



一种改进的冲击极化实验装置

张春生

(1985年4月13日收到)

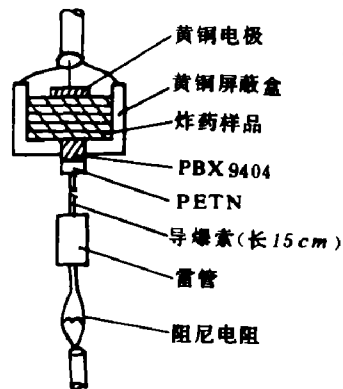
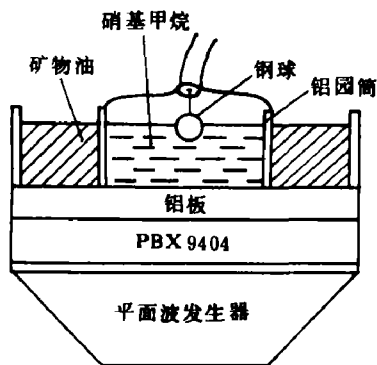
为了用冲击极化效应研究炸药在发散波加载下的起爆过程,我们设计了一种新的实验装置。利用这种装置可记录到炸药被雷管起爆的极化信号,信号的主要特征与由平面波加载时的信号基本一致,只是信号幅度低一些。对非均匀炸药样品,噪声也大一点。

一、引言

众所周知,电介质在冲击加载下会产生电极化现象。通过对材料的冲击极化效应的研究,可以得到冲击波阵面附近物质的物理性质和高动压下发生化学反应过程的有关资料。使我们感兴趣的是可以用它研究与炸药起爆过程有关的一些问题。

Hayes^[1]最早研究炸药冲击极化效应时使用的实验装置示于图1,其后,法国的 I. Morvan^[2]苏联的 A. H. Дремин^[3]、A. Г. Антипенко^[4]、Ю. Н. Тюняев^[5]等人在这方面做了很多工作,使用的实验装置与图1类似,只是把球形的第二电极改为平板电极。如果被研究的样品是固体炸药,第二电极外部要加保护电极。

这些工作都是研究一维加载的情况。但是我们遇到的很多实际问题往往不是一维加载的,例如雷管起爆炸药、弹丸撞击起爆炸药等等。因此研究炸药在发散波加载下的起爆过程有重要的意义。为此,Hayes^[1]曾用图2所示的实验装置作了实验,为了消除引爆雷管的高压



脉冲干扰，装置中加了15cm长的导爆索。从他发表的照片看，示波器记录的信号混有高频干扰噪声，二者难以区分。

按照Allison⁽⁶⁾的理论，电介质在冲击加载下产生的电荷密度正比于样品的面积，反比于样品的厚度。在发散波加载时，样品有效面积小，输出电流幅度低；发散波的波形起伏大，势必引进一些干扰。因此要记录这样的信号比一维加载时要困难些。

为了研究炸药在雷管作用下（发散波加载）的冲击极化效应，我们设计了一种新的实验装置，取得了比较满意的实验结果。实验表明，用本装置研究炸药受发散波加载的起爆过程是可行的。

二、实验装置

图3是用雷管作加载手段的实验装置。样品直径 $\phi 20mm$ ，厚度不大于 $6mm$ 。第一电极与第二电极均用黄铜制成，与样品的接触面要抛光。第二电极的直径可取 $12\sim 16mm$ 。两个电极与它们之间的实验样品组成一个介质电容器。当雷管爆炸后，经过第一电极有一冲击波进入样品，样品受冲击压缩产生极化效应，使测试线路中出现信号。信号由高速示波器记录。

在我们研究的样品中，信号幅度一般是 $10^{-2}\sim 10^{-1}V$ ，需要记录的时间只有 $10^{-1}\mu s$ 量级。如何消除干扰、提高信噪比是本方法的关键。干扰主要来自三个方面：起爆雷管的高压脉冲、空气离解和样品本身的不均匀性。实验中我们用硅油封灌样品（对固体炸药样品），整个装置取全封闭系统，较好地解决了这个问题。

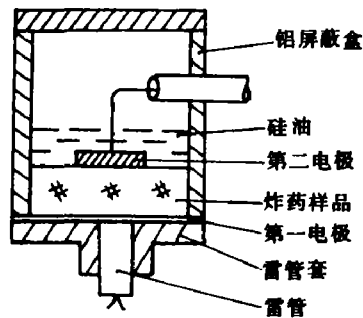


图 3

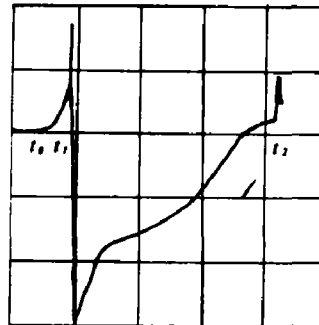


图4 硝基甲烷的极化信号
图中 t_0 —击波进入样品，
 t_1 —形成稳定爆炸 t_2 —爆
轰波到达第二电极。下同

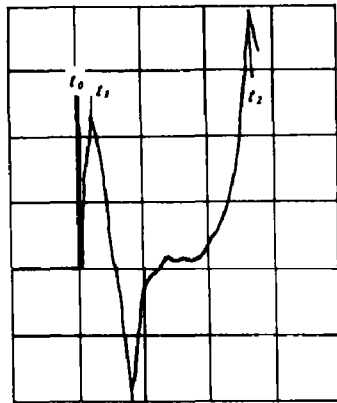
三、应用举例

1. 炸药的延迟起爆时间

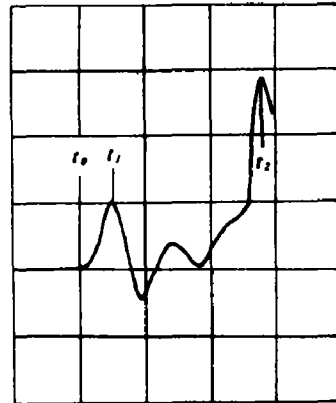
用图3的装置我们测定了雷管对多种炸药的起爆过程。图4是均匀炸药的典型波形，图5、图6是两种非均匀炸药的典型波形。为了与一维加载的情形比较，图5中还给出了平面

波加载的波形。图5(a)和图5(b)实验条件的差别仅在于前者用平面波发生器产生的平面波加载,后者用雷管直接加载。可以看出,用雷管加载得到信号的主要特征与平面波加载时基本一致,但前者的信号幅度要低一些。根据负脉冲形成的位置(t_1),从波形上可测出炸药的延迟起爆时间(t_{01})。例如从上述各波形图中可得到

| | | |
|----------|----------------------|-------|
| 硝基甲烷 | $t_{01} = 0.08\mu s$ | |
| RDX/ 粘结剂 | $t_{01} = 0.02\mu s$ | 平面波加载 |
| | $t_{01} = 0.05\mu s$ | 雷管加载 |
| RDX/ 树脂 | $t_{01} = 0.17\mu s$ | |



(a) 平面波加载



(b) 雷管加载

图5 RDX / 粘结剂的极化信号

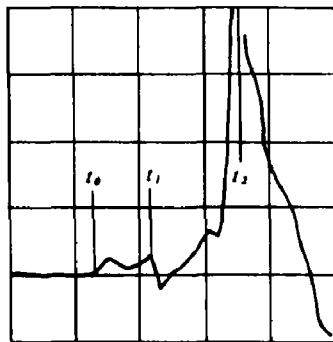


图6 RDX / 树脂 炸药的极化信号

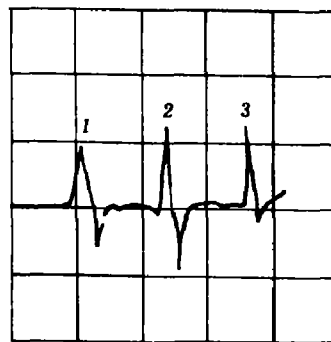


图7 炸药的界面信号(2、3是界面信号)

2. 样品中波速的变化

如果样品由几块迭合而成,当波通过邻近两块样品交界面时,由于间隙的存在,粒子速度发生间断,信号中引入一个干扰,称为界面信号。只要记录到这些界面信号,可算出每块

样品中的平均速度。典型波形示于图7。该发实验中样品由三块组成，两个界面信号很清晰。

四、讨 论

实验证明，我们设计的实验装置既能取得平面波加载的极化信号，又能取得雷管加载的极化信号。与图1的装置比较，它的尺寸小、样品易于加工、测试线路简单、操作方便。虽然我们使用的样品直径小，但不影响测定的结果，因为材料的冲击极化效应本质上与样品直径无关。

冲击极化效应作为一种测试手段，其特点是测试本身不影响波的传播过程，这特别适于加载状态比较弱的情形。它可记录到薄样品中的信号，对加载波形没有严格的要求，这些是优于楔形法的。这些优点对于研究炸药的起爆过程是很有用的。此外，它使用的样品小，用少量样品就能取得必要的的数据。从这个意义上说，这种测试手段在新炸药的研制中可以发挥作用。

炸药的极化过程是一个很复杂的问题，现在还弄不清楚。极化过程与样品内部结构、物化性质有密切的关系，对样品的不均匀性、空隙大小很敏感。如果均匀性差，空隙大，势必产生干扰，严重者会对信号的判读带来困难。所以非均匀炸药样品的测试结果的散度较大。极化信号幅度低，易受外来杂散信号的干扰，因此对装置的设计和测试线路的质量提出了很高的要求。尽管有这些不足，但用图3的装置仍能获得一些有用的信息，在爆炸物理测试中是有一定的实用价值的。

参加本文实验工作的有耿继辉、李印、李齐民等同志。

参 考 文 献

- (1) Hayes, B., *J. Appl. Phys.*, **38** (2), (1967), 507.
- (2) Morvan, I., et al., *5th Symp. on Detonation* (1970), 429.
- (2) Дремин, А. Н., и др., *6th Symp. on Detonation* (1976), 143.
- (4) Антипенко, А. Г., и др., *ФГВ*, **11** (3) (1975), 462.
- (5) Тюняев, Ю. Н., и др., *ФГВ*, **12** (1) (1976), 137.
- (6) Allison, F. E., *J. Appl. Phys.*, **36** (7), (1965), 2111.

AN IMPROVED EXPERIMENTAL SETUP FOR SHOCK-INDUCED POLARIZATION

Zhang Chunsheng

Abstract

A new experimental setup by using shock-induced polarization is deve-

loped to research shock initiation of explosives under divergent wave loading. The main characteristics of the signal of explosive initiation under detonator loading resemble to those obtained in experiments under planar wave loading, but with lower amplitude and higher noises for heterogeneous explosives.

一个测量气炮弹丸速度的激光测量装置

史有程 刘风琴

(1984年1月10日收到)

研制了一种测量气炮弹丸飞行速度的测速装置。此种方法属非接触测量, 不干扰试件。测量精度优于千分之五, 测速范围从每秒几米到每秒一千四百米。该系统操作简单、稳定可靠。

一、引言

气炮的弹速是研究高速冲击现象的一项重要参数。采用金属探针测量弹速的方法早已得到广泛的应用, 但这种方法每测量一次就需要更换新的探针, 而且可能会影响飞行体的飞行姿态^[1]。为了克服金属探针法测速的上述缺点, 我们研制了一个激光测量系统。经两年多来的工作, 该系统现已成功地用于气炮实验中。实践证明, 该系统具有操作简便、稳定可靠、精度较高、测速范围宽, 且不干扰试件等优点。

二、激光测量弹丸飞行速度系统的原理及其光路

众所周知, 激光的单色性好, 光束细, 它照在PIN光敏器件上就能产生光电信号。设有相距为 s 的两束光, 分别照在两个PIN光电器件上, 当弹丸飞过时将依次遮断这两束光, 则能给出两个光电信号, 若测出这两个光电信号的时间间隔为 t , 则弹丸的平均飞行速度为

$$\bar{v} = s/t \quad (1)$$

我们研制的系统见图1。采用He-Ni激光器发出的连续光作为光源。该光束经三分之一分光镜I和二分之一分光镜II及全反射镜III形成强度相等的三束光束, 而光束I经反射镜IV和