

爆破震动中萨道夫斯基公式及其修正公式的对比研究

娄云雷¹⁾, 陈建敏²⁾, 叶李胜¹⁾, 张碧龙¹⁾, 覃家琪¹⁾, 张永定¹⁾, 梁森荣¹⁾

1)中山大学地球科学系, 广州, 510275; 2)中国科学院广州地球化学研究所, 广州, 510640

爆破地震效应是由人类爆破活动引起的, 与天然地震相比, 爆破震动具有频率高、振幅大、衰减快等方面的特点。其震动效应虽然没有天然地震大, 但如不采取相应的防范措施, 也会对建筑物造成不良影响, 引起建筑物下沉、开裂、边坡失稳等情况, 对人民的生命财产造成威胁。因此, 为保证工程爆破时爆破区周围建筑物等的安全, 对爆破地震效应监测和研究, 采取有效的措施控制地震效应的强度, 减小地震效应的影响是很必要的(夏红兵, 2007)。

1 运用的原理

目前,我国多采用萨道夫斯基经验公式进行震动评价:

$$v = k \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^\alpha \quad (1)$$

即对质点振动速度通过萨道夫斯基公式进行拟合(翁春林, 2009)。公式(1)中的经验参数 k 、 α 可采用最小二乘法回归分析实测振速 v 、最大一段药量 Q 、测点距爆心的距离 R 得到。公式中各变量相互联系制约, 有时这些变量之间存在完全确定的函数关系, 有时又可能表现为某种不确定关系。这些相关因素不能严格从理论上推导得到, 只能根据实测资料用统计回归方法得到, 并求出适宜该场地爆破地震波传播公式。但对一些特殊地质环境下的爆破震动进行测试时, 由于各种因素对地震波传播的影响, 如果仍旧采用公式(1)进行回归拟合时将会引起较大的误差, 不利于对地震效应的正确评估, 所以采用修正的萨道夫斯基公式对质点的振动

速度进行拟合是很有必要的。在大量实践的基础上, 不同的萨道夫斯基修正公式被陆续提出。在爆源和监测点之间有较大高差的情况下, 对高程这一影响因素进行修正的萨道夫斯基经验公式(2):

$$v = k \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^\alpha \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{H} \right)^\beta \quad (2)$$

其中 v 为质点振动速度, cm/s ; k 为与爆破场地条件有关的参数; Q 为单段装药量, kg ; R 为测点到药包中心的距离, m ; H 为测点与爆心之间的高差, m ; α 为地震波衰减系数; β 为高程影响系数(陈士海, 2003)。

2 监测得到的结果

本文结合某矿山的实际爆破活动, 分别在现场进行了五次爆破地震监测, 在监测过程中, 为排除各段地震波的相互叠加而产生的影响, 以首响作为监测点的爆源点。五次检测到各震动点在 X 、 Y 、 Z 三个方向上的监测数据, 因为监测的重点是水平和垂直方向的振动速度, 所以在对数据分析时选择了在水平和垂直方向上的数据进行了收集整理。运用 Matlab 对收集到的数据进行处理, 并剔除了一些误差较大的点后, 进行线性回归可得到萨道夫斯基公式及其修正公式。

垂直方向上萨道夫斯基公式

$$v = 31.81266 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.4435}$$

水平方向上萨道夫斯基公式

注: 本文为广东省封开县安监局委托项目的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 刘恋。

作者简介: 娄云雷, 男, 1986 年生。在读硕士研究生。主要从事地质、岩土工程研究。674759586@qq.com。

$$v = 48.69675 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5416}$$

垂直方向上萨道夫斯基修正公式

$$v = 67.56161 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.7007} \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{H} \right)^{0.10966}$$

水平方向上萨道夫斯基修正公式

$$v = 23.24877 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.2933} \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{H} \right)^{0.16551}$$

3 结论和认识

(1) 在爆源和监测点之间有较大高差的情况下, 运用萨道夫斯基公式对质点振动速度的预测将会产生较大误差, 不能正确反映地震波的传播规律。此时, 运用萨道夫斯基高差修正公式对质点振动速度进行预测将能取得较好的效果。

(2) 同一种地质环境条件下, 质点振动速度在垂直方向和水平方向上具有不同的传播规律, 通过对不同规律的分析和研究将有利于加深对地震效应的认识。

(3) 当高差和药量一定时, 随着爆心距的增大, 地表质点的振动速度逐渐减小。在爆心近区, 质点水平方向上振动速度较大; 在远区, 则反之, 垂直方向震动速度较大。

(4) 当药量和爆心距一定时, 随着高差的增大, 质点振动速度逐渐减小。

(5) 当高差和爆心距一定时, 随着药量的增大, 质点振动速度逐渐增大。

参 考 文 献 / References

- 夏红兵. 2007. 爆破震动效应控制技术综合分析. 工程爆破, (2): 83~86.
 翁春林. 2009. 爆破振动及其控制技术的研究. 有色金属设计, (2): 5~8.
 陈士海. 2003. 爆破地震动研究现状. 爆破, (S1): 13~18.