

研究简报

冲击加载石灰岩形变的X射线分析

褚玉成

(1983年2月11日收到)

我们使用炸药透镜对石灰岩样品实施冲击加载,冲击加载的压力分别为: 9.9、14.0、23.0 GPa。把回收的样品用Y-2型X射线衍射仪进行分析。衍射分析选择 $2\theta = 28^\circ 30' \sim 30^\circ$ 之间的方解石(104)特征反射面衍射峰。其结果表明冲击峰值与方解石(104)特征反射面衍射光的特征间具有密切关系。方解石(104)特征反射面衍射峰的形变对冲击峰压的响应是敏感的, X射线技术对受冲击方解石(石灰岩)形变的分析是一个行之有效的手段。

冲击波在围岩介质中的传播是地下核爆炸重要现象之一。由于冲击波作用,在地下核爆炸所形成的空腔外围几米、十几米甚至几十米范围,围岩介质受到挤压、挫动和破碎。为了研究距核装置不同距离岩石介质所遭受冲击波峰压和破坏程度,建立冲击波峰压与材料形变的相互关系,预先须进行一系列模拟试验,以便将模拟样品与核爆炸后收集的样品进行比较,从量级上间接确定距核装置不同距离的冲击波峰值。

我们这次分析的样品是实验室冲击加载的石灰岩,样品是由北京工业学院采用平面波发生器法(即炸药透镜)进行的,其冲击峰压分别为: 99、140、230千巴。

由于石灰岩样品中方解石的含量约占98%以上,因此,我们可以把石灰岩看作是由单一矿物——方解石组成的,分析时可直接使用石灰岩原样,不必进行选矿程序。

冲击加载石灰岩样品的X射线分析,是使用国产Y-2型X射线衍射仪进行的,实验条件为铜靶辐射,未滤波,接收狭缝为0.1毫米,发散狭缝和防扩散狭缝为 1° ,管电压30千伏,管电流15毫安,测角仪扫描速度为 $1^\circ/\text{分}$,时间常数为1,方解石选择 $2\theta = 28^\circ 30' \sim 30^\circ$ 之间的(104)特征反射面衍射峰,分析结果列如表1。

表1 方解石(104)特征反射面分析数据

样品号	0	7	3	5
压力(kb)	0	99	140	230
峰高(cm)	173	95	93	78
半高宽(cm)	2.5	3.8	4.3	5.0
峰高/半高宽	68.24	26.38	21.63	15.20

注:峰高、半高宽各栏中数值为平均值

X射线分析结果初步揭示了受冲击岩石中矿物的形变与冲击峰压值的密切关系。方解石(104)特征反射面衍射峰的峰高随着击波峰压的增加而降低(图1),而(104)特征反射面衍射峰的半高度的宽度随着击波峰压的增加而加宽;(104)特征反射面衍射峰的峰高与半高宽的比值随着击波峰压的增加而减小(图2),它们之间存在着一定关系。

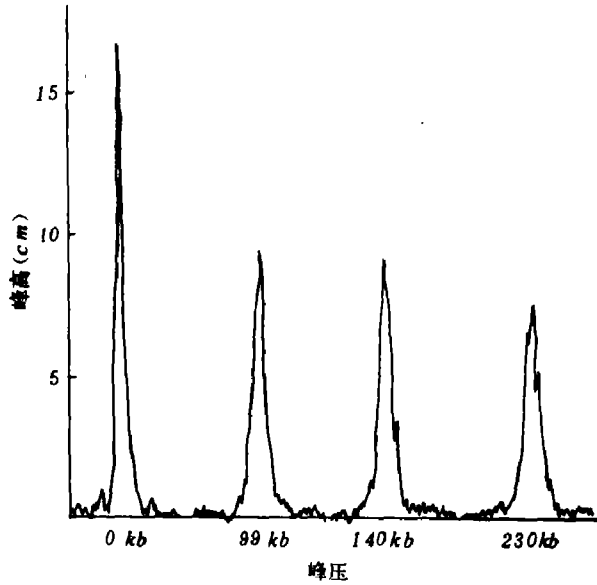


图1 方解石(104)特征反射面衍射峰

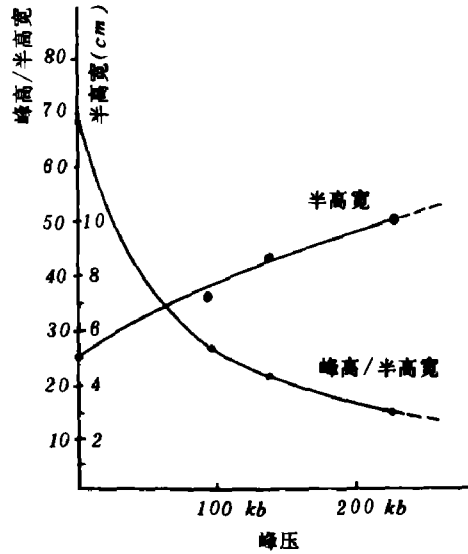


图2 方解石(104)特征反射面半高宽、峰高/半高宽与压力的关系

上述特征表现了固体晶质材料在一定的击波峰压冲击下,保存了永久性的和不可逆的形变特征,这种效应在晶体点阵中视为晶体点阵的多种畸变,例如晶面滑动,弯曲和扭转等,这些畸变被晶体的X射线衍射图样——衍射峰不同程度的降低和宽化表现出来。从冲击效果观察,在方解石晶体中,冲击加载使晶体内部产生压缩和拉伸,这就导致了晶体面网间距理论 d 值的减小和增大,因而,当X射线束在晶体中衍射时,受到变化的 d 值晶面簇,使衍射的图样发生变化。虽然,在晶体点阵中,晶体本身的理论 d 值不变,但这种变化的 d 值在某些微观区域内(几个晶粒或晶畴范围内)缩短或伸长,使点阵中原子排列的规律性受到破坏,致使晶面不同程度地产生弯曲、滑动以及晶体中冲击微页理、镶嵌结构明显发育,这样,不同晶粒构成的同一 $\{h.k.l\}$ 晶面所显示的衍射峰不但高度降低,而且形状也发生宽化。

从上述分析结果可以看到,方解石对冲击峰压的响应是敏感的,利用X射线分析技术确定受载石灰岩中方解石的形变程度,可回推出遭受载荷的峰压值。

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