

T/ZJATA

浙 江 测 试 团 体 标 准

T/ZJATA 0031—2025

薄膜压力传感器 压力-电信号标定 试验方法

Thin film pressure sensor—Pressure electrical signal calibration
test method

2025 - 09 - 12 发布

2025 - 10 - 12 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 试验原理 1

5 试验条件 2

6 试验装置 2

 6.1 砝码 2

 6.2 压力试验机 3

 6.3 电信号测量装置 3

 6.4 压头 3

7 试验步骤 3

 7.1 通则 3

 7.2 逐点步进标定法 3

 7.3 连续标定法 4

8 数据处理 4

 8.1 逐点步进标定法的数据处理 4

 8.2 连续标定法的数据处理 4

 8.3 数据拟合 5

9 试验报告 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省分析测试协会提出并归口。

本文件起草单位：中国计量大学、浙江清华柔性电子技术研究院、中国计量科学研究院、工业和信息化部电子第五研究所、柔检（嘉兴）科技有限公司、上海市质量监督检验技术研究院有限公司、浣江实验室、浙江大学。

本文件主要起草人：何志峰、周浩淼、朱海斌、朱明敏、刘阳、杨晓锋、何海波、潘梦忠、徐祝青、李宸、张弘、张英、王宗荣、曲绍兴、石明静。

薄膜压力传感器 压力-电信号标定 试验方法

1 范围

本文件描述了薄膜压力传感器（以下简称“传感器”）压力-电信号标定试验的术语和定义、试验原理、试验条件、试验装置、试验步骤、数据处理和试验报告。

本文件适用于薄膜压力传感器的压力-电信号标定的试验。

2 规范性引用文件

下列文件对于文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16826—2023 电液伺服万能试验机

3 术语和定义

3.1

薄膜压力传感器 thin film pressure sensor

基于薄膜基底材料制备而成，通过在基底材料上集成敏感元件以感知压力变化，并将压力转换为可测量电信号的传感器。

3.2

标定 calibration

通过试验确定传感器电参数和力参数之间的对应关系。

3.3

压头 pressure head

将压力施加至传感器敏感区的工装。

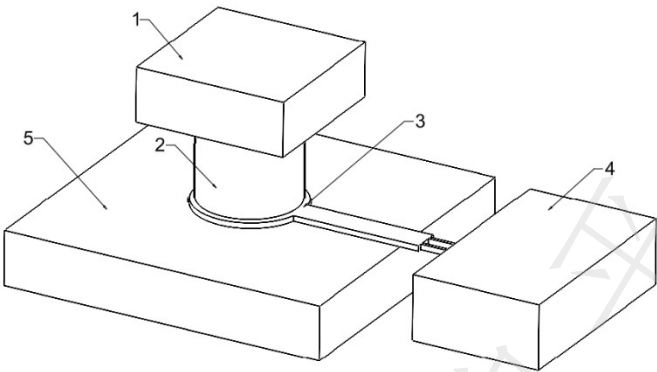
3.4

敏感区 sensitive area

传感器表面能够感受压力的区域。

4 试验原理

通过压力施加装置向传感器敏感区逐步施加压力，同时采用电信号测量装置进行测定传感器电信号数据，根据所施加压力值和测得的传感器电信号数据进行拟合处理（见图1）。



标引序号说明：

- 1——压力施加装置；
- 2——压头；
- 3——压力传感器；
- 4——电信号测量装置；
- 5——试验台。

图1 试验示意图

5 试验条件

5.1 环境试验条件应满足以下要求：

- a) 环境温度按表1；
- b) 环境湿度：相对湿度 $\leq 85\%$ ，波动 $\leq \pm 5\%$ ；
- c) 环境大气压：86kPa~106kPa；
- d) 振动/冲击：试验台需防震设计，避免机械应力影响输出结果；
- e) 磁场：除地磁场外，应无其它外界磁场。

表1 不同准确度等级的试验环境温度

传感器准确度等级	环境温度（℃）
0.1、0.2、0.3、0.5	20±2
1.0、1.5、2.0、2.5	20±5

5.2 当传感器用于宽温环境（-40℃~125℃）时，应在高温（ $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ）、低温（ $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ）环境下进行额外标定。

6 试验装置

6.1 砝码

砝码应符合以下要求：

- a) 砝码组的重量范围应覆盖传感器的标定量程；
- b) 压力试验机通过计算机的显示器或数字式指示装置应能实时连续地显示和记录力值；
- c) 砝码底面应平整，表面保持清洁。

6.2 压力试验机

压力试验机应符合以下要求：

- a) 压力试验机的压力范围应覆盖传感器的标定量程；
- b) 压力试验机的准确度级别应优于传感器的准确度要求，宜选用0.5级或更高准确度级别；
- c) 压力试验机安装水平度应符合GB/T 16826—2023中5.1的规定；
- d) 试验台的工作表面应符合GB/T 16826—2023中5.3.4.2中的规定；
- e) 压力试验机在施加力和卸载力的过程中应平稳，无冲击和振动现象；
- f) 压力试验机通过计算机的显示器或数字式指示装置应能实时连续地显示和记录力值。

6.3 电信号测量装置

电信号测量装置应符合以下要求：

- a) 根据传感器类型或功能原理选择适应的电信号测量装置，宜使用数字源表、阻抗分析仪、台式万用表等；
- b) 测量电信号类型包括电阻、电压、电流等；
- c) 电信号测量装置准确度误差应不超过被测传感器允许误差的1/5。

6.4 压头

压头应符合以下要求：

- a) 压头形状应根据传感器敏感区形状选择适配的圆柱体、长方体等；
- b) 压头与传感器的接触面大小应接近且不超过传感器敏感区；
- c) 高分子材料压头邵氏硬度为65HD~90HD，金属材料压头洛氏硬度为60HRB~85HRB，具体可参照传感器量程选定；
- d) 压头与传感器的接触面应高度抛光，且表面无缺陷。

7 试验步骤

7.1 通则

标定试验方法分为逐点步进标定法和连续标定法。逐点步进标定法通过逐点步进完成压力施加和数据记录，连续标定法需采用压力试验机对传感器进行连续压力施加和数据记录，试验应按照传感器技术要求和试验条件选取适应的试验方法。试验中，压头与试验台需保持垂直。

7.2 逐点步进标定法

7.2.1 砝码标定法

试验步骤如下：

- a) 根据压力传感器技术要求，确定一系列压力标定点；
 - b) 称取压头重量，不应超过最小压力标定值；
 - c) 测量压头与传感器接触面的面积；
 - d) 传感器应稳固地布置于刚性试验台上以保证试验过程中传感器不产生位移，试验台应保持清洁；
 - e) 将压头垂直放置于传感器敏感区，进而放置砝码，放置过程不应有冲击和振动；
 - f) 开启电信号采集，压力保持时间宜为10s~15s，对于特殊场景要求，压力保持时间可以延长。
- 依次递增压力，直至全部标定点的试验完成。

7.2.2 压力试验机标定法

试验步骤如下：

- a) 同 7.2.1 a)；
- b) 同 7.2.1 c)；
- c) 同 7.2.1 d)；
- d) 压力施加模式可选择位移加载或力加载，其中位移加载速度可选0.05mm/s、0.10mm/s、0.15mm/s、0.20mm/s、0.25mm/s、0.30mm/s；力加载速度每分钟应为最大压力标定值的3%~10%；
- e) 使压头垂直于传感器敏感区，通过试验机施加试验力，过程中不应有冲击和振动。试验机入口力不应超过最小标定值，建议为最小压力标定值5%~50%；
- f) 同7.2.1 f)。

7.3 连续标定法

试验步骤如下：

- a) 根据传感器技术要求，确定压力施加范围；
- b) 同 7.2.1 c)；
- c) 同 7.2.1 d)；
- d) 同 7.2.2 d)；
- e) 同 7.2.2 e)；
- f) 设置压力试验机和传感器的采样频率；
- g) 同步开启压力施加和电信号采集；若无法同步开启，则应先开启电信号采集，再开启压力施加。

8 数据处理

8.1 逐点步进标定法的数据处理

计算每个标定点状态下施加压力值和对应电信号数据的平均值。

8.2 连续标定法的数据处理

- 8.2.1 若压力和电信号数据采集频率相同，且压力和电信号的时间轴一致，直接进行拟合。

8.2.2 若压力和电信号数据采集频率不同，应对相同时间段内的压力或电信号数据进行插值处理，使得两组数据量一致。

8.3 数据拟合

绘制压力和电信号数据的关系曲线，根据曲线形状选择合适的数据拟合方法，包括线性拟合、倒数拟合、多项式拟合和分段式拟合，拟合公式分别如下[线性拟合见公式（1），倒数拟合见公式（2），多项式拟合见公式（3），分段式拟合见公式（4）]：

$$P = a + bE \dots\dots\dots (1)$$

$$P = \frac{k}{E} \dots\dots\dots (2)$$

$$P = k_n E^n + \dots k_2 E^2 + k_1 E + k_0 \dots\dots\dots (3)$$

$$P = \begin{cases} a_1 + b_1 \cdot E & E \in [...] \\ a_2 + b_2 \cdot E & E \in [...] \dots\dots\dots (4) \\ a_3 + b_3 \cdot E & E \in [...] \\ \dots\dots \end{cases}$$

式中：
P——压力值，单位为帕斯卡（Pa）；
E——电信号值，单位为伏特(V)/欧姆(Ω)/安培（A）；
a, b——线性拟合系数；
k——倒数拟合或多项式拟合系数。

9 试验报告

- 试验报告应包含以下内容：
- 报告编号；
 - 试验日期；
 - 试验人员；
 - 试验装置的型号、规格及计量情况；
 - 试验环境温度、湿度；
 - 传感器量程范围；
 - 传感器标定点；
 - 压头重量、压头与传感器接触面的面积；
 - 压力及电信号数据采集频率；
 - 压力加载速度和保持时间；
 - 标定方法；
 - 数据拟合公式。

全国团体标准信息平台