

高压物理学报

PVDF压电传感器及敏感单元设计关键技术

张旭 覃双 杨舒棋 彭文杨 赵锋 于君 钟斌

Key Design Techniques for PVDF Sensitive Element Used in Dynamic Compression Experiments

ZHANG Xu, QIN Shuang, YANG Shuqi, PENG Wenyang, ZHAO Feng, YU Jun, ZHONG Bin

引用本文:

张旭, 覃双, 杨舒棋, 等. PVDF压电传感器及敏感单元设计关键技术[J]. 高压物理学报, 2020, 34(2):023401. DOI: 10.11858/gywlb.20190796

ZHANG Xu, QIN Shuang, YANG Shuqi, et al. Key Design Techniques for PVDF Sensitive Element Used in Dynamic Compression Experiments[J]. Chinese Journal of High Pressure Physics, 2020, 34(2):023401. DOI: 10.11858/gywlb.20190796

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11858/gywlb.20190796>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

用PVDF压力计研究未反应JB-9014钝感炸药的Gr ü neisen参数

Using PVDF Gauge to Study Gr ü neisen Parameter of Unreacted JB-9014 Insensitive Explosive

高压物理学报. 2018, 32(5): 051301 <https://doi.org/10.11858/gywlb.20180524>

冲击载荷作用下PZT-5压电陶瓷的力电特性

Dynamic Behavior of PZT-5 Piezoelectric Ceramics under Impact Loading

高压物理学报. 2019, 33(5): 054204 <https://doi.org/10.11858/gywlb.20180708>

晶体塑性有限元在材料动态响应研究中的应用进展

Advances in the Study of Dynamic Response of Crystalline Materials by Crystal Plasticity Finite Element Modeling

高压物理学报. 2019, 33(3): 030108 <https://doi.org/10.11858/gywlb.20190725>

金属隔层和空气间隙对钝感炸药冲击起爆的影响

Effects of Metal Interlayer and Air Gap on the Shock Initiation of Insensitive Explosives

高压物理学报. 2020, 34(3): 033401 <https://doi.org/10.11858/gywlb.20190816>

平面冲击波在有机玻璃中的衰减规律

Attenuation of Plane Shock Wave in PMMA

高压物理学报. 2018, 32(4): 044201 <https://doi.org/10.11858/gywlb.20170643>

基于埋入式应变片的纤维缠绕压力容器的健康监测

Structural Health Monitoring of Filament Wound Pressure Vessel by Embedded Strain Gauges

高压物理学报. 2019, 33(4): 043401 <https://doi.org/10.11858/gywlb.20190726>

PVDF 压电传感器及敏感单元设计关键技术

张旭¹, 覃双², 杨舒棋², 彭文杨², 赵锋¹, 于君¹, 钟斌¹

(1. 中国工程物理研究院流体物理研究所, 四川 绵阳 621999;

2. 中国工程物理研究院研究生部, 四川 绵阳 621999)

摘要: 研究了聚偏二氟乙烯 (PVDF) 柔性压电传感器敏感单元设计关键技术和工艺。通过传感器敏感单元设计、电极制作、极化和封装研究实现功能, 结合动态冲击压缩实验, 对自主研制的 PVDF 传感器在不同压力段进行标定和 A 类不确定度评价, 实验数据的 A 类不确定度优于 10%, 说明所研制的 PVDF 压电传感器精度高、重复性好, 能够满足 0.3~10.0 GPa 动态冲击压力测量应用需求。目前产品设计水平已达到 6 级, 后续将进一步开展更高压段有效性的应用设计、温度补偿效应研究和工程化产品设计。

关键词: PVDF 压电传感器; 电极制作; 极化封装; 动态标定

中图分类号: O521.3; TJ55

文献标识码: A

传感器技术、通信技术、计算机技术构成了现代信息技术的 3 大支柱。压电式传感器以频响高、体积小、质量轻、频带宽等特点^[1-3], 成为高技术领域中制备小型化及多功能化器件的重要元件之一。薄膜型压电传感器的敏感单元为铁电聚合物薄膜, 在电子、超声、水声、红外、导航、生物等多个领域应用广泛。早在 19 世纪 40 年代人们便开始了高分子聚合物压电性能研究^[4-6], 但直到 70 年代才将其制成压电薄膜传感器。压电聚合物通常为非导电性高分子材料, 从原理上看没有可移动的电子电荷, 但在某些特定的条件下(经延展拉伸、极化等), 带负电荷的引力中心可以被改变, 从而成为具有压电性的高分子压电薄膜。常见的高分子压电薄膜有聚氟乙烯(PVF)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚氯乙烯(PVC)、尼龙 11 等。

动高压聚合物薄膜测量技术的核心内容之一是敏感单元压电性能研究^[7-9]。PVDF 传感器的敏感单元是 PVDF 压电薄膜。PVDF 薄膜属于半结晶的高分子聚合物, 晶区至少存在 4 种晶型结构(α 相、 β 相、 γ 相和 δ 相), 其压电性能直接与极性 β 相相关。在常温常压下, 通过 PVDF 溶液挥发或熔融结晶得到的 PVDF 初始膜主要以非极性 α 相为主; 对 PVDF 初始膜进行单轴拉伸或高电压极化处理, 可产生具有更多压电 β 相的 PVDF 压电薄膜。

本研究首先探讨 PVDF 传感器的设计和制作工艺, 包括初始膜制备、单轴拉伸取向诱导压电相、高压热极化试验、封装技术等; 然后采取溶液等温结晶法制备初始 PVDF 薄膜, 对初始膜进行单轴拉伸试验, 分析不同拉伸倍率、拉伸速率和拉伸温度对 PVDF 薄膜中结晶相的影响; 接着在高电场交流极化实验中, 分析不同电场频率和幅值对 PVDF 薄膜位移电流的影响, 获得薄膜本征位移电流曲线; 最后对传感器的形状、尺寸、厚度进行设计, 封装完成 PVDF 压电薄膜传感器。希望本研究结果有助于提高 PVDF 薄膜材料在动态冲击过程中的检测能力和可靠性, 推进响应快、测量范围宽、灵敏度高的聚合物薄膜测量技术在动高压冲击实验中的应用。

* 收稿日期: 2019-06-26; 修回日期: 2019-07-14

基金项目: 国防科工局技术基础项目(JSZL2016212C001); 科学挑战计划(TZ20118001)

作者简介: 张旭(1972—), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事流体动力学研究. E-mail: caepzx@sohu.com

1 PVDF 敏感单元设计

PVDF 压力计上、下电极的重合部分为其敏感单元。当外力使 PVDF 压力计的敏感单元发生变形时,薄膜敏感单元表面就会产生与应力大小成正比的电荷量。本研究设计的敏感单元尺寸为 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$, 薄膜厚度选用 $20\text{ }\mu\text{m}$ 或 $30\text{ }\mu\text{m}$ 。PVDF 传感器总厚度小于 0.1 mm , 有利于提高响应时间。敏感单元电极结构如图 1 所示。

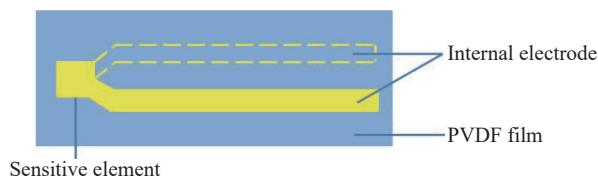


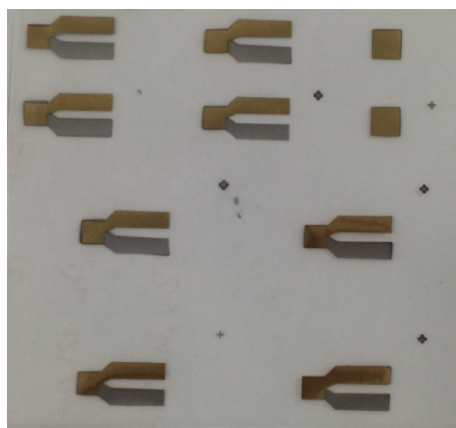
图 1 敏感单元形状设计

Fig. 1 Sensitive element design

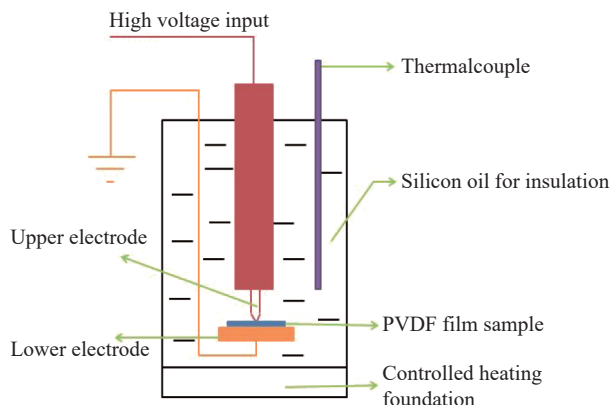
1.1 电极制作和极化

敏感单元使用双层电极结构,下电极 Pt 的厚度为 50 nm , 上电极 Au 的厚度为 250 nm 。敏感单元的尺寸直接影响 PVDF 薄膜的铁电性能测试, 因此要精确控制敏感单元的尺寸。为了获得特定形状的内电极金属结构, 使用掩膜法在 PVDF 薄膜衬底上的特定位置沉积金属电极结构。为了提高敏感单元面积精度, 采用双面掩模板结构, 上、下掩模板的对位精度控制在 $\pm 0.05\text{ mm}$ 以内。PVDF 薄膜的居里温度约为 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$, 对热敏感, 在镀电极过程中温度的上升会引起电极与 PVDF 薄膜间的热应力增大, 影响电极和 PVDF 薄膜的黏结度, 且对薄膜性能造成影响, 因此在沉积金属电极时, 需对沉积温度进行严格控制。上电极 Au 的导电性好, 但与 PVDF 薄膜的黏合度较差, 而金属 Pt 与 PVDF 薄膜的黏合度较好, 但是活性较低, 所以采用 Au/Pt 双层金属电极结构, 能够发挥两种金属的各自优点, 使电极结构的附着力强、导电性好。

在溅射金属薄膜电极过程中, 有两个溅射参数需要重点关注, 即溅射功率和工作压强。当溅射功率较大时, 电离出的 Ar^+ 的能量较大, 轰击靶材溅射出更多的粒子, 粒子的迁移速率变大, 易形成连续电极结构; 但溅射功率过高时, 溅射出的高能粒子将会产生反溅射作用, 对薄膜衬底造成损害。当工作压强增大时, 溅射粒子向薄膜运动的过程中受到室内气体散射的几率增大, 薄膜上沉积的粒子能量减少, 且平均粒径减小。过高的工作压强会降低沉积速率, 不利于形成连续电极; 而过低的工作压强会使沉积的电极表面粗糙度增大。本实验采用多次间歇溅射, 溅射温度为室温。所得的 PVDF 薄膜衬底沉积金属薄膜内电极结构如图 2(a) 所示, 可见, 金属电极与薄膜无褶皱, 电极边界清晰。



(a) Internal electrode deposition of PVDF film



(b) Schematic of the thermal poling method

图 2 PVDF 薄膜电极结构和热极化装置

Fig. 2 Schematic diagram of PVDF film electrode and thermal polarization

对于 PVDF 薄膜, 一般采用拉伸工艺获得含量较多的压电 β 相, 但此时薄膜中的偶极子排列无序, 宏观上不显电性, 需要经过人工极化处理。通过施加高电压可使薄膜中的偶极子沿外电场方向有序排

列,当去除电场后,一部分偶极取向瞬间消失,另一部分偶极取向保留下来,称为剩余极化强度,它直接反映 PVDF 薄膜的压电性。PVDF 是偶极电荷型压电铁电聚合物,极化以偶极子的转向优先,常采用热极化方法和电晕放电方法极化,此时偶极子取向由沉积在电介质中的空间电荷场诱导产生。电晕极化是在薄膜表面注入新的导电载流子,使薄膜的电导增强,击穿场强降低。热极化方法具有设备简单、操作方便、极化彻底等优点。因为空气的击穿场强较低,所以本研究采用热极化方法对 PVDF 薄膜进行高压热极化处理,如图 2(b)所示。在样品盒内充满绝缘油,本研究选用硅油。硅油的介电常数高,将硅油作为绝缘介质时,可避免高电压的边缘飞弧,可施加极高的极化电压。热极化过程中伴随着分子链、离子、空间电荷的运动,导致薄膜表面弯曲变形,影响敏感面积的稳定极化,因此极化过程需要对样品施加一定的压强。

图 3(a)显示了对 20 μm 厚 PVDF 薄膜施加不同幅值极化电场时所得的位移电流曲线。可以看出,随着电场强度的增加,位移电流的电阻、电容效应越来越弱,说明 350 MV/m 的场强为 20 μm 厚 PVDF 薄膜的最佳热极化条件,此时的位移电流和电滞回线如图 3(b)所示。

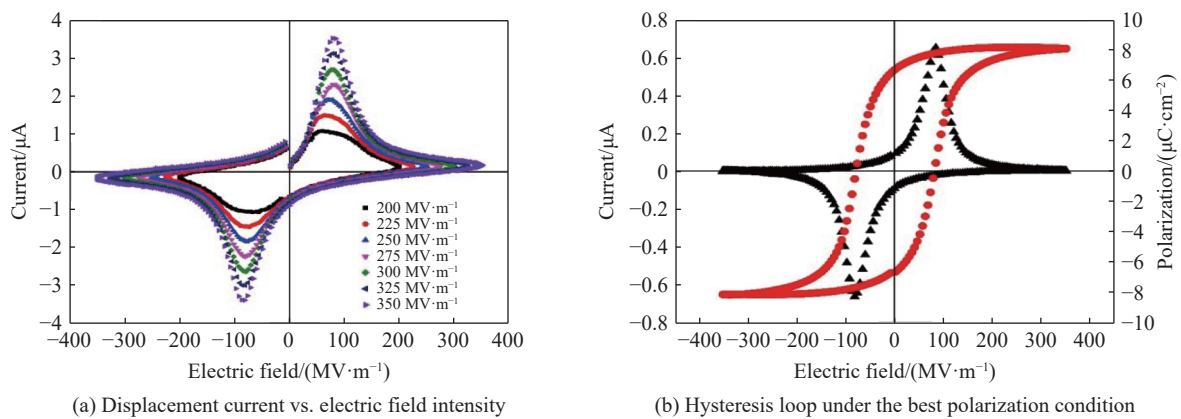


图 3 20 μm 厚 PVDF 薄膜的热极化

Fig. 3 Effect of polarized electric field on 20 μm thick PVDF film

1.2 敏感单元封装

使用磁控溅射完成 PVDF 传感器内电极的制作后,内电极 Au/Pt 双层金属电极结构,总厚度为 300 nm。使用紫铜箔作为外电极,并用聚酰亚胺 (PI) 薄膜进行封装。因为 PVDF 本身为高阻元器件,外部保护膜的阻抗应大于传感器本身阻抗 2 个数量级以上,PI 薄膜的电阻率为 $1.014 \sim 1.015 \Omega\cdot\text{m}$,PVDF 薄膜体积电阻率为 $1.011 \Omega\cdot\text{m}$,所以 PI 薄膜厚度应不小于 PVDF 薄膜厚度的 1/10 即可满足使用要求。本研究使用的 PVDF 薄膜的厚度分别为 20 μm 和 30 μm ,PI 封装薄膜厚度为 25 μm 。图 4 为 PVDF 传感器所示 3 层结构封装示意图,上、下内电极的重叠部分为敏感单元,其尺寸为 $3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$,内电极与外电极铜箔使用冷压技术连接,然后将低损耗同轴电缆与外电极铜箔焊接。

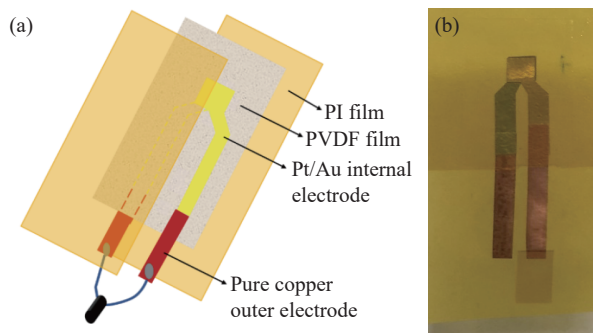


图 4 PVDF 传感器结构

Fig. 4 PVDF sensor structure

2 动态冲击设计和标定

2.1 测试系统组件选择

当外界压力使压电材料发生变形时,压电材料的表面会产生与应力大小成正比的电荷量,电介质

内部的电偶极子排序改变上下表面的电势,与表面接触的两个电极上的电荷重新调整,以平衡PVDF表面电势,因此在电路中存在电荷流动。将PVDF压电薄膜等效为电容,测量所产生的电荷,可采用两种模式测量:电流模式和电荷模式。电荷法适合信号变化要求不高的数据采集模式,频响(上升时间)受电荷积分器响应特性的影响;电流法适合于高频响数据采集,尤其是压力高于20 GPa的数据采集,缺点是误差与测试电缆长度的关联性高。考虑到本研究在低压范围标定,电荷积分器满足频率响应,因此选取电荷模式。

电荷模式是将传感器并联一个匹配电容,将其产生的电荷 $Q(t)$ 导入该电容,然后外接显示设备,输出与外界压力 $\sigma(t)$ 直接对应的电压信号 $V(t)$,该方法也称直接测量法,如图5(a)所示,其中 R_a 为传感器内阻。电荷测试部分采用无源 RC 积分电路,如图5(b)所示。在无源 RC 积分电路中,若时间常数 $\tau = RC$ 足够大,则外加电压时,电容上的电压只能慢慢上升。所以在测量时间远小于时间常数 τ 的时间范围内,电路达到稳态的时间长,电容 C 两端的电压很小,输入电压主要降落在电阻 R 上,此时充电电流 i_c 和输出电压 $u_0(t)$ 为

$$i_c = u_i(t)/R \quad (1)$$

$$u_0(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i_c dt = \frac{1}{C} \int_0^t \frac{u_i(t)}{R} dt = \frac{1}{RC} \int_0^t u_i(t) dt \quad (2)$$

式中: $u_i(t)$ 为输入电压。可以看出,输出电压 $u_0(t)$ 近似与输入电压 $u_i(t)$ 的时间积分值成比例。 $\int_0^t [u_i(t)/R] dt$ 为流过电阻 R 的电流积分,即电路中所产生的电荷 $Q(t)$,所以该种测量方式为电流模式,此时电路中的电荷为

$$u_0(t) \cdot C = Q(t) \quad (3)$$

测试元件中电容 C 的选择依据: RC 积分电路中时间常数 τ 远远大于输入脉冲宽度(一般超过10倍)。计算时间常数 τ ,若电容 C 的单位为 F, R 的单位为 Ω ,则时间常数 τ 的单位为 s。当 $C = 0.1 \mu\text{F}$ 时

$$\tau = RC = 50 \times 0.1 \times 10^{-6} \text{ s} = 5000 \text{ ns} \quad (4)$$

对于所测系统而言,频响(上升时间)为 $50 \sim 150 \text{ ns}$,所以选用 $C = 0.1 \mu\text{F}$ 的电容,能够保证 $\tau \gg t$ (10倍以上)。

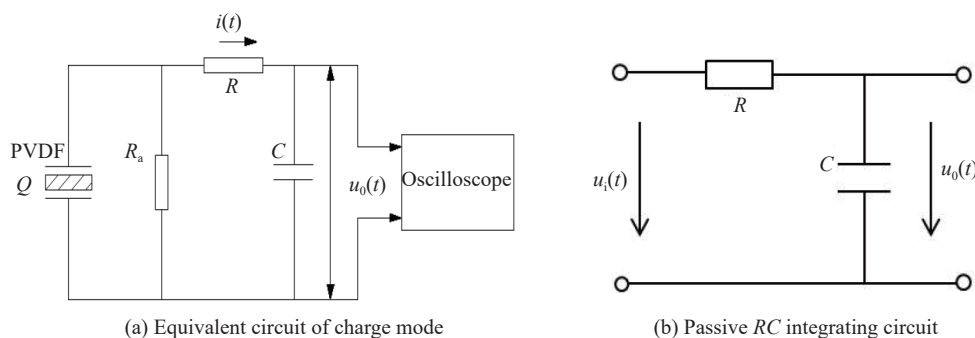


图5 压电薄膜传感器电荷模式等效电路

Fig. 5 The equivalent circuit of electric charge mode of PVDF film sensor

本研究选用 50Ω 特征阻抗的同轴电缆,阻抗匹配的测试系统电路如图6所示,其中 C_1 为电缆电容, R_1 为传感器泄漏电阻和电缆电阻, Z_0 为同轴电缆特征阻抗 (50Ω), R_c 是与同轴电缆阻抗匹配的电阻阻值 (50Ω), C 为 $0.1 \mu\text{F}$ 。

2.2 PVDF 传感器动态冲击压缩实验标定方法

采用对称碰撞方法(飞片和靶为同种材料)标定 PVDF 传感器的动态压缩曲线。所选材料为 PMMA、LY12 铝和 45 钢,将 PVDF 传感器粘在样品和飞片的撞击面上,如图7所示。飞片击靶速度

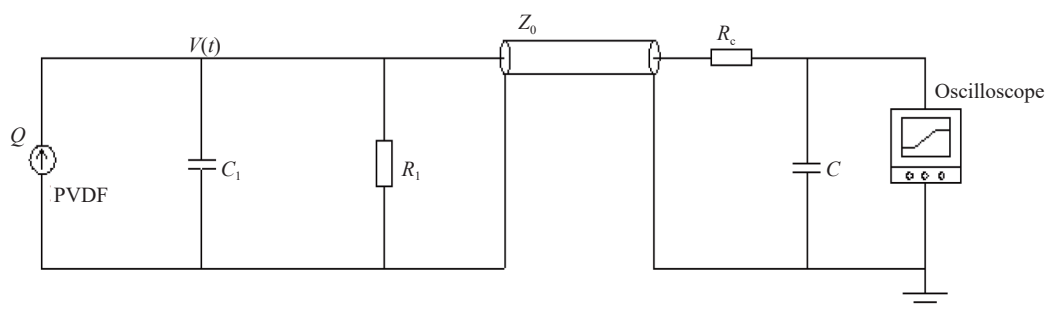


图 6 测试系统测量电路

Fig. 6 Measurement circuit of PVDF film sensor test system

u_0 采用激光遮断法测量, 利用飞片遮断测速环中不同路光纤的激光信号得到相应的时间差, 测速环由 3 路光纤组成, 每路光纤间距 8.5 mm。

按照应力波理论中的阻抗匹配法, 对称碰撞过程中靶中冲击波阵面后粒子速度 u_p 是飞片击靶速度 u_0 的 1/2, 结合样品材料的冲击 Hugoniot 关系式, 通过测量撞击速度 u_0 可确定标定压力值

$$\sigma = \rho_0 D u_p = \rho_0 (c_0 + \lambda u_p) u_p = \frac{1}{2} \rho_0 \left(c_0 + \frac{1}{2} \lambda u_0 \right) u_0 \quad (5)$$

式中: D 为冲击波速度, km/s; ρ_0 为样品初始密度, g/cm³; c_0 为线性 Hugoniot 关系式中常系数, km/s; λ 为线性 Hugoniot 关系式中常系数; u_0 为飞片撞击速度, km/s; u_p 为样品中的粒子速度, km/s。式(5)给出了撞击压力 σ 与飞片击靶速度 u_0 的对应关系。实验中所使用撞击材料的 Hugoniot 参数列于表 1。

PVDF 压电传感器的输出电荷由电荷积分器采集, 然后由示波器输出电压得到聚合物薄膜敏感压力-电荷密度标定曲线。

2.3 30 μ m 厚 PVDF 传感器动态冲击压缩实验标定

对于敏感单元厚度为 30 μ m 的 PVDF 传感器, 在 0.3~10.0 GPa 压力区间由电荷法得到的实验结果如表 2 所示, 其中: 低压段采用气炮加载方式, 高压段采用火炮加载方式, $U_{\max}$ 为电压峰值, $(Q/A)_{\max}$ 为电荷密度峰值, d_{33} 为压电常数, P_r 为剩余极化强度。

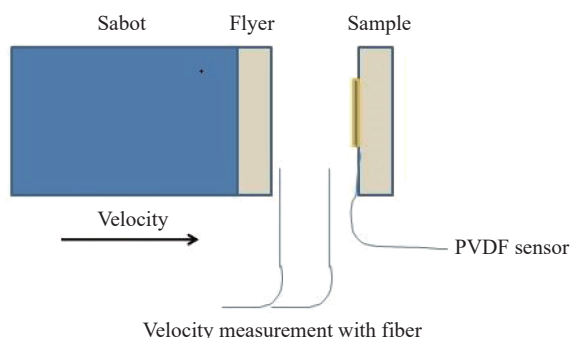
PVDF 传感器在一定压力范围内具有线性度, 但是在较宽压力范围内不具备线性响应特性。本研究中, 为了提高标定曲线的精度, 选取幂函数、线性函数和多项式分别进行拟合。结果表明, 幂函数的拟合精度最高, 为此选择幂函数拟合标定曲线。采用幂函数, 分别对表 2 中 0.35~2.30 GPa 和 2.4~10.7 GPa 压力区间的实验数据进行拟合。低压段拟合结果如图 8 所示, 拟合曲线方程为

$$\frac{Q}{A} = (1.001\,66 \pm 0.031\,18) \cdot \sigma^{(0.565\,11 \pm 0.045\,67)} \quad (6)$$

其相关指数为 0.989, 剩余标准差为 6.611%。高压段采用 $\frac{Q}{A} = a\sigma^b$ 函数进行拟合, 如图 9 所示, 拟合曲线方程为

$$\frac{Q}{A} = (0.779\,60 \pm 0.091\,40) \cdot \sigma^{(0.498\,43 \pm 0.056\,81)} \quad (7)$$

其相关指数为 0.979, 剩余标准差为 10.015%。



Velocity measurement with fiber

图 7 对称碰撞实验示意图

Fig. 7 Experimental scheme of symmetrical impact

表 1 Al 和 45 钢的 Hugoniot 参数

Table 1 Hugoniot parameters of Al and 45 steel

Material	$\rho_0/(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	$c_0/(\text{km} \cdot \text{s}^{-1})$	λ
Al	2.785	5.328	1.338
45 steel	7.850	4.483	1.332

表 2 电荷法实验结果
Table 2 Experimental results by charge method

Exp.No.	Material of flyer	$u_0/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	p/GPa	U_{max}/V	$(Q/A)_{\text{max}}/(\mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-2})$	$d_{33}/(\text{pC}\cdot\text{N}^{-1})$	$P_t/(\mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-2})$
0830-1	LY12 Al	48.434	0.361 2	0.598 67	0.665 2	12.0	8.279 7
0830-2	45 steel	83.384	1.473 0	1.097 90	1.219 9	10.8	7.528 9
0830-3	45 steel	109.557	1.942 8	1.367 27	1.519 2	10.5	7.878 1
0830-4	45 steel	129.536	2.303 8	1.433 01	1.592 2	15.5	7.987 1
0831-1	LY12 Al	126.221	0.950 6	0.813 58	0.904 0	15.2	10.301 7
1128-1	LY12 Al	47.137	0.351 5	0.459 01	0.510 0	15.1	7.806 1
1030	LY12 Al	628.531	5.395 0	1.636 01	1.817 8	15.6	6.934 0
1026	PMMA	1 004.704	2.426 1	1.120 07	1.244 5	15.3	7.832 2
1107	LY12 Al	970.275	8.069 3	1.883 43	2.092 7	11.4	7.216 3
1108	LY12 Al	1 250.441	10.725 5	2.357 62	2.619 6	12.8	8.287 2

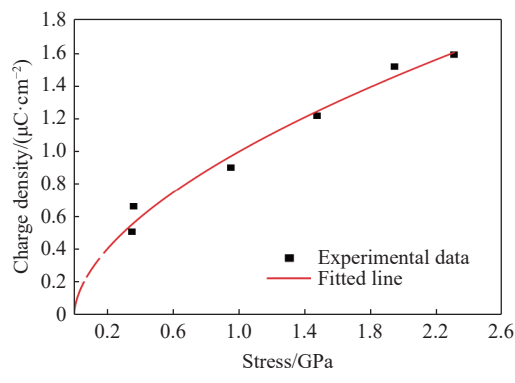


图 8 30 μm-PVDF 传感器低压段标定曲线
Fig. 8 Calibration curve of 30 μm-PVDF in low pressure

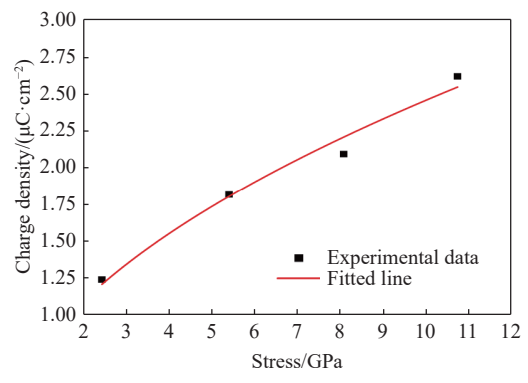


图 9 30 μm-PVDF 传感器高压段标定曲线
Fig. 9 Calibration curve of 30 μm-PVDF in high pressure

3 结 论

介绍了 PVDF 传感器研制过程的关键技术和工艺;在此基础上采用气炮加载装置进行了低压段和高压段一维平面应力标定方法研究,使用电荷测量模式,得到了敏感单元厚度为 30 μm 的 PVDF 传感器在 0.35~2.30 GPa 和 2.4~10.7 GPa 压力范围的冲击压力与电荷密度关系。为了得到最佳的标定曲线,使用幂函数分别对低压段和高压段进行拟合,相关指数接近 1,且剩余标准差最小。在标定实验过程中,当冲击压力大于 10 GPa 时,敏感单元厚度为 30 μm 的 PVDF 传感器的响应时间为 37.2 ns,说明传感器具有较高的频率响应特性。

参考文献:

- [1] KAWAI H. The piezoelectricity of poly (vinylidene fluoride) [J]. [Japanese Journal of Applied Physics](#), 1969, 8(7): 975–976.
- [2] BAUER F. Method and device for polarizing ferroelectric materials: 4611260 [P]. 1986–09–09.
- [3] BAUER F, LICHTENBERGER A. Use of PVF2 shock gauges for stress measurements in Hopkinson bar [C]// SCHMIDT S C, HOLMES N C. Shock Waves in Condensed Matter. California, 1987: 751–755.
- [4] OBARA T, BOURNE N K, MEBAR Y. The construction and calibration of an inexpensive PVDF stress gauge for fast pressure measurements [J]. [Measurement Science and Technology](#), 1995, 6(4): 345.
- [5] SALISBURY D A, WINTER R E, TAYLOR P, et al. The response of foams to shock compression [J]. AIP Conference

- Proceedings, 2000, 505(1): 197–200.
- [6] FIELD J E, WALLEY S M, PROUD W G, et al. Review of experimental techniques for high rate deformation and shock studies [J]. *International Journal of Impact Engineering*, 2004, 30(7): 725–775.
- [7] GAMA B A, LOPATNIKOV S L, GILLESPIE Jr J W. Hopkinson bar experimental technique: a critical review [J]. *Applied Mechanics Reviews*, 2004, 57(4): 223–250.
- [8] YANG L M, SHIM V P W. An analysis of stress uniformity in split Hopkinson bar test specimens [J]. *International Journal of Impact Engineering*, 2005, 31(2): 129–150.
- [9] 席道瑛, 郑永来. PVDF 压电计在动态应力测量中的应用 [J]. *爆炸与冲击*, 1995, 15(2): 174–179.
- XI D Y, ZHENG Y L. Application of PVDF gauges to dynamical stress measurements [J]. *Explosion and Shock Waves*, 1995, 15(2): 174–179.

Key Design Techniques for PVDF Sensitive Element Used in Dynamic Compression Experiments

ZHANG Xu¹, QIN Shuang², YANG Shuqi², PENG Wenyang², ZHAO Feng¹, YU Jun¹, ZHONG Bin¹

(1. *Institute of Fluid Physics, CAEP, Mianyang 621999, Sichuan, China;*

2. *The Graduate School of CAEP, Mianyang 621999, Sichuan, China*)

Abstract: This paper introduces key design techniques for PVDF sensitive element used in dynamic compression experiments. Based on the sensitive element design, electrode design, sensitive element polarization and sealing, PVDF dynamic pressure sensors are well design and produced. We also made dynamic experiments in order to calibrate the PVDF sensor. The results show that A-type uncertainty is less than 10%, which can be used in the dynamic pressure range of 0.3–10.0 GPa. We will extend the application to higher pressure range and consider the temperature effects.

Keywords: PVDF piezo-electric sensor; PVDF sensor electrode; polarization and sealing; dynamic calibration