

研究简报

铜柱测压方法的改进

章仕表

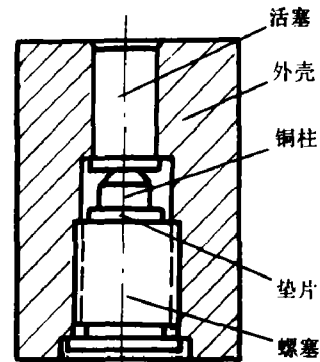
(1982年7月15日收到)

本文对目前用的炮用铜柱测量爆炸后脉冲载荷峰值压力方法中所存在的问题进行了论述,并提出了革新方法。

引言

脉冲载荷以其加载过程的突然性和作用时间的短促性区别于一般载荷。它的压力值是在瞬间内增至最大值,紧接着又急速下降。整个过程一般为微秒级,有时亦可达毫秒级。炸药爆炸的脉冲载荷峰压很大,往往足以使被作用物体产生塑性变形或破坏。为了研究脉冲载荷与被作用物体形变的关系,必须首先测量脉冲载荷的峰压。

测量爆炸引起的脉冲载荷的峰压可以用多种方法。由于铜柱测压器制造简单,使用方便,所以至今仍有很多单位乐于使用。目前最常用的炮用铜柱测压器如图一所示,它是利用铜柱一次加载后的残余变形来确定脉冲载荷的峰压。在实际使用中我们发现这一方法测得的结果有不确定性,经过改进后,提高了测得结果的可信度。



图一 炮用铜柱测压器

实验中发现的问题

曾在相同条件的压力源中,用不同预压值的铜柱进行冲击波峰压测量。先用不同预压值铜柱各进行一次测压,然后仅用一个铜柱进行连续测压,以观察结果是否相同,表1和表2是这两种情况的测试结果*:

* 参加测试的有官本训、钟发贤、万丁丁、林器顺、张国珍

表1 用不同预压值铜柱一次测压的结果

序号	药量(克)	预高(毫米)	铜柱高度(毫米)		压力(公斤/厘米 ²)	
			压前	压后	预压值	测压值
1	30	300	7.56	7.41	1500	1580
2	30	300	6.88	6.74	1800	1875
3	30	300	6.44	6.33	2000	2069
4	30	300	4.91	4.91	3250	/

表2 同一铜柱进行连续测压的结果

序号	药量(克)	预高(毫米)	铜柱高度(毫米)		压力(公斤/厘米 ²)	
			压前	压后	预压值	测压值
1	50	300	7.53	7.32	1500	1580
2	50	300	7.32	7.19	1580	1660
3	50	300	7.19	7.01	1660	1721
4	50	300	7.01	6.95	1721	1749
5	50	300	6.95	6.84	1749	1800
6	50	300	6.84	6.78	1800	1831
7	50	300	6.78	6.63	1831	1907
8	50	300	6.63	6.56	1907	1943
9	50	300	6.56	6.48	1943	1989
10	50	300	6.48	6.37	1989	2046
11	50	300	6.37	6.31	2046	2080
12	50	300	6.31	6.21	2080	2143
13	50	300	6.21	6.12	2143	2194
14	50	300	6.12	6.065	2194	2220
15	50	300	6.065	6.02	2220	2258

通过上述两项试验,证明采用低于待测峰压的不同预压值的铜柱在同一压力源中所测到的结果是不同的,而且预压值比峰压低得越多,则结果与峰压相差越大。所以这种测试方法很难测得近似峰压。

为了判明低预压值铜柱连续测压与高预压值铜柱一次测压有何区别和影响,又作了高预压值一次测压试验,结果如表3。

表3 用高压预压值铜柱一次测试结果

序号	药量(克)	预高(毫米)	铜柱高度(毫米)		压力(公斤/厘米 ²)	
			压前	压后	预压值	测压值
1	50	300	6.095	6.035	2200	2239

通过这一试验证明在同一脉冲源中,采用低预压值进行连续测压与采用较高预压值进行一次测压其效果基本相似。

上述试验除个别由于炸药爆轰的不稳定性引起数据偏移外,总的说明在相同压力源中因采用不同预压值铜柱进行单次测压,其结果是不相同的,而且由表1序号4可知,当预压值大于待测峰压时,铜柱不发生变形。

改进后的方法与实验结果

在脉冲载荷作用下,铜柱塑性变形过程的完整理论描述是繁复和困难的,但根据上述实验现象和一些简化的理论考虑,我们对铜柱测压器的应用作了改进。

首先粗估待测峰压值,然后将增减一定数值后的不同预压值的铜柱置于成组测压器内,待加载后,找出恰好停止塑性变形的铜柱的预压值即可视作近似峰压。根据这一设想,进行了如下实验验证。

在一脉冲源下方设置5个测试点0、1、2、3、4。由于峰压 P_m 与距压力源的距离 R 间有 $P_m \propto R^{-n}$ 的近似比例关系,故设待测真实峰压 P_m 与距离的关系如图2曲线D所示。为了证明新测试方法的可靠性,必须证明以下两点:

1. 当各测压点铜柱预压值稍低于待测峰压值时,经过少数几次加载其所测终值压力即能迅速接近待测峰压;如所选预压值低于待测峰压较大时,则经过连续多次加载亦能逐渐趋近于待测峰压曲线D。

2. 当各测压点铜柱预压值高于待测真实峰压值时,加载后,铜柱不应产生永久变形。

以上两点通过大量试验基本上得到证明,并可归纳为以下三点:

1. 采用稍低于待测峰压值的预压值如曲线B所示,则各点测压铜柱经数次加载后(一般在五次以内),即趋近于曲线D上相应各点而停止继续塑性变形。

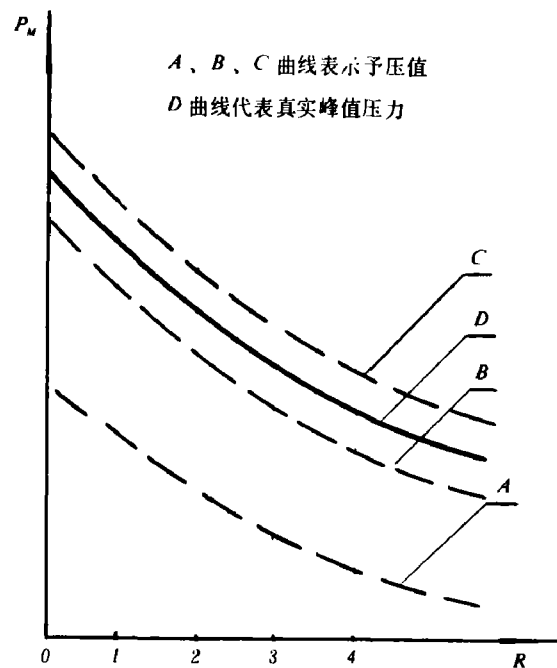


图2 预压值对测压值的影响

2. 当各点以较低于预压值如按曲线A所示选择, 则铜柱经过数十次连续加载(最多时曾经过90次)才趋近于相应各点的待测峰压, 而停止继续塑性变形。

3. 当采用高过待测峰压的预压值, 如按曲线C所示选择, 则无论经过多少次连续加载, 铜柱不发生塑性变形。

实验证明改进后的测试方法是可行的, 而且利用这种测试方法得到的结果, 用于实际工作中碰到的问题时亦能得到较好的解答。

AN IMPROVEMENT ON MEASURING PRESSURES OF IMPULSIVE LOADING BY THE GUN COPPER INGOT

Zhang Shibiao

Abstract

In this paper some problems, which exist in the peak pressure measurements under impulsive loading of explosion by the gun copper ingot, are discussed and an improved method is presented.

一种用于硬岩爆炸测量的 压电应力传感器

林俊德 刘学亮

(1982年3月8日收到)

本文介绍一种测量硬岩中爆炸应力波的压电传感器。它采用了双晶片对装结构和铆接工艺, 具有高刚度, 高水密性和制造工艺简单等优点。文中例举了部分实验结果。