

新型组合式压力—粒子速度计

熊 昌 彦

(1982年4月21日收到)

通过结构设计,提出两种新型组合式压力—粒子速度计。经过对比实验证明设计思想成立,可在同一Lagrange位置上同时并直接地取得较满意的压力—时间和粒子速度—时间波形记录。新型组合计有工艺简单,使用方便等优点。

测量冲击波或爆轰波压力的锰铜压力计和测量波后粒子速度的U形电磁速度计都属于埋入式量计,其工作部分都是金属箔。如果把二者组合起来,就可在同一Lagrange位置上同时测出压力—时间关系和粒子速度—时间关系。问题是这样一来压力波形的记录上将迭加有粒子速度波形信号,它对压力波形信号而言是“噪音”,应该设法使畸变的压力波形信号复原。

Murri等人⁽¹⁾将两种“计”的工作臂做成一样长,在磁场中运动时产生同样的感应电动势,通过线路设计或专用仪器实现压力波形记录信号复原的目的,但详情未见报导。通过分析可看出:这种措施对实验装置和探测器的工艺要求较严格,并且压力计的成败与精度都受电磁速度计行为的制约。

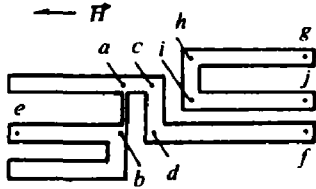
笔者从压力计的结构设计入手,研制了二种新型的组合式压力—粒子速度计,经初步检验,取得了较好的效果。

这种量计的设计思想是将四端低阻锰铜压力计的引线进行适当排布,以便在信号输出引线中形成一个与测压工作臂的位置相应、长度相等的“附加电磁速度计”,在磁场中产生与压力计上的粒子速度噪音形状相似、极性相反的信号,并互相抵消,从而在压力计的输出端直接给出仅与待测压力波形相关的信号。

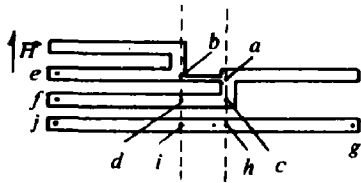
根据上述思想,设计了如图一所示的A型组合式压力—粒子速度计(简称A型计)。图中 \vec{H} 为U形电磁速度计工作磁场方向, ab 为锰铜压力计工作臂, eb 与 $a-c-d-f$ 为压力计引线,其中 cd 为上述“附加电磁速度计”, ab 和 cd 在波作用下的运动方向均垂直于 \vec{H} ; $g-h-i-j$ 为通常的U形电磁速度计。由于这种计的结构特点,可不要求两种计的工作臂 ab 与 hi 的长度相等。

A型计的工作臂与引线均在同一平面内。将这种计的引线方向加以变化,使其所在平面与工

(1) Wentrof, R. H., "Advance in High pressure Research", 4 91—96, (1974)



图一 A型计结构示意图



图二 B型计结构示意图

作臂所在平面相互垂直，即可得到如图二所示的B型计。

使用B型计时要求将试件加工成几种尺寸的“积木”，然后将该计沿虚线处垂直弯折，夹在相应尺寸的试件中。在我们的初步研究中，上述两种形式的组合计均以 $0.02(mm)$ 厚的锰铜箔光刻成形。

通过对比实验对上述结构设计的效果进行了检验。实验中用通常的恒流电路为锰铜压力计供电。待测压力波形是由 $\phi 32 \times 11(mm)$ 钝化太安药柱做成的简易小型平面爆轰装置加有机玻璃试件提供的，各发实验中A（或B）型计均装在距炸药——有机玻璃界面 $5(mm)$ 处的试件内。用高速双线示波器记录。

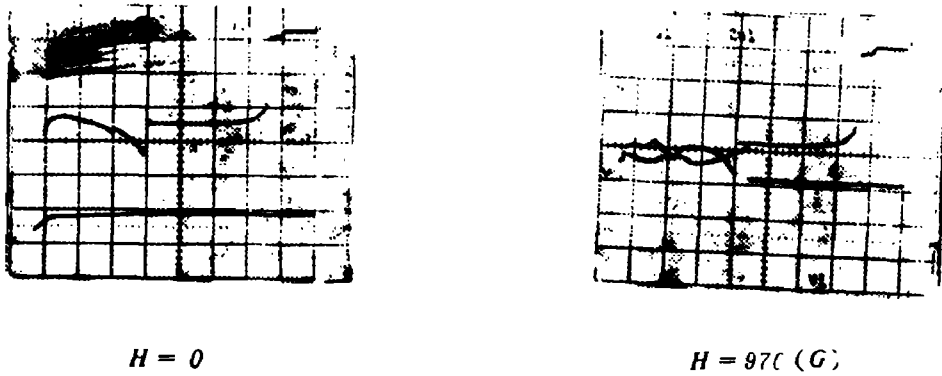
用A（或B）型计分别在加工作磁场和不加工作磁场的条件下，对相同的上述待测压力波形进行测量。所得典型实验波形示于图三：压力计输出信号的 $\Delta V/V_0$ 峰值数据见表一。

从表中数据可以看到，在有、无工作磁场条件下A（或B）型计对相同待测压力波形的测量结果很接近， $\Delta V/V_0$ 峰值的散布（包括不同发三间的各种实际差异的影响）小于5%，而在有工作磁场下各发 $\Delta V/V_0$ 峰值平均值与不加工作磁场下各发的 $\Delta V/V_0$ 峰值平均值相比，其差异小于2%，从而说明A（或B）型计结构本身能有效地自行消除上述粒子速度噪音。

进一步的检验性实验是在加工作磁场条件下用普通四端低阻锰铜计测量上述待测压力波形，同时用与这种压力计工作臂长度相同的电磁速度计测量粒子速度波形。正如所予料的，这种压力计的输出中存在着上述粒子速度噪音，故与不加工作磁场的测量结果差异十分显著。用计算的方法从压力计记录中扣除相应的速度计记录，所得的 $\Delta V/V_0$ 峰值也列于表一中。可以看出这些值与A（或B）型计实验值十分接近。这也有助于说明A（或B）型计结构本身具有自行抵消上述粒子速度噪音的特性。

根据U形电磁速度计基本原理，在恒定均匀磁场及平面范围足够的压力脉冲作用下，若A（或B）型计中 ab, cd 在垂直磁场 \vec{H} 方向的“有效长度”（即投影）相等，则 ab 和 cd 两端分别感生相同的电势且极性相同。因为 a, c 两点等电位，则 b, d 亦即 e, f 两点等电位。

• $\Delta V/V_0$ 为压力计工作臂受压后电阻变化引起的信号电压变化量与受压前初始电压值之比。当待测压力在压力计响应的线性范围内时， $\Delta V/V_0$ 与待测压力成正比。



图三 B型计在有无磁场条件下的实验波形，上下两条曲线中
上：锰铜压力计记录，下：U形电磁速度计记录

表一 A (或B) 型计检验性对比实验结果

工作磁场 (G)	0	790	850	930	950	1050	1090
$\frac{\Delta V}{V_0}$ 峰值	0.325(8-4)	0.328 (8-7-1)	0.341 (8-8-1)	0.352 (8-13)	0.323 (8-11)	0.323* (10-2)	0.325 (10-9)
	0.330(8-14)						
	0.356(10-7)	0.343* (8-7-2)	0.327* (8-8-2)			0.346* (10-3)	0.349 (10-11)
	0.321(10-10)						0.343 (10-12)
	0.323(10-13)						
平均值	0.332	0.337					

注：1. 表中有*标记的数字系普通锰铜压力计测量经相应扣除后的结果。
2. 表中括号内的数字系实验编号。

故压力计两输出端 e 、 f 上无粒子速度信号输出。从 e 、 f 与实验记录系统的联接上 (若 e 接传输电缆皮，则 f 接电缆芯) 可知， ab 和 cd 上感生的同极性、同幅值的电动势恰好输出两个极性相反、幅值相同的信号，它们在量计输出回路中迭加的结果，使得记录示波器上不出现压力计的粒子速度信号，从而说明 A (或 B) 型计能从结构上自行消除其在磁场中的粒子速度噪音。

从上述可知， ab 和 cd 二者存在的“有效长度”的差异，将是这种量计结构给应力波形测量带来影响的主要原因。B型计在这点上优于A型计，它只要保证试件的机械加工精度和适当地注意其在磁场中的相对位置，易于做到使上述“有效长度”差异可以忽略的程度。而A型计，则由于其较长的引线对“有效长度”的影响，这种量计除光刻精度保证 eb 和 df 的宽度相同且中

心线在一条直线上外,还应十分注意控制二者与 \vec{H} 精确平行。

总之,上述新型组合式量计具有结构简单,使用方便的特点,可用于同时测量惰性介质中同一Lagrange位置上的压力和粒子速度随时间的变化过程,原则上,也可用于反应物质中的测量。这种情况将另行专门报导

参加实验工作的还有王翠莲、王圣平、赵成田、陈不琪、姚炳铃等同志,特致谢意。

NEW TYPES OF MULTIPLE PRESSURE-PARTICLE VELOCITY GAUGES

Xiong Changyan