

## 对应用爆破振动计算公式的几点讨论

发布时间: 2009-04-18 13:06

顾毅成

(中国铁道科学研究院)

爆破地震效应对邻近建(构)筑物的安全影响,已成为爆破工程项目的敏感问题。按照爆破安全规程计算爆破时产生的地面质点峰值振动速度,对邻近建(构)筑物进行安全校核,已成为爆破设计、安全评估的重要内容,但在爆破振动计算公式的应用上,存在一些误区,影响安全校核的可靠性,值得引起重视。

### 1. 爆破振动计算公式有一定的适用范围

根据《爆破安全规程(GB 6722—2003)》<sup>①</sup>,可以按下式计算爆破时产生的地面质点峰值振动速度,即:图

(1)

$$V = K \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^\alpha$$

式中,  $K$ 、 $\alpha$ 是与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数,是根据大量观测数据统计提出的经验系数。一般来讲,观测点的布置有一定的范围,一些实测资料也明确标明数据采集的范围及置信率,因此,爆破振动计算公式是有一定适用范围的,例如,一般,

$$\rho = \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)$$

的范围在0.01~0.2,超出这个范围,经验数据就缺少依据。

再者,从爆破理论我们可知,爆破地震波从离爆源近区向远区传播,经历着非弹性介质状态、非线性弹性形变及弹性形变几个区域,其衰减指数 $\alpha$ 也是不同的,一般,在离爆源近区高,接近3,而在传播过程中,逐步衰减为接近1。<sup>②</sup>当然衰减指数 $\alpha$ 值还与药包大小、结构、传播区域地质条件等多种因素有关。

在应用爆破振动计算公式时,如不考虑公式的适用范围,如离爆源近区,也按此公式计算,计算结果用于安全设计或安全评估,显然是不可靠的。

### 2. 毫秒延时爆破按最大一段药量计算爆破振动偏于不安全

目前,毫秒延时爆破已得到广泛应用,但尚没有一个统一的精确的公式来计算毫秒延时爆破的地震效应。爆破安全规程在爆破振动计算公式中规定:炸药量 $Q$ ,齐发爆破为总药量,延时爆破为最大一段药量。延时爆破分为秒延时爆破和毫秒延时爆破。在一般工程爆破设计中,毫秒延时爆破的段时间间隔,一般在25~100ms,

### ☑ 相关信息 [\[更多\]](#)

[爆破拆除塌落振动速度计算公式](#)  
[冻土爆破研究的最新进展\(2\)](#)  
[运营隧道排水侧沟控制爆破开](#)  
[已爆堆积体与未爆岩体交接处](#)  
[深圳场平石方爆破振动效应分](#)  
[The vibration](#)  
[深孔松动爆破关键技术经济指](#)

### 热点排行



[爆破安全规程\(GB672](#)  
[某公司招聘爆破工程师](#)  
[爆破工程技术人员](#)  
[工业炸药专用术语](#)  
[某公司急聘3名爆破专业工](#)  
[爆破工程技术人员安全技术](#)  
[爆破工程技术人员](#)  
[工业炸药的主要成分有哪些](#)  
[中爆网简介](#)  
[某公司急聘爆破专业工程技](#)  
[起爆器材专用术语](#)  
[中国典型爆破工程与技术目](#)  
[工业炸药](#)  
[工业雷管的作用原理是什么](#)

### 站内搜索

输入关键字

搜索

关键字

搜索

[超值商品热卖](#) [蓝天365](#)

如采用孔间毫秒延时爆破，间隔时间可能还要小一些。众所周知，相邻段爆破产生的地震波波形将叠加，其合成振动的最大幅值，有可能比独立一段爆破时的最大幅值小，也有可能更大。因此，在毫秒延时爆破应用爆破振动计算公式时，按最大一段药量计算爆破振动偏于不安全。

关于这一点，已有不少爆破工作者注意到<sup>③④</sup>，我与杨年华在2004年撰写的《对毫秒延时爆破地震公式的讨论与分析》<sup>⑤</sup>一文对此专门进行了讨论。

我们认为，当毫秒延时爆破的分段间隔时间较小时，各段爆破的地震波会产生叠加，在振动信号叠加的情况下，对幅值而言，最不利的情况为叠加段的幅值同相叠加，这就涉及到叠加情况下等效药量的计算问题。

根据大量测振资料的研究分析与工程实践结果发现，对浅孔小规模毫秒延时爆破，各段爆破振动波持续时间短，若段间隔时间 $\Delta t$ 大于30ms，相邻段爆破振动波发生叠加很少，采用公式（1）作为预报保护对象所在地质点振动速度是可行的。

对于深孔爆破或硐室爆破，由于单段爆破药量较大，单段爆破振动持续时间较长，通常每段主振动持续时间达50~100ms，且有随与爆源距离增大振动持续时间加长的特点，例如常规的毫秒延时爆破分段间隔时间在50ms左右，相邻段爆破振动波发生叠加的机会很大。这种情况下若按照最大一段炸药量 $Q$ ，用公式（1）计算安全允许距离，其结果有可能较实际值偏小。如果我们考虑到爆破工程中多种因素条件的复杂性以及爆破振动实际数据的离散性，作为爆破安全规程，仅考虑最大一段药量，而忽视相邻段药包爆破时对振动的“增幅”可能，显然是存在欠缺的，并有安全风险。

由于导爆管雷管及电子雷管的起爆时间精细控制技术已有可能实现，笔者建议，浅孔小规模爆破时段间隔时间 $\Delta t$ 大于30ms，深孔或硐室爆破时段间隔时间 $\Delta t$ 大于100ms，可不考虑地震波叠加； $\Delta t$ 小于100ms且距离80m以外，爆破地震波会产生叠加，需要按等效药量来计算安全距离。考虑到毫秒延时爆破地震效应的复杂性以及数据的离散性，在对毫秒延时爆破地震效应进行安全设计或评估时，建议按时差100ms~200ms内爆破药量总和的最大值，即

$$Q_{\max} = \sum_{\Delta t=100\sim 200\text{ms}} Q_i$$

，作为公式（1）中的计算药量值，来计算预报保护对象所在地质点振动速度。评估点距离爆源越远，计算等效爆破药量总和的时间段越长。因为爆破地震波随传播距离增加，振动持续时间变长，振动频率降低，振动最大峰值不显著。

### 3. 爆破安全规程有关爆破振动安全条款的表达方式不严谨

爆破安全规程（GB6722-2003）第6.2.3款规定：爆破振动安全允许距离，可按下式计算：

（2）

$$R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \cdot Q^{\frac{1}{3}}$$

式中：R——爆破振动安全允许距离，m；单位为kg；

V——保护对象所在地质点振动安全允许速度，单位为 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ；

K、 $\alpha$ ——与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数。

“爆破振动安全允许距离”的表达方式是不严谨的，由于不同建(构)筑物的爆破振动安全允许标准不同，对不同的建(构)筑物，显然有各自不同的安全允许距离。因此，不如计算保护对象所在地质点振动安全允许速度，按照保护对象的爆破振动安全允许标准加以判别更严谨。

### 4. 建议

(1) 通过公式(1)计算爆破时产生的地面质点峰值振动速度,在选取系数 $K$ 值和衰减指数 $\alpha$ 值时,应注意其适用范围;在毫秒延时爆破按最大一段药量计算爆破振动时,应考虑药包间隔时间较小时振幅叠加的可能性,尽可能使计算成果接近实际。

(2) 鉴于爆破地震效应的影响因素很多及其过程的复杂性,对深孔和隧道爆破等重复性爆破作业,宜对保护对象进行爆破振动监测,通过监测取得的数据要比按公式计算可靠。

(3) 在修订爆破安全规程时,关于爆破振动安全,建议选择严谨的表达方式,计算参数的选取宜更多的考虑其安全性。并倡导或规定在某种复杂环境条件,应对保护对象进行爆破振动监测,用以指导爆破作业。

#### 参考文献

- (1) 中华人民共和国国家标准《爆破安全规程》(GB6722-2003), [S], 北京: 中国标准出版社, 2004
- (2) B. H. 库图佐夫等著. 工业爆破设计[M]. 顾倚鳌, 史家培译. 北京: 中国工业建筑出版社. 1986
- (3) 吴绵拔, 多段微差爆破的振动效应研究, (R), 中国工程爆破协会爆破振动研讨会交流论文, 北京, 2000.3
- (4) 薛孔宽等, 分段微差爆破地震效应的叠加分析, 爆破, [J], 1991, 8(3), 67-70
- (5) 顾毅成, 杨年华. 对毫秒延时爆破地震公式的讨论与分析[J]. 铁道建筑. 2005年增刊(总377期)



责任编辑: 段雅兰



评论本文:

姓名:

邮箱:

主页:

内容: