

用高速摄影技术观测金刚石钻进碎岩过程

陈玉田

(东北工学院)

概述了在钻进试验台上,用NAC16HD型高速摄影机连续记录金刚石钻头或金刚切削刀刻取玻璃、大理岩等的工作过程。通过钻进脆性与塑性材料的摄影资料对比,对金刚石破碎岩石的规律获得了新的认识。

运用高速摄影技术研究金刚石钻进过程,是一种有效的方法和手段。由于金刚石钻进时,钻头运动速度高,金刚石粒度细,所以,用肉眼难于直接观察到岩石的破碎过程。国内在这方面还停留在观察破碎后果的研究阶段,即在刻岩的金刚石工具破碎岩石后,再对刻岩工具和岩面刻痕变化进行测量分析,对破碎岩石的过程则难以掌握,因而影响着人们对金刚石钻进岩石机理的进一步认识。而高速摄影技术,以时间间隔为微秒和微微秒级的胶片,记录下岩石破碎运动的全过程,为研究工作提供重要的技术资料。

一、高速摄影设备及装置

试验所用高速摄影机系日本NAC16HD型,是一种棱镜补偿摄影机。该机主要性能如下:

1. 胶片规格: 16毫米标准胶片
2. 片容量: 30米、120米
3. 画幅尺寸: 7.4×10.4 毫米² (全画幅)
 3.7×10.4 毫米² (半幅画)
 1.8×10.4 毫米² (1/4画幅)
4. 拍摄频率: 100~8000幅/秒 (全画幅)
200~16000幅/秒 (半幅画)
400~32000幅/秒 (1/4画幅)
5. 胶片有效相对孔径: F/2.5
6. 动态分辨率: 60对线/毫米以上
7. 取景检焦器: $9.5 \times$
8. 同时可记录拍摄目标和示波图像
9. 附有同步装置等

为了拍摄方便,又便于调整焦距及相机与被摄体的距离,可自行设计相机固定座,然后将该座再固定在试验台溜板箱的下刀架上(照片1)。这样,就可以使相机前后左右随意调整,使用起

来很方便,并且很牢固。

所用光源是南京特种灯泡厂生产的功率200瓦的三只卤钨灯,在灯泡的后面加反光镜,前面加透镜,使散射光变为聚集的强光。

所用胶片为保定第一胶片厂生产的16毫米HD—6型胶片。开始阶段由辽宁电视台帮助冲洗考贝,现在由自己冲洗。

二、试验条件和方法

试验工作在金刚石钻进试验台上进行。摄影机所拍摄的内容是用金刚石钻头(及试棒)钻取光学玻璃、有机玻璃、大理岩的工作过程。所用微型钻头和试棒如照片2所示,均由无锡钻探工具厂制做。

由于钻头的直径只有20毫米,单颗粒金刚石试棒的尖部直径仅2毫米左右,视野很小,难以拍照,所以在物镜与相机间加上了近拍装置。

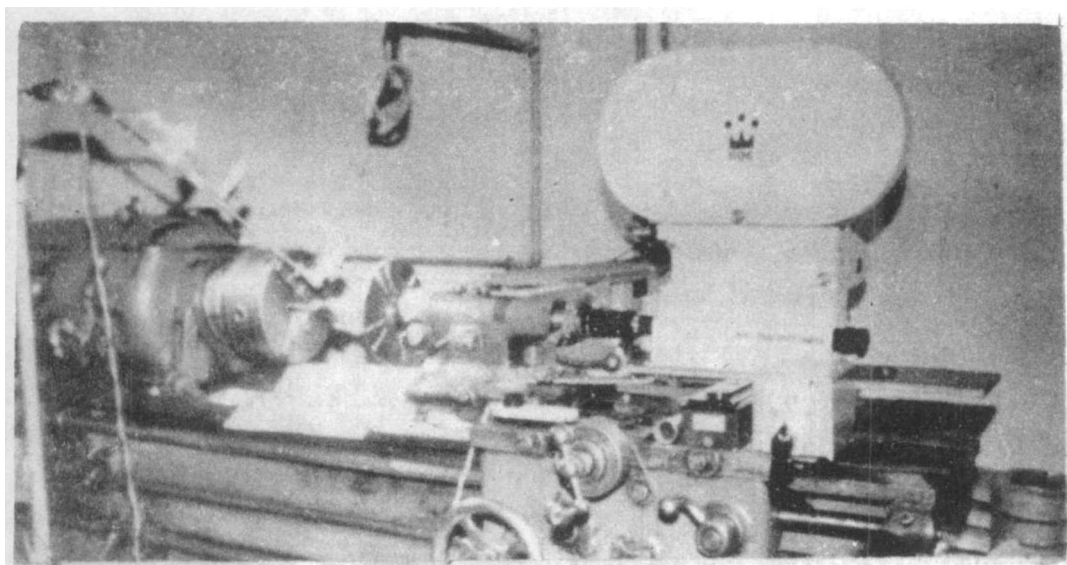
拍摄频率应根据需要进行选择,一般按下式决定:

$$R = MV \cos \theta / Kd \text{ (幅/秒)}$$

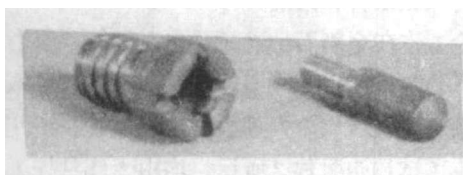
式中, M —摄影倍率; V —事件的运动速度(毫米/秒); θ —事物运动方向与胶片间的角度; K —摄影机快门常数; d —胶片画面模糊量(毫米)。

由于被拍摄的对象是连续重复发生的现象,可不必考虑摄影机与现象同步问题。如果拍摄对象是瞬息万变或瞬间即逝的现象,那么,摄影机与现象同步就是关键问题。

摄影方法如图1所示。微型金刚石钻头(2)被牢固地夹在试验台卡盘(1)上,光学玻璃块(3)被夹在薄壁导向筒(4)的夹头上,薄壁导向筒(4)只能沿轴线方向移动,不能回转。当加载导向系统(5)施加在薄壁筒尾部一定载



照片 1 带摄影的试验装置外貌



照片 2 微型钻头和试棒

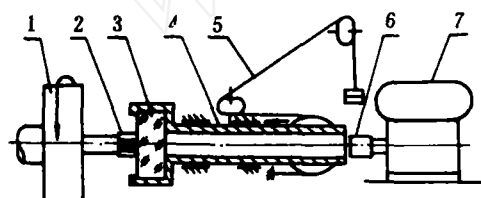


图 1 高速摄影试验装置示意图

- 1—卡盘；2—微型金刚石钻头；3—光学玻璃；
4—导向筒；5—加载导向系统；6—摄影机镜头；
7—高速摄影机

荷时，导向筒向前移动。这时，有一个稳定的轴压力，通过光学玻璃块，作用在微型金刚石钻头上，只要卡盘（1）旋转就可以钻进。摄影机镜头（6）通过导向筒的内孔，对准微型金刚石钻头顶与玻璃接触的部位拍摄，结果如照片3所示。

图2是另一种拍摄方法。这时，光学玻璃（2）被夹在试验台的卡盘（1）上，单粒金刚石试棒（3）被夹在导向杆（4）的夹头上。所

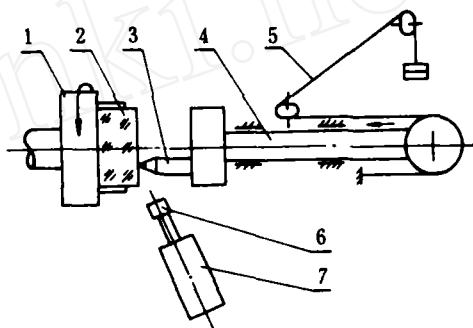
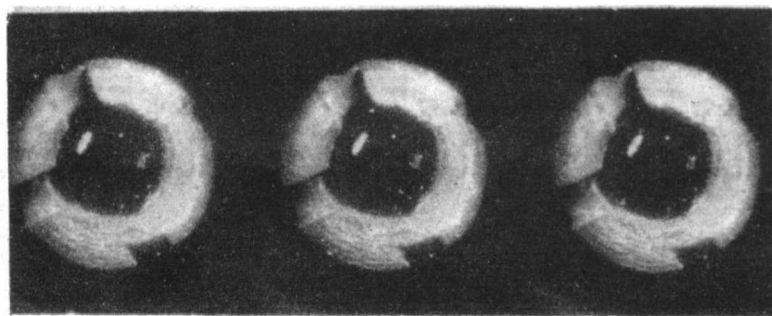


图 2 侧向摄影装置示意图

夹的位置应是偏心的，其偏心距离根据需要而设计。导向杆只能沿轴线方向移动而不能回转。当加载导向系统施加在导向杆尾部一定载荷时，导向杆向前移动。这时，有一个稳定的轴压力，通过单粒金刚石作用在光学玻璃块上。只要卡盘旋转，单粒金刚石就可以在玻璃块上刻划出一个圆圈，摄影机镜头（6）从侧面，对准金刚石颗粒与玻璃块接触的部位拍摄。照片4、5、6都是采用这种方法拍摄的。

三、试验结果

分析放映胶片所用设备，是日本NAC·DF—16B型16毫米胶片分析放映机。该机使用方便，可以每秒24幅的速度连续放映，也可以低速放映，还可一幅一幅地进行观察，并且可以倒放，使破碎过程再恢复原状。



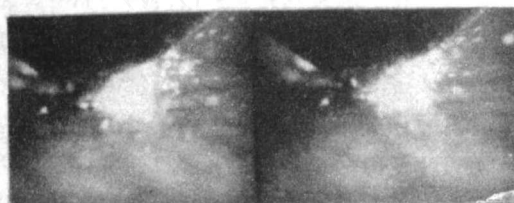
照片3 钻头钻进光学玻璃的正向照片



照片4 单粒金刚石刻取光学玻璃照片



照片5 单粒金刚石刻取有机玻璃照片



照片6 单粒金刚石刻取大理石照片

通过放映影片,可清晰地看见脆性物体在金刚石作用下的破碎过程和规律,以及脆性物体和

塑性物体在破碎过程中的差异(照片4、5、6)。经过资料的整理和分析,对金刚石碎岩机理有了一些新的认识。

四、结束语

用高速摄影技术研究金刚石钻进过程,是生动活泼的,不失为一种有效的方法。它可以直观地进行研究,如需进行定量分析,可借助于判读仪器获得其他测试方法无法得到的可靠数据。高速摄影技术在金刚石钻进研究领域中的应用有广阔的前途。本试验研究仅是初步尝试,今后还需深入开展工作。

参加本专题研究的有费寿林、张景芳、单宋智、王汉生同志。

参考文献

- [1] 乔亚天:《光学补偿高速摄影》,北京,科学出版社,1984年
- [2] 屠厚泽等编译:《金刚石钻进及其试验研究论文集》(二),地质出版社,1981年
- [3] 陈玉田:地质与勘探,1986,第1期,第65~69页

A Study on the Regularity of Rock Fragmentation in Diamond Drilling Using High Speed Photographic Technology

Chen Yutian

(Northeast Institute of Technology)

Abstract

A high speed camera (of NAC16HD model, mounted on a drilling test stand) has been used to get a continuous record of the whole working progress for a diamond bit or cutter drilling in organic glass, marble and other materials. Through analyses of these photographic data of drilling in brittle and plastic materials, a new understanding of rock fragmentation by diamond drilling is acquired.