

2[#]岩石硝铵炸药的爆轰压力 及其对金属平板碰撞的影响

王 诚 洪

(应用物理系)

摘 要 本文介绍用锰铜压力量计测量散装2[#]岩石硝铵炸药的爆轰压力历史,以及在滑移爆轰条件下,它对金属平板的非对称碰撞所产生的影响。实验发现,爆轰压力历史的前部是一个持续时间很短的尖脉冲,紧跟在尖脉冲之后的是一个持续时间较长的近似于矩形的脉冲;而测量到的平板非对称碰撞的压力历史有两个明显的台阶。

一、引 言

爆轰压力是炸药爆轰性能的重要标志量,它的精确测定为检验爆轰波理论提供了新的依据,因而具有很重要的意义。但是,由于爆轰波的传播速度快,压力高,具有强烈的破坏性,这给实验测定技术带来了严重的困难,因而直到本世纪50年代初,研究凝聚炸药爆轰过程的主要依据是测定炸药的爆速。

密实介质冲击波参数实验测量技术的发展,为爆轰波压力的实验测定奠定了技术基础。50年代中期,人们建立了用测定与炸药末端相接触的金属板自由表面速度反推炸药爆轰波压力的实验技术,这种方法简称为“自由表面速度测定方法”。60年代初,人们又建立了用直接测量爆轰波阵面处产物质点的速度来推算爆轰压力的所谓“电磁法”。人们在各自的科学实验中还陆续建立了一些别的方法,如用测量水中爆炸冲击波初始速度反推爆轰压力的“水箱法”,用脉冲X光照像技术测定爆轰波阵面产物密度反推爆轰压力的所谓“黑度法”。但这些方法都只能间接地测定爆轰压力。直到70年代,才开始出现用锰铜压力量计直接测量爆轰压力历史^[1]。不过,至今用锰铜压力量计测量的炸药大多是高级炸药,所测得的这类炸药的爆轰压力历史近似于一个矩形脉冲^[1,2]。

这里,我们用锰铜压力量计测量了散装2#岩石硝铵炸药(密度 $0.5\text{g}/\text{cm}^3$)的爆轰压力历史,并测量了在这种炸药的滑移爆轰条件下,金属(铝)平板非对称碰撞的压力历史。实验中发现,这种炸药的爆轰压力历史的前部是一个持续时间很短的尖脉冲,紧跟在这个尖脉冲之后才是一个持续时间较长的近似于矩形的脉冲。由于受爆轰压力历史的这种特性的影响,金属平板非对称碰撞压力历史有两个明显的台阶。

二、实验装置

图1是测量炸药爆轰压力的实验装置简图,炸药装在直径为100mm,高为80mm的纸筒内,为了获得平面爆轰波,使用了平面波透镜。测量爆轰压力的锰铜压力量计埋设在被测炸药内。锰铜压力量计是由滚轧成0.02mm厚的锰铜箔(11~13%Mn,2~3%Ni,0.5%Si,0.5%Fe,余量为铜),通过标准的刻蚀过程制成。为了减少引线电阻,在引线上镀上几微米厚的铜。压力量计具有四端结构的形式,这是为了减少由于引线的拉伸而造成引线电阻变化的影响。量计的四条引线是从同一侧引出的,这为实验布置带来了很大的灵活性。为了绝缘起见,把量计封装在两片聚四氟乙烯薄膜之间。量计组件的总厚度约为0.3mm,其电阻值约为0.2欧姆。

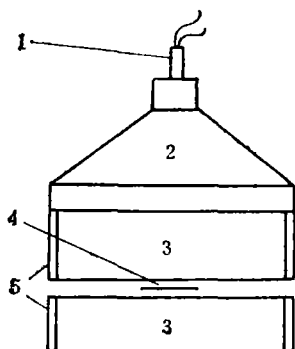


图1 测量爆轰压力历史的实验装置简图

1—雷管, 2—炸药透镜, 3—炸药;
4—锰铜压力量计, 5—纸筒。

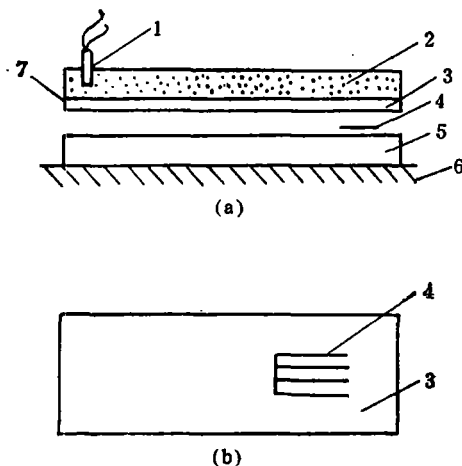


图2 测量金属平板碰撞压力历史的实验装置简图 (a) [(b)为基板俯视图]

1—雷管, 2—炸药, 3—飞板;
4—锰铜压力量计, 5—基板;
6—基础, 7—缓冲层。

测量滑移爆轰情况下,金属平板非对称碰撞压力历史的实验装置如图2所示。用树脂胶把锰铜压力量计粘贴在基板的内表面。为了保证足够长的记录时间,量计绝缘层的厚度要适当地增加。我们所用的绝缘层厚度是0.50mm,量计组件的总厚度约为0.6mm。飞板和基板之间的距离为3mm,飞板厚2.8mm,基板厚6mm,飞板和基板都是由同种材料(Ly12铝)制成。

由于锰铜压力量计是无源元件,所以必须为它提供恒定电流源。恒流源主要是由充

电电容和可控硅管组成。测量线路简图表示在图 3 上，测试系统的同步是通过把触发探针放在炸药中的适当位置来实现的。在要测量的压力脉冲到达量计之前几微秒，恒流源工作，恒定的电流通过量计。同时示波器开始扫描，量计 R_0 (初始电阻值为 R_0) 上的电压 V_0 通过 50 欧姆的电缆

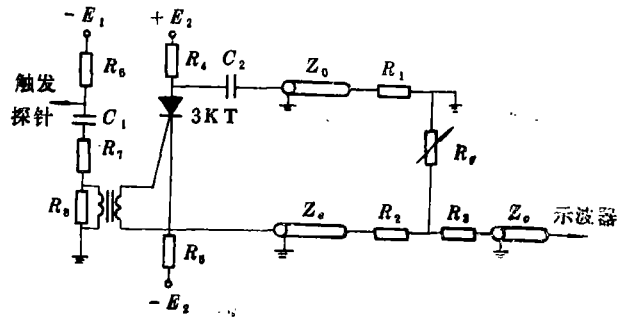


图 3 测量线路简图

直接显示在示波器上。当压力脉冲到达量计时，量计电阻的阻值要增加 ΔR ，相应的电压增加 ΔV ，由于电流是恒定的，所以 $\Delta R/R_0$ 等于 $\Delta V/V_0$ ，而 $\Delta V/V_0$ 可由示波器的记录得到，因而就可求得 $\Delta R/R_0$ ，然后把 $\Delta R/R_0$ 的值代入到锰铜标定曲线^[3]：

$$P(10\text{kb}) = 0.24 + 35.70\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right) + 5.85\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)^2 - 3.18\left(\frac{\Delta R}{R_0}\right)^3$$

就可求出相应的压力。

三、结果和讨论

用锰铜压力量计测得的爆轰压力历史的典型示波图如图 4 所示，从图 4 上明显可看出，压力历史的前部是一个持续时间很短的小尖脉冲，在这个尖脉冲之后紧跟着一个持续时间长的近似于矩形的脉冲。为了比较起见，我们在图 5 上示出了用锰铜压力量计测得的压装泰安的爆轰压力历史的示波图。显然，压装泰安爆轰压力历史上没有小的尖脉冲存在。2#岩石硝铵炸药的爆轰压力历史的这种特性是与它的爆轰反应机理有关，因为这种炸药是由硝酸铵和梯恩梯组成的混合凝聚炸药，混合凝聚炸药在固态条件下直接进

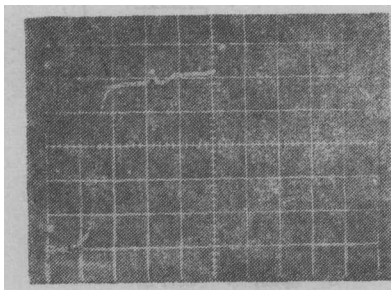


图 4 2#岩石硝铵炸药的爆轰压力历史
(0.1v/div, 1μs/div)

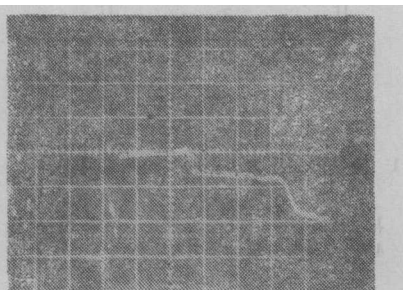
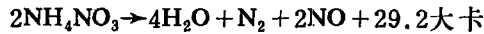


图 5 压装泰安的爆轰压力历史
(0.1v/div, 1μs/div)

行反应是困难的。这类炸药在爆轰传播过程中发生反应的机理是：首先，易分解的成分在冲击压缩作用下发生分解生成气体，然后再和其它未反应的成分相互作用完成反应；或者各组份以各自不同的速度单独进行分解，最后，分解出的气体产物之间相互完成反应。所以整个反应是分二步完成的。具体到我们所研究的 2#岩石硝铵炸药，它的反应机

理如下：硝酸铵首先分解生成氧化剂NO，即



然后，混合炸药的可燃成分或其分解产物与NO作用，放出绝大部分的化学能。这样，

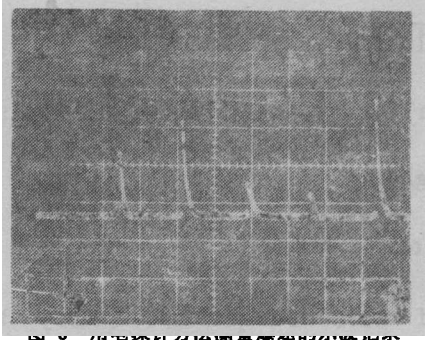


图 6 用电探针法测量这种炸药的爆速所获得的示波器记录
(3v/div, 10μs/div)

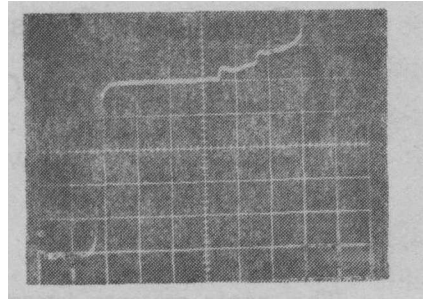


图 7 金属平板碰撞面处的压力历史
(0.1v/div, 1μs/div)

爆轰压力历史上的尖脉冲就对应着反应的第一步，而尖脉冲之后的近似矩形的脉冲则对应着反应的第二步。

由于这种混合炸药具有两次反应的特性，两次反应过程中的压力是不一样的，因此，如何定义这种类型炸药的爆轰压力是一个值得商榷的问题。

图 6 是用电探针法测量这种炸药的爆速所获得的示波器记录。实验中使用六根探针，每两根探针之间的距离为 40mm。其中第一根探针产生的脉冲信号用来触发示波器，所以这个脉冲信号未能记录下来。

图 7 是金属平板碰撞界面处的压力历史。从图上可看出，示波扫描迹上有两个明显的台阶。这两个台阶是与所用炸药的爆轰特性密切相关的：炸药的第一次反应（对应于爆轰压力历史上的尖脉冲），使飞板获得了第一次加载，从而导致了碰撞压力历史上的第一个台阶的出现；接着，炸药的第二次反应（对应于爆轰压力历史上的近似于矩形的脉冲）使飞板获得了第二次加载，这又导致了碰撞压力历史上的第二个台阶的出现。

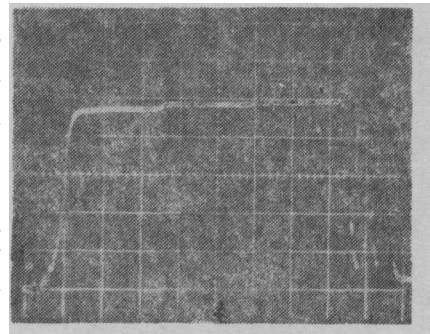


图 8 是在基板中距碰撞界面 3.0mm 处的压力历史。(0.1v/div, 1μs/div)

图 8 是在基板中距碰撞界面 3.0mm 处的压力历史的示波记录，从示波图上可以看出，由于衰减作用，上述两个台阶的幅值已明显下降。另外，两个台阶之间的距离也变宽了，这说明，在基板中，第一个压力脉冲要比第二个压力脉冲传播得快。

参 考 文 献

- [1] K.Burrows, D.K.Chilvers, R.Gyton, B.D.Lambourn, and A.A.Wallan, Determination of Detonation pressure Using a Manganin Wire Technique, 6th Symposium (International) On Detonation, pp, 625—636.
- [2] 王诚洪, 爆轰压力的锰铜压阻量计测定, 全国第一次高能量密度会议, 1980.6.长沙。

[3] 王诚洪等, 在冲击载荷作用下锰铜压力传感器的压阻特性, 国防科技大学学报, 1985年第1期。

Detonation Pressure in Trimonite 2 and its Influence on Collision of Metal Plates

Wang Chenghong

Abstract

This paper presents determination of detonation pressure history in Trimonite 2 and pressure history in unsymmetrical collision of metal plates under the action of a slipping detonation using a manganin pressure gauge. In the experiment, it is found that initial part of detonation pressure history is a sharp pulse of short duration and the sharp pulse is directly followed by a pulse of longer duration which is approximate to rectangle; and the pressure history in collision of plates has two apparent steps.