

刘芳, 翟浩, 舒雷, 等. 黑岱沟露天煤矿抛掷爆破地方性震级与炸药量的经验关系[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 135-136. [LIU Fang, ZHAI Hao, SHU Lei, et al. The Empirical Relationship Between the Local Magnitude and the Explosive Quantity of the Throwing Blasting in the Heidaigou Open-pit Coal Mine [J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 135-136]

黑岱沟露天煤矿抛掷爆破地方性震级与 炸药量的经验关系

刘芳¹, 翟浩¹, 舒雷¹, 贾彦杰¹, 周煊超¹, 魏建民¹, 赵艳红¹,
苏日亚¹, 尚立坚¹, 戴怡茹²

(1. 内蒙古自治区地震局, 呼和浩特 010051; 2. 北京市地震局, 北京 100080)

The Empirical Relationship Between the Local Magnitude and the Explosive Quantity of the Throwing Blasting in the Heidaigou Open-pit Coal Mine

LIU Fang¹, ZHAI Hao¹, SHU Lei¹, JIA Yanjie¹, ZHOU Xuanchao¹,
WEI Jianmin¹, ZHAO Yanhong¹, SU Riya¹, SHANG Lijian¹, DAI Yiru²
(1. Earthquake Agency of Inner Mongolia Autonomous Region, Inner Mongolia 010051, China; 2. Beijing
Earthquake Agency, Beijing 100080, China)

关键词: 黑岱沟露天煤矿; 抛掷爆破; 地方性震级; 炸药量

Keywords: Heidaigou open pit coal mine; Throwing blasting; Local magnitude; Explosive quantity

中图分类号: P315.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0135-02

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.49

0 研究背景

黑岱沟露天煤矿是我国自行设计、自行施工的特大型露天煤矿。由于采用的高台阶抛掷爆破振动具有当量较大、烈度较大的特点, 给当地群众生产、生活带来较大影响。随着中国地震局对非天然地震震级速报震级由2.5级调整为2.0级, 开展炸药量与地方性震级间的关系研究, 控制抛掷爆破振动当量已成为摆在我们面前的重要课题。

长期以来, 爆破震级测定、当量估算、爆炸当量与震级之间的经验关系等, 一直是地震学研究的前沿。根据攀枝花铁矿、宁夏煤矿和河南钼矿等爆破资料, 获得了爆破的震级 M_L 与爆破当量间的经验关系^[1]; 利用远震P波震相数据测量了中强地震的能量震级 M_C ^[3]; 采用山西数字地震台网资料, 对矿山爆破、核爆破、工业爆破的当量进行了估算^[3]; 开展了朝鲜地下核试验的地震学观测方面的研究^[4]; 针对地下核试验当量的估算方法及其影响因素进行了综合分析^[5]。

收稿日期: 2024-06-08

基金项目: 准能集团黑岱沟科技创新项目(ZNKJ-2020-5)

作者简介: 刘芳(1963-), 女, 正高级工程师, 主要从事地震监测、数字化地震学和矿山地震监测等方面的工作。

E-mail: fnm88@163.com

1 研究方法

爆破地震是土中的爆炸作用过程中十分重要的动力学现象之一^[6]。根据工业爆破的经验,爆破产生的地震波消耗的能量仅占爆破总能量的2%~6%^[7]。

采用正交回归方法找到使得各测量点到拟合直线垂直距离的平方和达到最小的直线^[8-9]。其优势在于,它克服了单方向拟合、稳定性差的弊端,最终获得较好的拟合结果。

以OR表示正交回归方法,则有:

$$\text{OR } Y=A_3X+B_3 \quad (1)$$

方法通常采用Hesse表示^[10](Carroll, Ruppert, 1996),把两个变量都放在等号的右边,表示右边的两个变量都在变化:

$$P=n_xX+n_yY \quad (2)$$

式中, $P=B_3/q$, $n_x=-A_3/q$, $n_y=1/q$, $q=(1+A_3^2)^{1/2}$, $-n_x/n_y=A_3$ 。

选取矿山台网和内蒙古地震台网记录到的44次爆破资料进行地方性震级与炸药量间关系拟合。在煤矿的生产区域,由于煤层的厚度不同、煤层的走向不同,在不同的地点进行爆破,同样的炸药量爆破测定的震级有一定的差别,从而使得同一震级所对应的炸药量差别也较大。因此,对同一震级对应的不同炸药量取平均,将8个点的平均炸药量与震级之间关系,使用正交回归方法,拟合得到平均炸药量 $\lg Y$ 与震级 M_L 间的经验关系(式3、图1)。相关系数为0.92,置信区间: $M_L 2.4-3.4$ 。

$$M_L=3.15\lg Y-6.88 \quad (3)$$

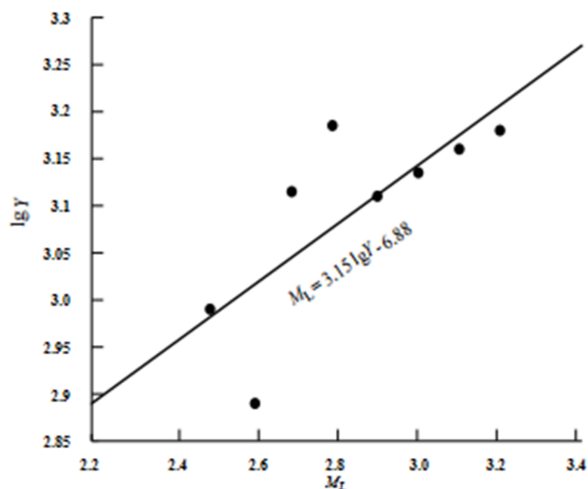


图1 M_L 与 $\lg Y$ 的正交回归直线

Fig.1 Orthogonal regression line of M_L and $\lg Y$

2 研究结果

依托“黑岱沟煤矿抛掷爆破振动控制技术应用与研究”项目,开展黑岱沟煤矿抛掷爆破振动控制技术研究,结论如下:

(1)采用正交回归方法,获得抛掷爆破地方性震级 M_L 与炸药量 Y 之间的经验公式: $M_L=3.15\lg Y-6.88$,为黑岱沟露天煤矿抛掷爆破振动控制技术研究提供参考依据。

(2)由于矿山台网建成时间较短,爆破时间间隔较长,样本量有限。随着监测时间的增加,样本量的积累,本文将在此次研究的基础上,将进一步使地方性震级 M_L 与炸药量 Y 之间的经验公式得以更加完善。

致谢:中国地震局地球物理研究所刘瑞丰研究员对本研究提供的计算程序、蒋长胜研究员给予的支持和帮助!

参考文献

- [1] 刘瑞丰,李赞,张玲,等.爆炸当量估算的初步研究[J].地震地磁观测与研究,2019,40(4):1-7.
- [2] 李赞,刘瑞丰,孔韩东,等.中强地震能量震级测定[J].地震学报,2019,41(3):289-301.
- [3] 靳玉贞,张瑞芳,何佳.山西地震台网记录的爆破特征及当量估算[J].山西地震,2022,4(192):6-8.
- [4] 谢小碧,赵连锋.朝鲜地下核试验的地震学观测[J].地震学报,2018,61(3):889-904.
- [5] 孔韩东.爆破当量研究综述[J].国际地震动态,2018,2(470):9-25.
- [6] 林大超,白春华.爆炸地震效应[M].北京:地震出版社,2007.
- [7] 刘凯,杨帆,韩飞,等.爆破振动监测在洞室爆破开挖中的应用[J].东北水利水电,2019(9):41-47.
- [8] 李雄军.对X和Y方向最小二乘线性回归的讨论[J].计量技术,2005(1):50-52.
- [9] 李雄军.几种线性回归方法的比较[J].计量技术,2005(8):52-54.
- [10] Carroll R J, Ruppert D. The use and misuse of orthogonal regression in linear errors-in-variables models[J]. The American Statistician, 1996, 50(1):1-6.