

# Analysis of Blasting Vibration Monitoring and Control in Open Pit Mining

Guoqiang Zhao Yonghe Fu

Xinjiang Xuefeng Blasting Engineering Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830026, China

## Abstract

With the development of Chinese society and the advancement of science and technology, the demand for mining industry in China is also increasing, and the mining of open pit mine is extremely strict on the blasting operation specifications and requirements. At the same time, if the blasting vibration is too large will have some impact on the nearby buildings, high-voltage lines and other facilities. Therefore, the author conducts vibration detection on the open pit blasting, and controls and analyzes the results, in order to provide a scientific basis for the safety protection of buildings around the stope.

## Keywords

blasting; vibration testing; quarry; control analysis

## 露天采矿爆破振动监测与控制分析

赵国强 傅永和

新疆雪峰爆破工程有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830026

## 摘要

随着中国社会的发展和科技的进步, 中国对矿业的需求也不断增加, 开采露天矿对爆破操作规范及要求极为严格。同时, 如果爆破振动过大将会对临近的建筑物、高压线等设施造成一定的影响。因此, 笔者对本次露天矿爆破进行振动检测, 并对其结果进行控制和分析, 以期对采场周边建筑物的安全防护提供科学依据。

## 关键词

爆破; 振动测试; 采场; 控制分析

## 1 引言

兴盛露天煤矿爆破工程目前存在的问题是爆破的大块率高, 降低了铲装的效率, 增加了二次破碎量, 且爆破振动对临近建筑物有少许的影响。因此, 如何改善爆破效果和减小爆破振动成为该工程亟需解决的问题。

目前, 中国对改善爆破效果和减震措施的研究主要集中在减小单孔药量这个方向上, 一般采用空气间隔装药爆破、微差爆破和预裂爆破等方法<sup>[1]</sup>。对于爆破振动后振动对临近房屋带来的影响, 我们使用了 TC-4850N 爆破测振仪对其进行监测和爆破后的分析, 并在论文中给出了一些振动控制的有效措施和建议。

同时, 兴盛露天煤矿爆破工程引进 XF 型电子数码雷管控制爆破技术。通过数码电子雷管与普通导爆管雷管的爆破对比试验, 以爆破效果和减震效果为表征参量, 最终确定适

合该工程的最佳爆破方案。

## 2 工程概况

中国新疆纳纳矿业有限公司兴盛露天煤矿位于伊吾县淖毛湖镇西北的萨依苏一带, 属东天山北坡、淖毛湖洼地的一部分, 地势北高南低。海拔 280m~394m, 一般在 320m 左右, 地势较为平缓, 夏季天大, 沟谷宽阔, 多为石漠戈壁区, 地貌形态为残丘状的剥蚀平原, 属大陆干旱荒漠气候, 年温差和昼夜温差较大, 区内常年多风, 并伴有强沙尘暴天气。

本次测振选取的监测对象为矿调度楼, 距离爆破点 500m。使用 TC-4850N 爆破测振仪, 对其爆破时产生的振动进行监测, 监测后对数据进行分析。

在实验室以及现场爆破环境下进行实验测试对比, 发现振动信号本身的频率以及被测结构的固有频率会对测量结果造成影响。低频振动信号的测量结果值影响不大, 而高频信

号会对测振结果造成较大误差。

TC-4850N 是一款专为工程爆破设计的便携式振动监测仪。爆破测振系统与普通的地震监测系统有着较大的区别，其主要的组件是测振感应器、自记仪、计算机。其仪器体积小、重量轻、耐压抗击、可靠易用，配接相应的传感器能完成加速度、速度、位移、压力、温度、湿度等动态过程的监测、记录、报警和分析。

### 3 测振系统及其方法

#### 3.1 测振系统

爆破振动传感器的安装定位对于准确测量爆破振动信号十分重要，目前常见的几种爆破振动传感器固定方式都很难精确监测到对应爆破的振动或结构动力响应值。针对实际爆破测振工作中几种常见的固定方式，在实验室内以及现场爆破环境下进行实验测试对比，发现振动信号本身的频率以及被测结构的固有频率会对测量结果造成影响。低频振动信号的测量结果值影响不大，而高频信号会对测振结果造成较大误差。传感器固定方式对各个分量的测量值影响不一，尤其是水平分量的影响差异较为明显。石膏固定传感器时，黏结层厚度越小，测到的数据越准确；但考虑传感器固定的可靠性，为使其不脱落，厚度应不低于 2mm。

#### 3.2 测振方法

为了检测到不同爆破震速值，测点的布置应当是根据爆破的中心由近及远的布置测点。经过多处勘察，此次爆破测振我们选择矿调度楼梯台阶侧旁建筑物拐角处。距离爆破中心最近的测点应布置在能有效避开爆破飞石的主抛方向，我们必须注意的是由于爆破产生的落石会带有强大的重力势能，因此为了对测震传感器及记录仪进行保护，我们必须利用一些坚固的材料，如钢板等材料，对仪器进行保护，以免造成不必要的损失。

针对测试点埋设的方式有两种，一种是安全系数较高的固定测点，固定测点采用的是预先挖一个坑，其长高宽均为 0.4N 然后利用砣坑注满，再利用铁板放置在抹平后的砣坑上

方。测速传感器底部都有磁铁可以吸附在铁板上。另外一种临时测点，其安全性不如固定测点但是却有很好的适应能力，可以应对很多固定测点无法应对的情况，如其能不受其他振动幅度较大的设备和汽车等移动设备的影响。此次测振采用了固定临时测点，也就是将石膏和水进行均匀搅拌后放置地面，再将传感器粘结在拌好的石膏上使其固定在地表上。现场爆破测振操作如图 1 所示。



图 1 为现场爆破测振操作实景图

### 4 数据分析

通过对兴盛露天煤矿进行爆破振动速度实时监测，共得到两组数据。我们将实测的三项数据进行筛选对比，发现垂直方向相对于水平切向、水平径向振动速度较大，考虑将垂直方向的振速作为研究重点，对两组数据进行了分析，将相关参数代入理论公式，比较理论值与实测值的相对误差，见表 1。

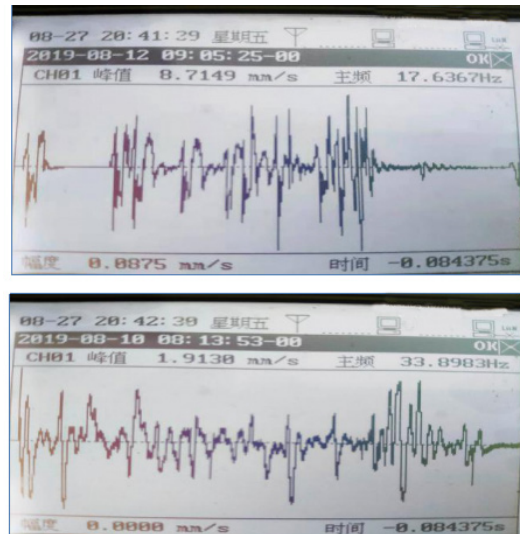


图 2 实测波形图

表 1 爆破振动监测数据

编号	距离 (m)	最大单端药量 (kg)	总药量 (kg)	X 向峰值 (mm/s)	X 向主频 (Hz)	Y 向峰值 (mm/s)	Y 向主频 (Hz)	Z 向峰值 (mm/s)	Z 向主频 (Hz)
1#	501	120	1994	1.913	33.898	0.046	18.213	0.105	60.255
2#	502	109	1596	8.715	17.637	0.035	22.8	0.008	91.266

根据《爆破安全规程》安全允许范围,从表1及图2可以看出2组监测数据中,振动的频率范围为10~50Hz,安全允许的振动速度为2.5~2.8cm/s,对个别的频率为50~100Hz之间,安全允许的振动速度为2.7~3.0cm/s。此次监测所得的振动评频率范围为33.8983Hz、17.6367Hz,峰值分别为1.9130mm/s、8.7149mm/s,其监测远小于安全允许的振动速度,所以此次爆破对调度楼是有安全保障的。

## 5 爆破震动控制措施

### 5.1 采用能获得最大松动的爆破设计

选择松动条件相对良好的炮孔爆破,即靠近自由面的炮孔爆破的振动较小。使用毫秒延时微差爆破技术开辟内部自由面,以便爆破后产生的压缩波可以从这些自由面反射。通过正确设计毫秒延时微差逐孔爆破起爆方案,减少单次起爆药量。最优的单位炸药消耗量必须通过现场爆破试验来确定与选用。获得最大的松动,一般在采用多排孔爆破方案时,设计孔间延时3~8ms/m,排间延时8~15ms/m。

### 5.2 用适当的单位炸药消耗量

过大的单位炸药消耗量,会增加爆破振动与空气之间冲击波,并引起岩石过度地移动或抛掷。相反,降低单位炸药消耗量,也会由于延迟和减小从自由面反射回来的拉伸波效应,从而使爆破振动增大。因此,适当的单位炸药消耗量才

能达到最好的爆破效果。

### 5.3 调整爆破传爆方向

调整爆破传爆方向,尤其是露天煤矿爆破,爆源被保护对象的方位不同,其振动影响也不同。实践表明,抛掷爆破时,最小抵抗线方向的振动最小,反向最大,两侧居中。成排的药包爆破时,在药包中心连线方向比在垂直于连线方向的振动速度可降低至25%~30%。

### 5.4 利用微差技术降低爆破振动强度

微差起爆就是将爆破的总药包进行分组,以毫米级的时间间隔进行顺序爆破,符合爆破机理的微分原理,对减少爆破振动效应有很大的作用。

## 6 结语

综上所述,我们通过使用爆破测振仪对爆破振动进行监测和分析得出,爆破工程属于安全性较差的项目,必须高度重视其安全性,做好安全防护工作,严格规范操作。每次开展爆破工作前要制定最佳爆破方案,严格控制炸药单耗,合理利用微差技术,以降低其爆破振动强度以及爆破振动带来的危害。

### 参考文献

- [1] 庞海波. 爆破振动有害效应的预防和控制[J]. 露天采矿技术, 2019(03):22-24.