

CONTROLLED BLASTING TECHNIQUE

Feng Shuyu Zhu Zhongjie Ma Naiyao

Abstract

In this paper, the authors try to give a proper definition to the technical term "Controlled Blasting", and also some ideas about the calculation and arrangement of the charges in principle are suggested.

化爆空气冲击波参数实验 数据的经验拟合

曹树鼎

(1982年8月23日收到)

本文对爆高为4倍装药半径的塔爆和触地爆(药球与地面相切)实验的空气冲击波参数进行了经验拟合,给出了估算公式。

为了研究由爆炸荷载引起的地下工程振动及隔振措施问题,我们做了一次化爆试验,除实测了振动参数外,还对空气冲击波参数进行了测量。现将实测的空气冲击波参数情况粗略介绍如下:

试验采用鳞片状TNT球形装药,装药密度为 $0.85T/M^3$ 。分两种爆炸方式,一种是爆高为4倍装药半径 r_0 的塔爆,木制塔架;另一种是触地爆(药球与地面相切)。两种爆炸方式的药量相同,均为 $0.5T$ 、 $2T$ 、 $5T$ 、 $8T$ 各一炮。

采用的测量系统是:当 $\Delta P > 1 kg/cm^2$ 时,用的是BPR-2压力传感器、Y6D-3型动态电阻应变仪和SC型光线示波器组成的测量系统;当 $\Delta P < 1 kg/cm^2$ 时,用JK型机械式压力自记仪。

对所测得的空气冲击波超压 ΔP 、正压作用时间 τ_+ 、到达时间 θ 等参数进行了处理,波形不好不能用的、超量程太多的、离散度太大不合理的数据均舍去。并将各种药量爆炸测得的数据按爆炸相似律换算成 $1T$ TNT球形装药爆炸的数据进行经验拟合,得到以下经验公式:

1. 爆高为 $4r_0$ 的塔爆

1) 地面超压 ΔP

当 $5M/T^{1/3} < r/Q^{1/3} < 8.5M/T^{1/3}$ 时

$$\Delta P = 40.378 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right) + 12.1385 \times 10^2 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right)^2 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (1)$$

当 $8.5M/T^{1/3} < r/Q^{1/3} < 35M/T^{1/3}$ 时

$$\Delta P = 7.824 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right) + 3.2581 \times 10^2 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right)^2 + 9.8602 \times 10^3 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right)^3 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (2)$$

当 $35M/T^{1/3} < r/Q^{1/3} < 100M/T^{1/3}$ 时

$$\Delta P = 7.228 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right) + 6.2166 \times 10^2 \left(\frac{Q^{1/3}}{r} \right)^2 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (3)$$

2) 正压作用时间 τ_+

$$\frac{\tau_+}{Q^{1/3}} = 2.054 \times 10^{-3} \left(\frac{r}{Q^{1/3}} \right)^{0.52} \quad (\text{sec}) \quad (4)$$

$$(5M/T^{1/3} < r/Q^{1/3} < 26M/T^{1/3})$$

3) 冲击波到达时间 θ

$$\frac{\theta}{Q^{1/3}} = 0.016 \times 10^{-3} \left(\frac{r}{Q^{1/3}} \right)^{2.30} \quad (\text{sec}) \quad (5)$$

式中

r —爆心至测点的斜距(M)

Q —TNT球形装药药量(T)

2. 触地爆

1) 地面超压 ΔP

$$\Delta P = 11.568 \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right) + 978.23 \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)^2 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (6)$$

$$(8M/T^{1/3} < R/Q^{1/3} < 30M/T^{1/3})$$

2) 正压作用时间 τ_+

$$\frac{\tau_+}{Q^{1/3}} = 0.64 \times 10^{-3} \left(\frac{R}{Q^{1/3}} \right)^{0.91} \quad (\text{sec}) \quad (7)$$

$$(8M/T^{1/3} < R/Q^{1/3} < 30M/T^{1/3})$$

3) 冲击波到达时间 θ

$$\frac{\theta}{Q^{1/3}} = 0.036 \times 10^{-3} \left(\frac{R}{Q^{1/3}} \right)^{2.06} \quad (\text{sec}) \quad (8)$$

$$(8M/T^{1/3} < R/Q^{1/3} < 30M/T^{1/3})$$

式中

R —爆心至测点的地面距离(M)

Q—TNT 球形装药药量(T)

以上塔爆和触地爆冲击波超压估算值与实测值绘于图1。

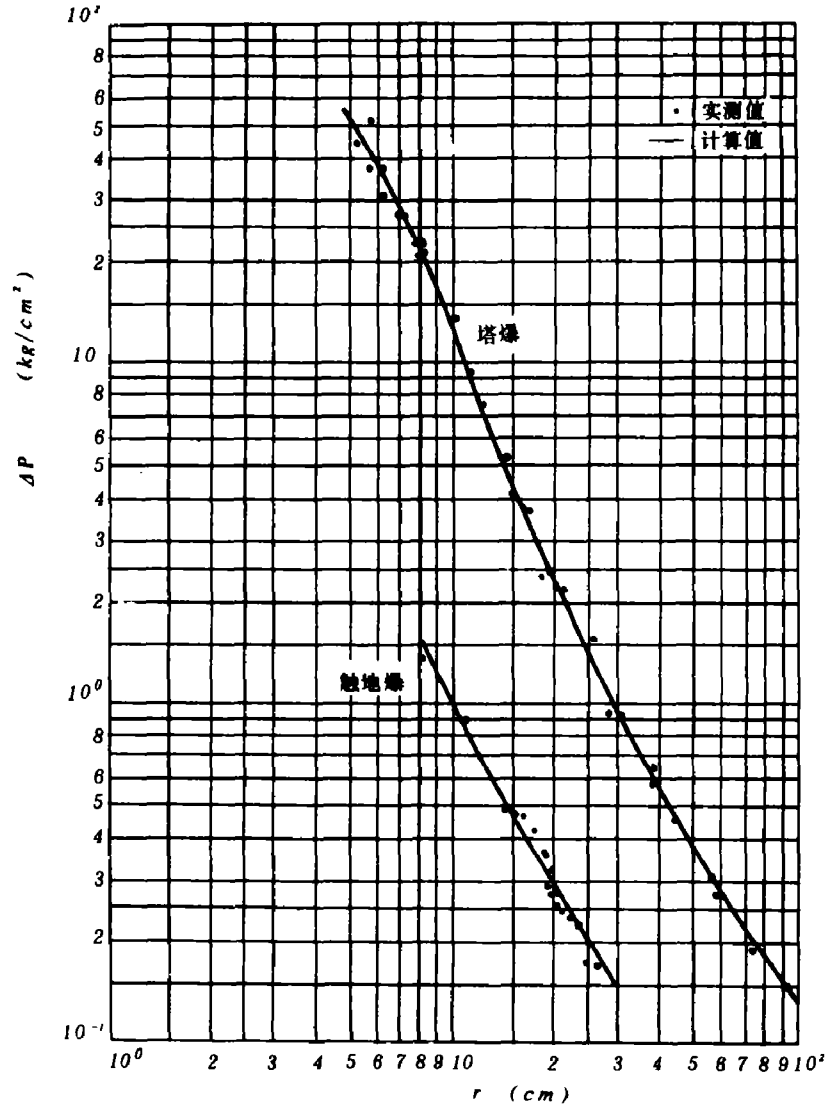


图1 1T TNT 球形装药爆炸地面超压

从两种爆炸方式所测得的冲击波参数看，塔爆的压力数据规律性较触地爆要好一些。实测压力值与式(1)到式(3)计算值比较，除个别点最大相对偏差为25.8%外，一般都在10%以下。触地爆实测值与式(6)计算值比较，最大相对偏差为24.19%，一般都在10%左右。而正压作用时间离散度较大，其可靠性较差。

对于塔爆，大约在小于 $13r_0$ (即 $r/Q^{1/3} < 8.5M/T^{1/3}$)、压力大于 20 kg/cm^2 范围内，压力随距离衰减较快。在 $8.5M/T^{1/3} < r/Q^{1/3} < 35M/T^{1/3}$ 范围内衰减逐渐减慢，当 $r/Q^{1/3} > 35M/T^{1/3}$ 即压力小于 1 kg/cm^2 时，衰减进一步减慢。

对于触地爆，因在塔爆试验时压力传感器损坏了一些，其中大压力传感器损坏较多，根

据试验目的的重点要求,只测了工程布点范围的压力,因而范围较小。从测得的压力范围看,压力随距离衰减较塔爆慢,大约在 $8M/T^{1/3} < R/Q^{1/3} < 13M/T^{1/3}$ 范围内,低于塔爆压力。当 $R/Q^{1/3} > 13M/T^{1/3}$ 时,高于塔爆压力。在这种爆炸方式中,由于在装药时为了成形,下半球是用土培成的凹半球形,因而测得的冲击波参数和衰减规律受到一定的影响,还有待进一步研究。

压力波形可看成无升压时间,压力随时间衰减的快慢随压力大小而变化,大致上当压力大于 10kg/cm^2 时,衰减很快,整个正压区波形很窄。当压力小于 10kg/cm^2 时,衰减较慢,正压区逐渐拉宽,压力越小越明显,如图2、图3所示。

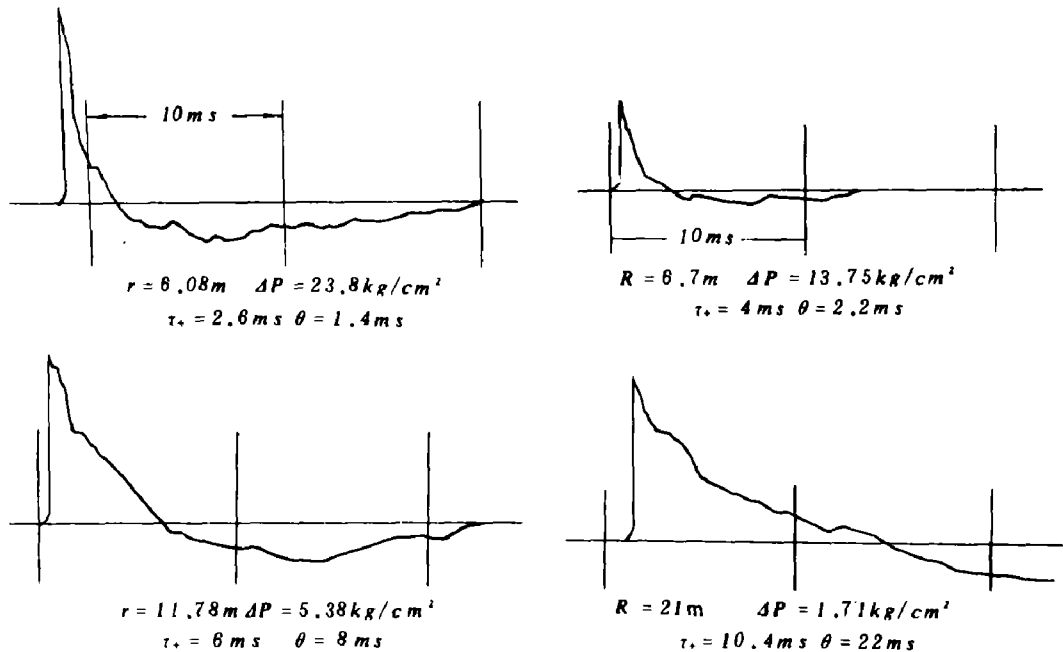


图2 0.5 T 塔爆压力波形

图3 0.5 T 触地爆压力波形

EXPERIMENTAL DATA EMPIRICAL FITTING OF AIR SHOCK PARAMETERS BY CHEMICAL EXPLOSION

Cao Shuding

Abstract

This article presents the empirical fitting of air shock parameters produced by explosion on tower with height of 4 charge radius and on surface(charge is tangent with surface). Formulae for estimating these parameters are given.