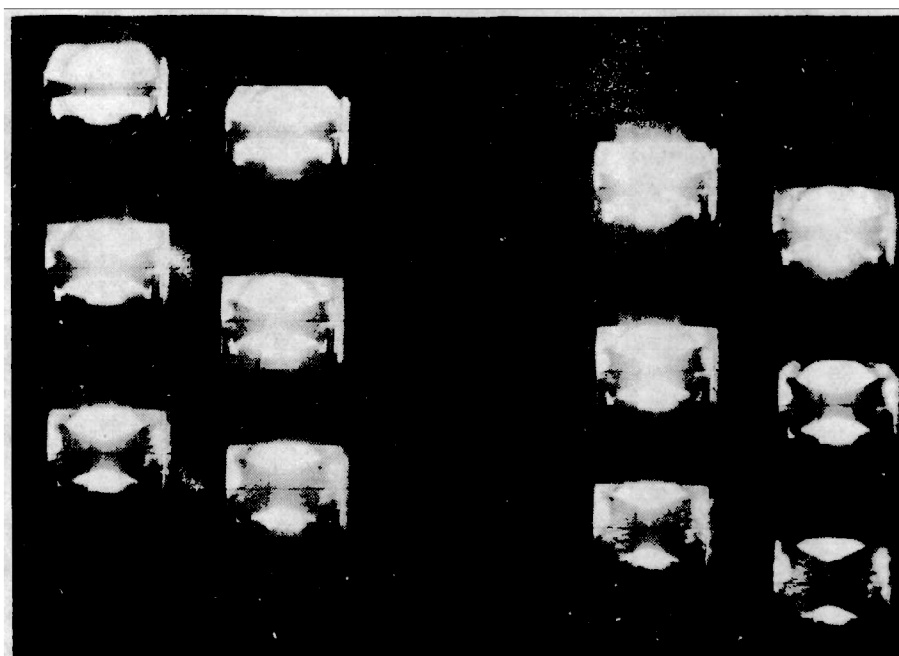


图2 爆炸管动态张角的照片

装置5瞄准,并成像在摄影底片上。

在这种系统中,最重要的是使狭缝3和相机第一分幅光兰8共轭。因为分布在第一分幅光兰上的任意光线,均会均匀地分布在象面上,成为纹影图象的光亮背景。光兰8起着纹影刀口作用。

由于爆炸光源1经聚光镜2和透镜4会聚后,可以改善光源照度的不均匀性,并提高分幅象面上的照度,改善图象的对比度。这样,在分幅象面上就可以得到一个均匀照明的亮视场,在此背景上,即可呈现出物体的清晰轮廓和边缘的精细结构。

我们应用简单纹影装置,分别与ZFK—250型高速摄影机以及同时扫描和分幅相机结合,拍摄了雷管的爆炸过程、金属弹丸的飞行状态和运动速度、MK—2装置爆炸管的动态张角等,都取得了较清晰的图象。图2是用同时扫描和分幅相机拍摄爆炸管动态张角的照片。相机转速为27万转/分,摄影频率为180万幅/秒,幅间间隔为 $0.56\mu s$ 。

由爆炸管的一系列分幅照片可以测出:1.不同瞬间的动态张角(管子在膨胀过程中张角基本不变,约为 16.7°);2.对碰瞬间和对碰后不同瞬间的动态张角。3.不同瞬间爆炸管的膨胀速度,其中中心区的膨胀速度约为 $2.7\text{mm}/\mu s$;4.从起爆到对碰瞬间约为 $7.3\mu s$ 。

三、高速纹影摄影技术

1. 高速纹影仪(即640型纹影仪与同时扫描和分幅相机结合)^[3]

当640型纹影仪与同时扫描和分幅相机结合工作时,应满足下列两个条件:

- 1) 被摄物体应该在相机的底片上成这样一个象,它的全尺寸应当接近于相机的画幅尺寸;
- 2) 位于刀口平面的纹影仪的出射光瞳应当用附加透镜成像在相机的入射光瞳平面内,此时,纹影仪出射光瞳象应当分布在第一分幅光兰的窗口上。

根据实际需要,我们对640型纹影仪光学系统做了一些改动。图3是640型纹影仪与同时扫描和分幅相机结合的光学系统示意图。照明光源1经聚光系统2和5聚焦在狭缝6上,狭

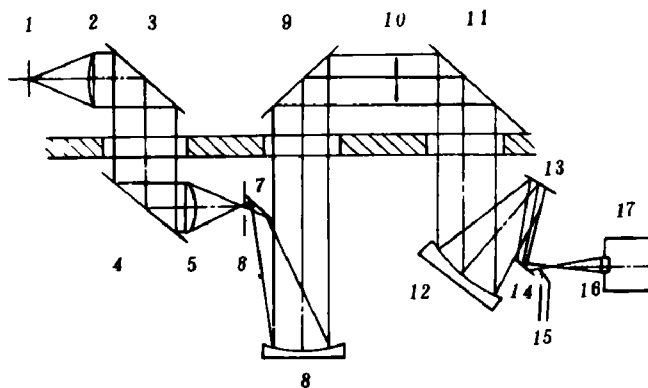


图3 640型纹影仪与同时扫描和分幅相机结合的光学系统图

- | | | | |
|-----------------------|----------|----------|--------|
| 1. 照明光源 | 2、5. 聚光镜 | 6. 狭缝 | 15. 刀口 |
| 8、12. 纹影反射镜 | 10. 实验装置 | 16. 附加透镜 | 17. 相机 |
| 3、4、7、9、11、13、14. 反射镜 | | | |

缝6位于纹影反射镜8的焦平面上,从纹影反射镜8出射的是一束平行光,经反射镜9、11折转,由纹影反射镜12聚焦在刀口15上,刀口15位于纹影反射镜12的焦平面上。然后由附加透镜16和相机场镜聚焦在第一分幅光兰上。

实验装置10位于纹影反射镜12的焦平面上,通过纹影反射镜12和附加透镜16成像在相机第一次象面上,然后经过物镜、转镜和排透镜成像在底片上。

2. 雷管爆炸过程的研究

应用图3的实验装置,采用氩气弹照明光源,拍摄了雷管的爆炸过程。图4(a)是得到的分幅照片,图4(b)是图4(a)第12幅象的放大照片,图5是同时得到的扫描照片。同时

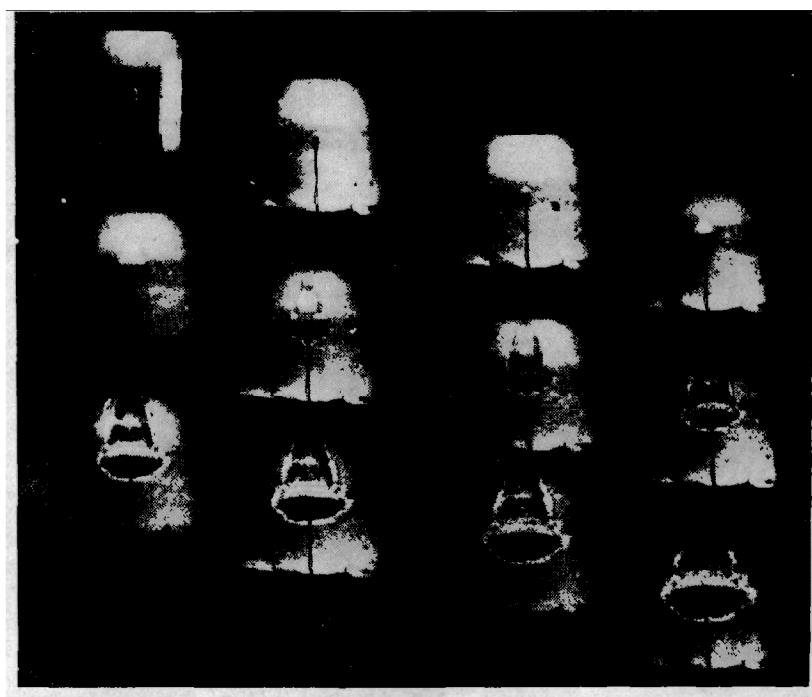


图4(a) 雷管爆炸过程的照片

扫描和分幅相机的转速为6万转/分,摄影频率为40万幅/秒,幅间间隔为 $2.5\mu s$,扫描速度为 $2.76 mm/\mu s$ 。由照片可以清楚地看出,雷管管壳的膨胀情况和爆轰产物的扩展情况。在下边带管壳碎片的产物和上边的爆轰产物间有较明显的界限。在爆轰产物不断向外扩展过程中,逐渐加热中部气体,使产物中部形成一团高压气体,并且这团气体随着产物不断向外扩展。同时在爆轰产物的外缘,观察到明显的阵面。

图6是用简单纹影装置拍摄的雷管爆炸过程。相机转速为27万转/分,摄影频率为180



图4(b) 图4(a)第12幅象的放大照片

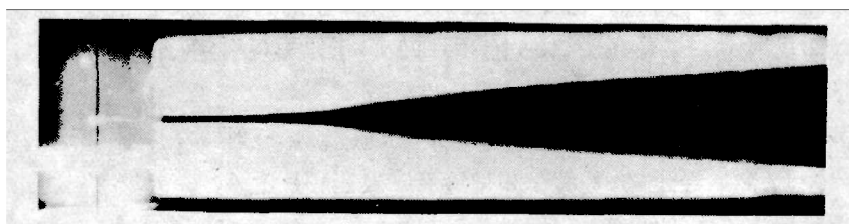


图 5 雷管爆炸过程的扫描照片

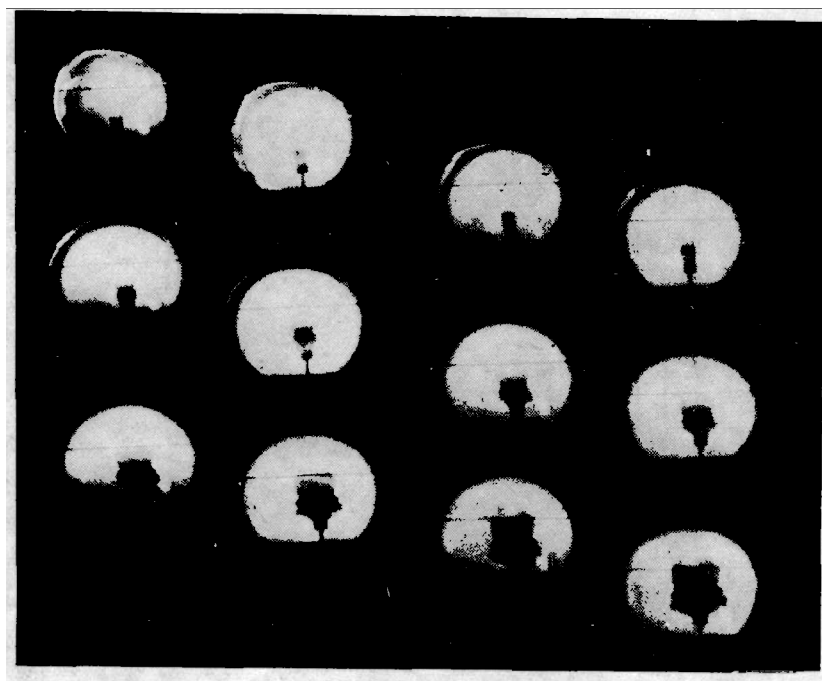


图 6 雷管爆炸过程的照片

万幅/秒,幅间间隔为 $0.56\mu s$ 。虽然图 6 每幅象的曝光时间只是图 4(a)每幅象曝光时间的 $1/5$,因为曝光时间越短,现象前沿的移动而引起底片上的象移越小,图象应该越清晰。但是,由于简单纹影装置本身的灵敏度低,因而不能显示爆轰产物外缘的明显阵面和爆轰产物内部的高压气体。

四、结 论

通过实验,确定了适用于爆轰实验的不同纹影装置。解决了纹影装置与同时扫描和分幅相机、ZFK—250 型高速摄影机等的结合问题,从而为爆轰实验提供了一种有效的测试设备。同时利用高速纹影仪进行了雷管爆炸过程的研究,证明这种仪器适于爆轰场地应用,并具有较高的灵敏度。

参加实验工作的有马绍根、罗晓林同志。工作中得到谭显祥同志指导和帮助,谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] Bennett, F. D., *The Phys. of Fluids*, 5(1) (1962), 102.
- [2] Bagley, C. H., *Proc. 6th Int. Cong. High-Speed Photogra.*, (1966), 84.
- [3] 杜鲍维光 A. C. 著, 高速流逝过程摄影记录, 科学出版社 (1976), 295.

APPLICATION OF THE HIGH-SPEED SCHLIEREN TECHNIQUE FOR DETONATION EXPERIMENTS

Huang Fu

Abstract

The principle and characteristics of the simple schlieren apparatus are described in this paper. The conditions needed for the joint of the schlieren instrument with the high-speed rotating mirror camera are also introduced. A typical optical system of the high-speed schlieren instrument for detonation test is illustrated. Finally, with this instrument, the detonating process of electrical initiators is recorded very well.

RJ系列乳化炸药的生产与应用

孙建鼎

(1983年1月16日收到)

乳化炸药是一种新型发展的工业炸药。它具有许多优点: 生产成本低, 防水和生产工艺简单。本文介绍了昆阳磷矿生产的RJ系列乳化炸药的理化性能, 生产工艺和应用实例。

乳化炸药,也叫乳胶炸药。这是70年代国内外迅速发展起来的一类新型抗水工业炸药,它是通过使氧化剂水溶液的细液滴,均匀分散在含有分散气泡或空心玻璃和塑料微球的油相连续介质中,形成一种油包水型的乳胶体炸药。昆阳磷矿在长沙矿山研究院及昆钢八街铁矿的协助配合下,利用原有厂房和设施,只用了18天时间安装了乳化炸药生产设备,并投入试生