

一种电炮装置

徐兴海 高顺受 陈素年

(1982年4月21日收到)

本文介绍了一种电炮装置。用冲击大电流使铜箔爆炸并加速 0.06 mm 厚的聚脂薄膜飞片, 获得了最高速度约为 $4.5\text{ mm}/\mu\text{s}$ 的结果(飞行距离 5 mm 处, 飞片不平度约 $0.03\mu\text{s}$)。在用电炮驱动飞片撞击黄铜靶板的实验中, 观测到了黄铜靶板的层裂现象。

电炮装置是一种利用爆炸金属箔推动飞片运动的动高压装置^[1], 我们设计和组装了一套这种装置, 一年来的实践表明, 本装置的结构简单, 易于加工, 飞片作用的重复性较好, 达到了预期的设计要求。

整个装置及其联接见图1所示, 其工作过程是: 当电容器组充电到予定的电压后, 由GSJ高速相机给出的信号触发低气压开关, 电容器即向一块以 1.5 mm 厚的酚醛环氧树脂板为夹层的双面铜箔放电, 电流由 45° 角铜箔汇流到爆炸桥箔上, 使其迅速爆炸。铜箔蒸气对紧贴在上的飞片加速。

本装置的能源由四台并联的MY20—9型电容器组成, 电容量为 $36\mu\text{F}$, 短路放电频率为 125 kc , 用一套自制连续可调的恒流充电装置, 对电容充以所需的电压, 电压的控制精度为 5% 。

爆炸箔驱动飞片的装置是由铜箔——飞片——炮筒——光导索探针等组成, 见图2及图3所示。在爆炸后形成的金属蒸

汽推动飞片运动过程中, 由于炮筒的直径略小于方形桥箔的尺寸, 它可以把飞片“剪裁”成园片在筒内加速, 从而改善由桥箔角部电流密度不均匀所造成的飞片的不平面性。

飞片速度的测量采用光导索——台阶法。当飞片撞击到安放在预定位置上的台阶时, 台阶上的光导索探针就传出了光讯号, 并由GSJ高速相机以狭缝扫描的方式记录下来, 上下台阶光导索探针记录下的时间差及已知的台阶高度差 Δh , 就可以计算出飞片在台阶位置上的平均速度 V_f , 变化不同的台阶位置 H , 就可以得到飞片速度与其飞行距离(V_f-H)的变化规律, 图五是在电容器组充电电压为 10 kv , 爆炸铜箔尺寸为 $8\times 8\times 0.06\text{ mm}$, 飞片材料为聚脂薄

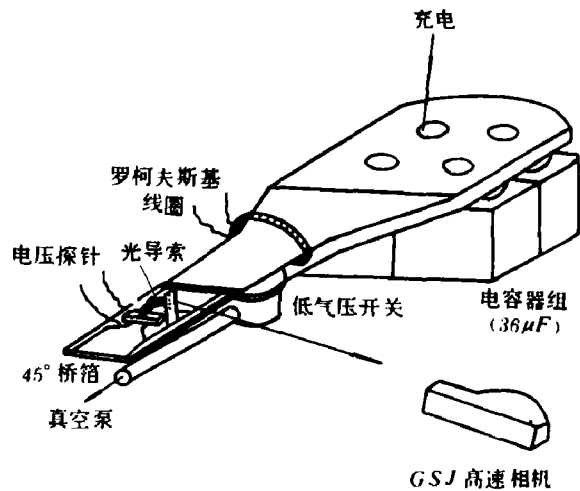


图1 实验装置连接示意图

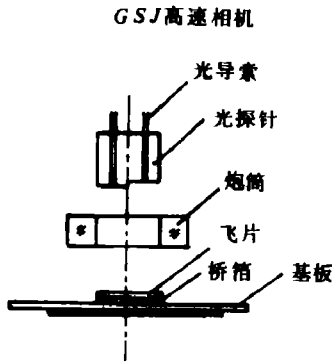


图2 爆炸箔驱动飞片装置及其测速方法示意图

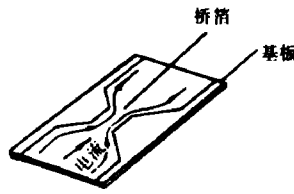


图3 45°角桥箔汇流及电流分布示意图

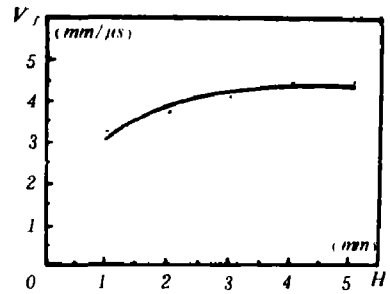


图4 $V_f \sim H$ 曲线

膜，厚度是0.05mm条件下测量出的 $V_f \sim H$ 曲线。

从图4可以看出，在 $H = 5\text{mm}$ 处，飞片速度达 $4.5\text{mm}/\mu\text{s}$ 。对应于该点的飞片不平面度为 $0.03\mu\text{s}$ ，这一数值与所用记录仪器的分辨率相当。当台阶高度 $H = 0$ 时，从测得的光讯号，可获得关于飞片不平面性的数据。

在每次实验时，我们还同时进行爆炸过程的电流及电压监测，电流用罗柯夫斯基线圈测量，电压用分压器测量，典型的示波器记录见图5。其相应的爆炸电流为 $22.2 \times 10^4\text{A}$ ，爆炸时刻为 $1.74\mu\text{s}$ ，爆炸时

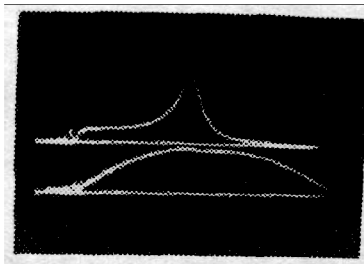


图5 爆炸铜箔的电流、电压示波图

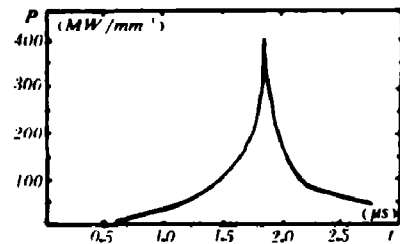


图6 P-t 曲线

箔上的平均电压为 7900V 。根据上列的测量，计算出比功率——时间曲线，见图6。

此外我们还作了飞片击靶的实验，实验条件如下，电容器组的充电电压为 15kv ，爆炸铜箔的尺寸为 $15 \times 15 \times 0.03\text{mm}$ 及 $15 \times 15 \times 0.06\text{mm}$ 两种，聚脂薄膜飞片厚度为 0.1mm ，黄铜靶厚 1mm ，从回收的样品上观察到层裂现象，图7所示为铜靶板层裂的照片。



图7 左图是黄铜靶层裂俯视照片 右图是黄铜靶板层裂的侧视照片

参加本工作的还有戴英、冷观松、芮福全、于素花、韩俊玉等。张寿齐同志对本工作给了很大帮助，沈金华同志也给了热情支援，我们深切感谢。

参 考 文 献

- (1) Weingart, R. C., UCRL-S2000-70-8 (1976)
 (2) Schmidt, S. C., Seitz, W. L., Wackrio Jerry, LA-6809

AN ELECTRIC GUN DEVICE

Xu Xinghai Gao Shunshou Chen Shunian

轴对称电磁传感器的计算方法

唐阳纯

(1982年5月24日收到)

轴对称电磁传感器是测量绝缘材料内部波后粒子速度和导体自由面速度剖面的有效方法之一。它具有结构简单、使用方便和成本低廉等特点。1973年, J. N. Fritz 和 J. A. Morgan^[1]发展了这种传感器。他们用格林函数映象法导出了关连该传感器测得的感生电动势和待求的粒子速度的积分微分方程。文中只给出了这个方程的一般形式, 没有阐述具体求解方法。因此, 本文着重研究了该传感器的计算方法和数据处理方法。由于条件所限, 磁场分布是计算出来的。本文在文献[1]给出的积分微分方程的基础上, 采用了 Bernard Hayes^[2]导出的轴对称磁场的近似计算公式, 用牛顿迭代法数值求解了该积分微分方程。由于电讯号通过传输通道时, 要受到通道的畸变, 因此, 在数据处理时, 我们采用了受畸变电讯号的数学反演方法^[3], 将示波器测得的讯号电压反演到传感器输出端的真实感生电动势。

对于图1所示实验装置, 当导体自由面在磁场中运动时, 其中要产生涡流, 此时变涡流产生的时变磁场叠加在原来轴对称磁场上, 使检测线圈产生感生电动势。此感生电动势与自由面速度相关。因此, 由示波器记录下来的感生电动势就能计算出自由面速度来。

由示波器记录下来的感生电动势 $E(t)$ 与自由面速度 u_f 之间的关系可用如下积分微分方程关连起来^[1]:

$$E(t) = u_f(t)F(\rho(t, t)) - [u_f(t) - u_i] \int_{-\infty}^t u_f(t')F'(\rho(t, t'))dt', \quad (1)$$

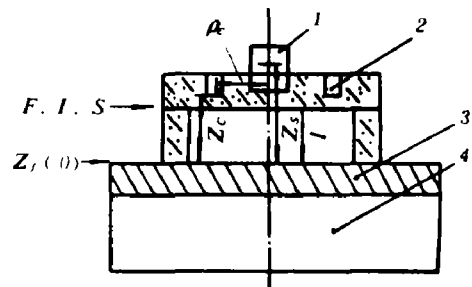


图1 轴对称电磁传感器示意图。1为圆柱形永磁体; 2为线圈; 3为飞片; 4为主药柱。