

来极大的不利因素。

地表剥离程度和深度同风化层的程度至少在本次试验有着密切的关系。地表风化层的存在,降低了岩体的抗拉强度(表3),因而在距爆心地面投影点附近(709°孔距爆心地面投影点40米左右)地表剥离厚度较大,远离爆心地面投影点剥离深度减少。这已被本次试验地震资料所证实。当然,他们之间的关系是十分复杂的,有待今后深入研究。

声波测井法对地下深处岩体稳定性的探测是一种值得推广应用的方法。

参加测试工作的还有李宁和吴国荣同志。

参 考 文 献

- (1) 谷德振, 岩体工程地质力学基础, 科学出版社(1979)。
- (2) 陶振宇, 岩石力学的理论与实践, 水利出版社(1979)。
- (3) 江汉石油学院测井教研室编, 矿场地球物理测井技术测井资料解释, 石油工业出版社(1981)。

OBSERVATION OF THE UNSTABLE ROCK MASS UNDER AN UNDERGROUND NUCLEAR EXPLOSION

Chu Yucheng

Abstract

This report describes the results of the pre-explosion and post-explosion sound wave velocity logging in the drill hole under an underground nuclear explosion. Elastic waves and mechanical parameters of rock mass are calculated with these results. The surrounding rock crack-loose range and the earth surface spall depth resulted from the nuclear explosion are determined. Then the safe buried depth of test is provided on an experimental geological basis.

地下核爆炸冲击波对围岩声速的影响

赵文瑞

(1985年5月10日收到)

本文给出了地下核爆炸爆后围岩样品声速测量结果。测量结果表明空腔以

外的围岩声速值由于冲击波的作用而降低。然而,距爆点38~40米/千吨^{1/3}以外,岩石的声速与爆前的平均值是一致的,即不受击波作用影响。岩石中发育的大量微裂隙导致岩石声速降低。据此,我们认为岩石样品声速测量对于研究岩石的爆炸诱发效应是有效的。

地下核爆炸岩体破坏效应的研究方法很多。超声测试是其中的有效方法之一。我们曾对一次竖井核试验和一次平洞核试验爆后的岩样做了超声速度(简称声速)测试。本文主要介绍这些测量结果。并对引起声速衰减的原因作了简单的分析。

一、测试点岩石及其特征

竖井式地下核试验的介质为黑云母斜长花岗岩。该岩石呈深灰色,细粒晶质结构,块状构造,岩性均一,致密坚硬。主要矿物成分,长石类矿物约占60%,石英约占27%,黑云母约占10%,此外还有少量白云母、黄铁矿等。平洞试验是在黑云母花岗岩中进行的。岩石为浅灰红色,粗粒结晶,似斑状结构,块状构造。主要矿物成分,长石类矿物约占60%,石英约占30%,其次为黑云母、角闪石、黄铁矿等。长石为半自形和自形结晶,正长石晶体较大,多成为岩石中的斑晶。

为了进行爆后地质效应研究,在竖井试验和平洞试验爆后进行了钻探取样。这两次钻探结果表明,在核爆击波使岩石产生破坏的区域内取出的岩芯,越靠近空腔壁岩石越破碎。竖井试验爆后距爆心比例距离10.8~12.1米/千吨^{1/3}的范围内岩石破碎得几乎取不出较长(5厘米)的岩芯,而且此处的岩石颜色变浅。显微镜下观察,石英颗粒破碎成网格状,微裂隙发育,黑云母发育扭结带。距爆心比例距离38米/千吨^{1/3}以外岩芯完整,与爆前无明显差别。

由于爆后围岩表现出越近空腔壁受击波作用越强烈,因此取样点的分布亦相应地越近空腔壁越密。竖井试验自距爆心比例距离102米/千吨^{1/3}开始取样,共19个取样点,制备测试岩样32块。平洞试验爆后自距爆心比例距离67.6米/千吨^{1/3}开始取样,开始基本上每10米取一个样点,至空腔壁附近逐渐加密,共取11个样点。

试验样品的加工都是用金刚石切割机将岩芯切成一定长度的毛坯,然后在金刚砂磨盘上将两端面磨平,并使其与岩芯轴线垂直。竖井试验爆后超声测试样品直径约5.5厘米,长5~9厘米。平洞试验爆后钻探采用金刚石钻进,岩芯直径为5.87厘米,将其切磨成长5~6厘米的岩样。全部测试样品均为风干状态。

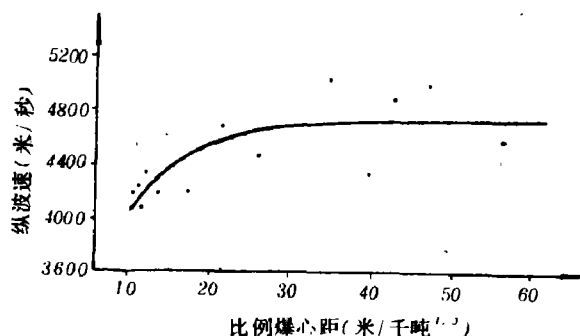


图1 黑云母斜长花岗岩 纵波速度与比例爆心距的关系曲线

二、岩样纵波速度测试及其结果

测试所用的仪器为5210型超声波速度测定仪。纵波换能器的频率为700千赫。测试时,岩样与换能器之间用黄油作为耦合剂。两次爆后岩样声速测试结果如图1~2所示。

图中横坐标为距爆心的比例距离,纵坐标为岩样的纵波速度。从图1可以看出,竖井试验爆后距爆心比例距离38米/千吨^{1/3}以外,岩芯声速与爆前基本一致,其平均纵波速度值为4743米/秒,从比例距离约38米/千吨^{1/3}向爆心方向,岩样声速值逐渐降低,距爆心比例距离约11米/千吨^{1/3}处,平均纵波速为4068米/秒,与38米/千吨^{1/3}以外纵波速相比降低了14%。

图2为平洞试验爆后黑云母花岗岩样品超声速度测试结果。图中可以看出,距爆心比例距离约40米/千吨^{1/3}以外,岩样声速值与爆前基本一致,其平均值为5151米/秒,自40米/千吨^{1/3}向爆心方向,岩样声速值逐渐降低,到距爆心比例距离16米/千吨^{1/3}处,平均纵波速为4402米/秒,比爆前降低了15%。

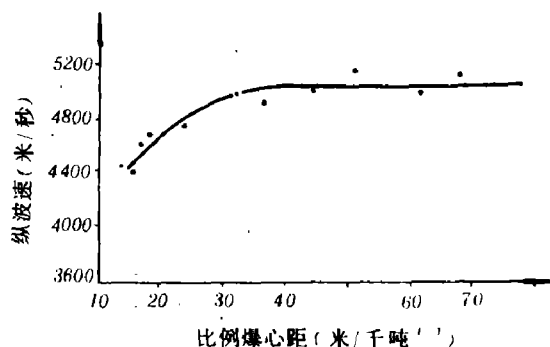


图2 黑云母花岗岩纵波速度与比例爆心距的关系曲线

三、结果讨论

从上述两次爆后岩样声速测试结果,可以看出一个共同的规律:即靠近空腔壁岩样声速降低,随着距爆心比例距离的增加,岩样声速值逐渐升高,至某个距离以外与爆前声速值一致。根据声速值的变化可以划出爆炸击波对岩石的破坏范围。竖井式核爆炸对黑云母斜长花岗岩的破坏范围可定为自爆室壁到距爆心比例距离38米/千吨^{1/3}左右,在这范围以内为永久变形区,这以外则为弹性区。平洞试验对黑云母花岗岩的破坏范围可定为自爆室壁向外至距爆心比例距离40米/千吨^{1/3}左右,在这范围以内为永久变形区(即破坏区),这以外则为弹性区。

岩石的声速值在工程地质领域,是评价岩石或岩体质量的重要参数。一般说来,岩石越致密,其声速值越高,反之孔隙裂隙越发育的岩石,声速值越低⁽¹⁾。地下核爆炸围岩在击波作用下,其压力超过弹性极限时便会产生永久的碎裂变形⁽²⁾,竖井试验爆后,曾将岩样切割成岩石薄片,在显微镜下做过微裂隙统计测量⁽³⁾。测量结果如图3所示。图中横坐标为距爆

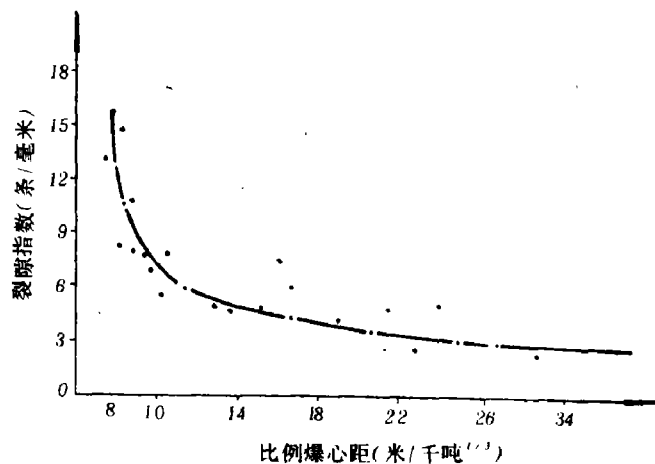


图3 受冲击石英裂隙指数与比例爆心距的关系曲线

心比例距离, 纵坐标为裂隙指数, 其数值越大表明岩石中的微裂隙越多。从图中可以看出, 近空腔壁岩石中的微裂隙特别多, 高出正常值5~6倍。向远离空腔壁方向, 微裂隙逐渐减少, 至某个距离以外则为岩石的本底值。这个测量结果与岩石声波速度测量结果所显示的规律是一致的。这正好说明由于击波的作用使岩石产生了微裂隙, 而微裂隙的发育导致岩样声速值的降低。

综合这两次声速测量的结果, 我们可以看出, 竖井试验声速值开始降低的位置, 在距爆心比例距离约38米/千吨^{1/3}处, 而平洞试验是约40米/千吨^{1/3}处。这说明根据岩样声速测量结果划定的两次爆炸后击波破坏范围是较接近的, 所以爆后岩样声波速度测试是自由场岩石爆炸效应研究的一种有效手段。

褚玉成、朱林同志参加了现场取样, 吴国荣同志参加了测试, 谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] 车太用等, 岩体工程地质力学入门, 科学出版社, (1983).
- [2] Short, N. M., Effects of Shock Pressure from A Nuclear Explosion on Mechanical and Optical Properties of Granodiorite. Journal of Geophysical Research, 71(4)(1966).
- [3] 朱 林, 私人通信, (1984).

EFFECTS OF SHOCK WAVES FROM UNDERGROUND NUCLEAR EXPLOSION ON SONIC VELOCITY OF SURROUNDING ROCKS

Zhao Wenrui

Abstract

Measuring results of sonic velocities of rock samples subjected to shock produced by underground nuclear explosion are given in this paper. Measurements show that the sonic velocities of surrounding rocks outside the cavity are reduced due to the action of shock wave inside some distance. However, sonic velocity of rock keeps the same preshot average value outside 38-40m/kt^{1/3} from the shot point. Lots of microcracks developed in the rock lead the sonic velocity reduced. Thus we think that measuring the sonic velocities of rock samples would contribute to study shock induced effects in rocks.