

大区微差爆破的地震效应

吴从师 高晓初 郭子庭

(冶金部长沙矿冶研究院 长沙 410012)

提要 结合露天台阶大区微差爆破的特点,对影响爆破振动的微差时间、起爆方式、炮孔孔径、超深以及测点与爆区的相对位置等因素作了一系列对比观测研究。结果表明,除炮孔孔径在实际生产爆破中对振动影响不明显外,其它因素在大区微差爆破的设计中都值得注意。

关键词 爆破振动,台阶爆破,微差爆破

1 引言

随着矿山规模以及开采强度的扩大,20~100万吨级矿岩量的大区微差爆破技术已在一些矿山逐步推广应用。由于爆破规模大,除保证矿岩破碎质量、降低炸药单耗和最大限度提高延米爆破量以外,爆破地振效应是制约大区微差爆破技术发展和应用的重要因素。

影响大区微差爆破振动的因素较为复杂,除微差时间、最大分段药量以及总药量是主要因素外,还与炮孔直径、超深、起爆方式等因素有关。下面对这些因素分别进行讨论。

2 两种不同孔径的爆破振动强度

为了避开其它因素的影响,重点考察孔径对振动强度的关系,我们分别观测了 $\phi 310$ 和 $\phi 250$ 两种孔径的台阶单孔爆破振动。结果是孔径大的单孔,振动也大(见图1)。这与理论分析相符,由于 $\phi 310$ 孔的线装药密度比 $\phi 250$ 孔的线装药密度约大30%,所以其较大的能量释放产生了较大的振动。然而,我们分别对两种孔径的台阶生产爆破进行观测,又没有发现其振动强度有明显差异。估计在大区微差爆破时,这两种孔径的炸药单耗相差不多,并且微差时间、起爆网路和场地条件等因素对振动的影响要大于孔径对振动的影响。

3 炮孔不同超深的振动强度

我们用 $\phi 310$ 孔和 $\phi 250$ 孔分别作了有超深和无超深的台阶单孔爆破振动的观测试验。每次试验在台阶上穿两个孔,两孔的抵抗线一样,其中一孔保持正常超深,另一孔无超深。测点布置在两孔连心线的中垂线上,以保证两爆源的爆心距相等。先爆其中一孔,相隔0.5s后再爆另一孔。结果表明,有超深孔的振动强度比无超深孔的振动强度约大10—70%(见表1)。由此可见,合理控制炮孔超深,也是降低爆破振动的措施之一。

1996年4月9日收到初稿,1996年8月10日收到修改稿。

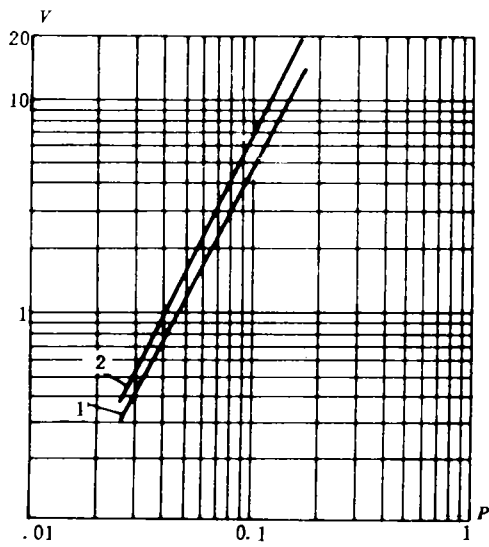


图 1 两种不同孔径的单孔垂直向振动速度对比
1—— $\phi 250$ 炮孔 2—— $\phi 310$ 炮孔
Fig. 1 Vertical partical velocities induced by single-hole blast with different diameters

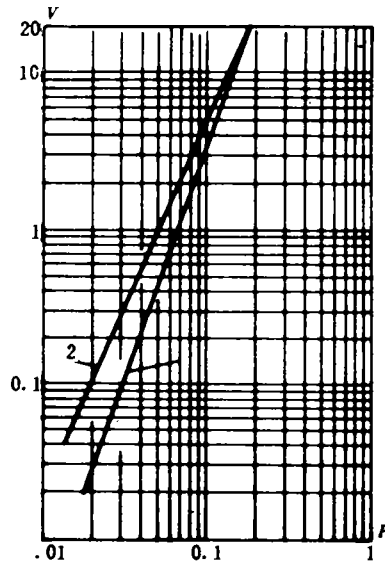


图 2 不同起爆方式垂直向振动速度对比
1——V 型起爆 2——按排起爆
Fig. 2 Vertical partical velocities with different firing pattens

表 1 正常超深与无超深炮孔的爆破振动速度

Table 1 Partical velocities with and without normal subdrilling blastholes

| 孔径 mm | 单孔药量 kg | 比例药量 | 有超深孔的振速 cm/s | | 无超深孔的振速 cm/s | |
|-------|---------|-------|--------------|------|--------------|------|
| | | | 垂直向 | 水平向 | 垂直向 | 水平向 |
| 310 | 525 | 0.128 | 11.73 | / | 10.09 | / |
| | | 0.049 | 3.14 | 2.41 | 1.99 | 1.85 |
| | | 0.031 | 0.58 | 1.59 | 0.36 | 0.91 |
| 250 | 400 | 0.064 | / | 1.12 | / | 0.95 |
| | | 0.043 | 1.15 | 1.14 | 1.04 | 0.91 |

4 不同起爆方式的振动强度

我们对 V 型和按排起爆方式的振动分别进行了观测，其振动速度与比例药量的关系分见图 2。

图示表明，按排起爆的振动比 V 型起爆的振动大，这可能与不同的起爆方式产生的地振波波阵面形式不同有关。按排起爆方式的主频率为：垂直向 9.7—21.5Hz，水平向 5.9—17.6Hz；V 型起爆的主频率为：垂直向 22.5—30.0Hz，水平向 14.6—21.0Hz。V 型起爆

的振动频率高，地振波能量衰减也较快，故振动低于按排起爆方式的振动。

5 爆区前方和后方的不同振动强度

露天台阶爆破中，由于台阶坡面的存在，爆区前方与被爆岩体相接触的介质是空气，而爆区后方与被爆岩体相接触的还是岩体，于是传递到后方的地振能量要大于前方。

图 3 是按爆区前后方分别整理的垂直向振速与比例药量的关系，从中可以看出爆区后方振动大于前方。台阶单孔爆区前后方振动的主频率也能说明一定的问题，爆区前方垂直向 23.4—41.0Hz；水平向 15.6—23.4Hz，爆区后方垂直向 11.7—35.2Hz；水平向 9.0—29.3Hz。爆区后方的振动主频较低，能量衰减较慢，故振动也大。

6 微差时间的选择

微差爆破降振的原理是：将总药量分段起爆，并利用分段的时间差产生相消干扰，同时要尽量使振动主频避开边坡或其它待保护的建筑物的自振频率。

以单孔爆破振动波形作为源函数，采用时域叠加的方法进行了各种微差时间的爆破振动模拟，并通过频谱分析，绘制出一种较直观的反映频率、振幅与微差时间关系的灰度图^[1]。由于矿区待保护的建筑物的自振频率一般都在 4—21Hz^[2]，通过模拟可知，在此频率范围，若要使振幅最小，微差时间的选择最好是孔间 12—36ms；排间 50—80ms。这一区间与同样矿岩条件下高速摄影得出的合理微差时间相近^[3]，经 70

万吨级的大区微差爆破试验表明，降振率垂直向达 16—26%；水平向达 45—56%，爆破效果也令人满意。

7 数据拟合

我们在 $\varnothing 250$ 和 $\varnothing 310$ 孔径的大区爆破中观测了拾多次振动。主要岩石为磁铁石英岩和混合片麻岩，每次爆破的药量几十吨，其中最多的为 150t，爆心距 100—600m，取得数据近百个，其振动速度与比例药量关系如下：

$$\begin{aligned} \text{垂直向} \quad V &= 665.07 \left(\frac{Q}{R}\right)^{2.15} & (1) \\ (n &= 48, r = 0.9396) \end{aligned}$$

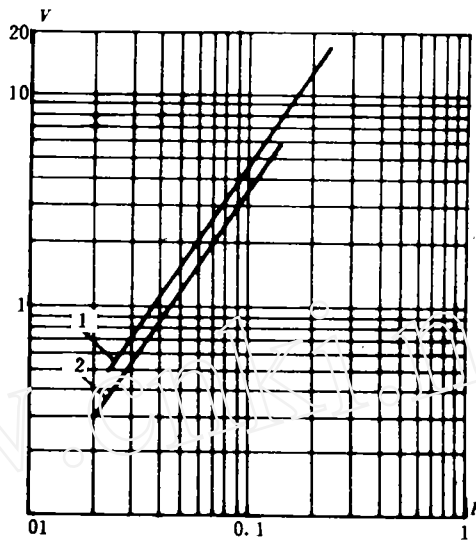


图 3 爆区前后方振动速度对比
1——爆区后方 2——爆区前方

Fig. 3 Partical velocities measured
in frond and back of bench

水平向
$$V = 189.31 \left(\frac{Q^{\frac{1}{3}}}{R} \right)^{1.83} \quad (2)$$

$$(n = 54, r = 0.9003)$$

式中, V 是质点振动速度, cm/s; Q 是最大一段药量, kg; R 是爆心距, m; n 为样本数; r 为相关系数。

8 结论

大区微差爆破中, 除炮孔孔径对振动影响不太明显外, 诸如微差时间、起爆方式、炮孔超深以及振动点与爆区的相对位置等因素对振动都有较大影响, 制定降振措施中应考虑这些因素。

参 考 文 献

- 1 吴从师, 吴其苏: 爆破地震模拟初探. 爆炸与冲击, 1990, 10(2): 170—175
- 2 Anderson, D. A., etc. ;..... Proc. 8th Conf. Explosives and Blasting Tech., New Orleans, LA, 1982
- 3 高晓初, 吴从师等: 露天台阶爆破合理微差时间的研究与应用. 爆炸与冲击, 1992, 12(4): 350—356

GROUND VIBRATION EFFECT OF LARGE SCALE DELAY BLASTING

Wu Congshi Gao Xiaochu Guo Ziting

(Changsha Research Institute of Mining and Metallurgy, Changsha 410012)

Abstract A series of comparative tests are made to study the main factors which affect the blasting vibration level. These factors are delays, firing patterns, blast hole diameter, subdrilling, and the relative location of measurement point and blasting area. The results show that the blast hole diameter has little effect of the vibration level in production blasting, and the other factors should be considered in large scale delay blast design.

Key words blasting vibration, bench blasting, millisecond delay blasting