

多物理量传感器（压力/位移/速度/倾角）自动化测试解决方案

全套 DAQ 解决方案，尽在度纬科技

度纬科技 Application Notes-063-V1.0

<https://www.doewe.com>

一、方案概述

本方案旨在为各类传感器（包括压力传感器、位移传感器、速度传感器、倾角传感器等）提供一套完整的自动化测试解决方案。方案通过整合测试台、数据采集系统与软件控制平台，可对多种传感器进行高效、精准的测试，确保其性能满足相关使用标准。

对于不同类型的传感器，测试平台采用了专业的硬件激励设备进行模拟与测试。压力传感器测试采用自动压力源，能够模拟不同压力值并进行自动化测试；位移传感器测试使用高精度移动滑台，确保位移传感器的精确测量；速度传感器通过转台实现测试，其中角速度传感器也可通过转换计算得出线速度；倾角传感器则通过倾角台进行模拟和测试。所有传感器均与数据采集系统紧密连接，实时将测量结果传输至数据采集系统，并通过数采系统提供传感器必要的激励信号。

数据采集系统作为核心模块，负责接收各传感器的数据并提供必要的控制信号，确保传感器的激励信号准确稳定。系统内的控制器搭载的测试软件不仅负责系统的整体控制，还能进行实时数据分析，自动判定传感器的性能好坏，并生成详细的测试报告。这一自动化方案通过集成测试台与数据采集系统，能够大幅提高测试效率、降低人为干预，并提供可靠的测试结果，确保传感器的质量和可靠性。

该方案通过高度集成的硬件与软件控制系统，实现了全面、精准的传感器测试管理，为传感器的生产、研发和维护提供强有力的支持。测试系统结构图如下：



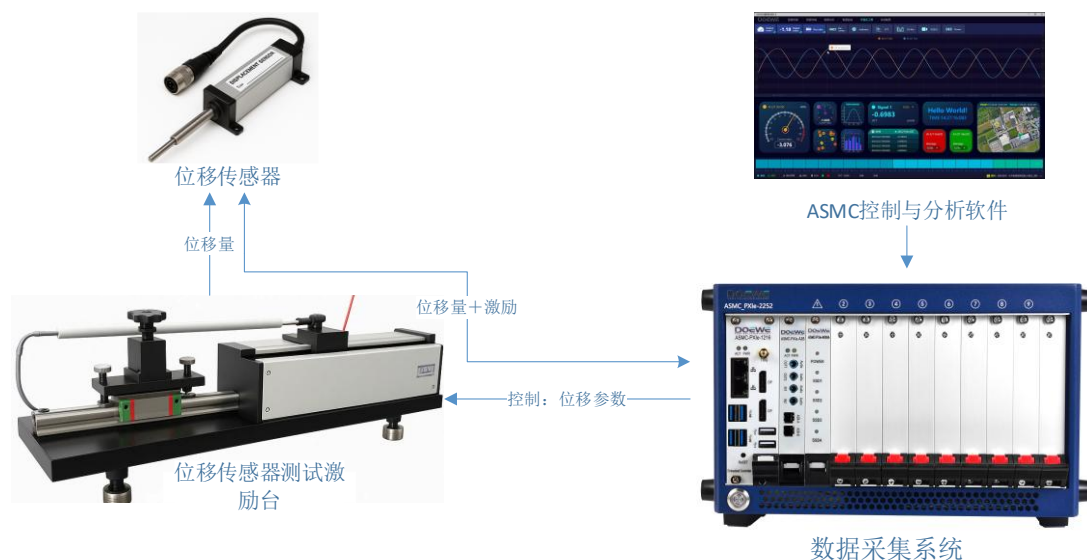
图 1 测试系统结构实物图

二、测试系统说明

2.1 测试系统原理

通过硬件与软件的协同，本平台可对被测传感器在标定过程中的输出与基准量进行同步测量与分析。测试时，被测位移传感器首先固定在专用测试台上；测试台的驱动与位移反馈线缆一并接入 PXIe 数据采集系统。ASMC 控制与分析软件安装于机框控制器内，经输出通道向测试台下发位移行程、速度等指令，同时通过采集通道实时获取传感器电压 / 电流信号及台体位移基准量。软件在线完成闭环控制、波形显示与指标运算，结果立即存储并可导出。更换为压力、倾角、速度等台体时，仅需替换机械结构和传感器，信号线

路与控制逻辑保持不变；板卡采用模块化插拔，电气与软件通道自动映射，无须重新布线或二次开发，即可在几分钟内完成台体切换，实现从单一物理量验证到多量标定的灵活扩展。测试流程图如下（以位移传感器传感器测试台为例，不同测试台间只有台体结构和被测传感器不同，线路连接和具体控制方式均相同）：



2.2 ASMC 测试软件介绍

ASMC 控制与分析软件安装于 PXIe 控制器，集设备管理、流程控制与数据分析于一体。软件负责驱动板卡、配置通道并管理数据流，用户可在同一界面设定激励信号、电压 / 电流采样频率及环境参数；采集过程实时监控传感器输出，所有原始数据同步写入存储并动态可视化，便于即时调整。系统支持一键切换测试模式、自动执行流程、记录每次响应并生成标准化检验记录。内置分析模块可评估信号稳定性、响应时间等指标并给出健康结论。测试结束后，软件自动输出含原始数据、分析结果与评估意见的报告，并支持 Excel、PDF 等格式导出。

软件并可针对压力传感器执行零点漂移与灵敏度分析，针对位移传感器实时绘制位移-输出特性曲线并

评估回程误差与线性度，针对倾角传感器实现 $0-360^\circ$ 任意角度设定与停止并生成线性误差曲线。该软件架构灵活可配置，既满足当前传感器自动化测试需求，也可快速拓展至其他新型传感器与测试场景，为整个平台提供高效、可靠、可追溯的自动化测试支撑。软件示意图如下：



图 3 ASMC 通用测试软件示意图

三、方案核心优势

- 全面的传感器测试能力：**该方案支持对多种传感器的测试，包括压力传感器、位移传感器、速度传感器（角速度与线速度）和倾角传感器等，确保在一个统一的平台上实现对不同传感器的全面测试需求。
- 高度自动化与高效性：**通过自动化压力源、移动滑台和转台等硬件设备，配合数据采集系统的自动数据传输和控制，大幅减少了人工干预，提高了测试效率和测试结果的准确性。
- 灵活的控制与监测：**测试台、数据采集系统和控制软件之间的紧密集成，使得整个系统可以灵活控制。用户可以根据实际需求调整测试参数，实时监测传感器的表现，确保各项测试条件的稳定性。
- 提高传感器质量与可靠性：**通过自动化的测试流程，可以精确控制每项测试条件，确保传感器的每一项指标符合标准，提升了传感器的生产质量与长期可靠性。

5. **精准的数据分析与报告生成：**配套的软件系统能够实时进行数据分析，自动判定传感器的好坏，并生成详细的测试报告。减少人工错误的同时，提供更为可靠的质量监控手段。
6. **智能化软件赋能：**配套 ASMC 测试软件实时采集并监控传感器输出，自动管理测试流程，评估传感器健康状态，并一键生成标准化报告，支持 Excel/PDF 等多种格式导出，显著提升测试可视化、数据可追溯性与决策效率。
7. **支持定制扩展：**测试系统可根据客户需求进行定制开发，灵活扩展功能，满足不同应用场景下的多样化需求。

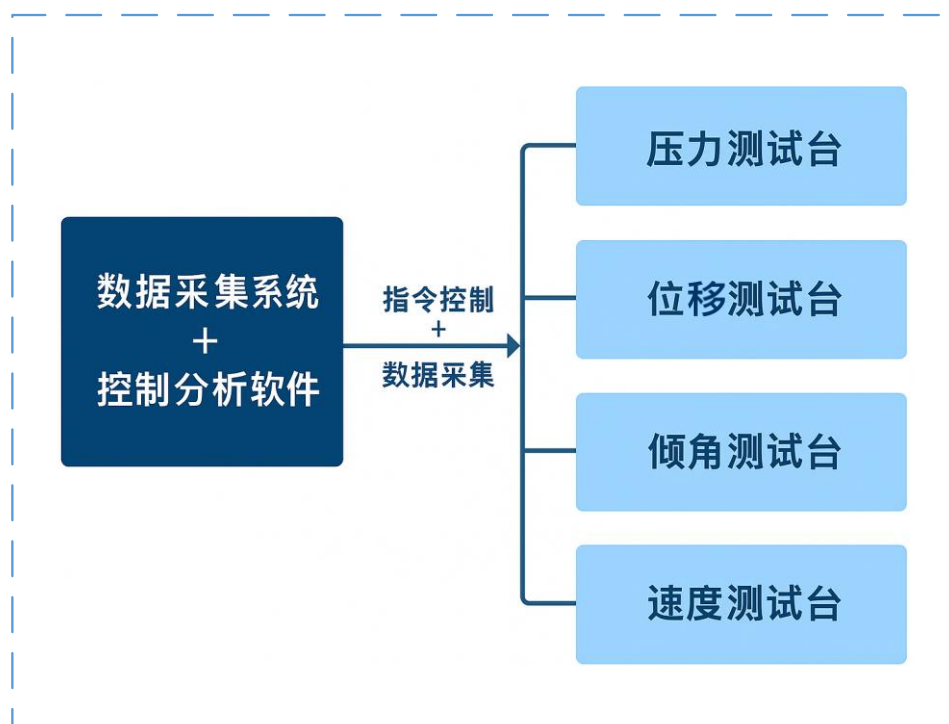


图 4 测试系统结构示意图

四、核心硬件产品介绍

4.1 数据采集模块

4.1.1 数据采集模块概述

控制-存储与采集-供电模块均依托 PXIe 模块化架构集成在同一机箱内，组合使用 ASMC PXIe 2252 高带宽混合背板机箱、PXIe 1216 嵌入式控制器及 PXIe 8016 高速存储卡，实现设备调度、数据处理与高速缓存。机箱提供稳压供电、强化散热与智能监控，支持多机箱星形同步，保障长期稳定运行；控制器内置高性能处理单元及 PCIe 高速交换通道，并实时监测功耗、温度，确保数据处理的精度与可靠性；存储卡采用大容量 技术，低延迟写入，可从容应对多通道高负载采集。机箱内还插入单槽数据采集与传感器供电板卡，可同时完成传感器激励、模拟量（电压 / 电流 / 频率）高速采集与数字量总线信号采集：板卡内置可编程电源与 IEPE 恒流源，实时监控供电状态；模拟量部分采用高速与同步双架构兼顾瞬态捕获和高精度测量；数字量部分支持多协议扩展，简化布线与同步设计。整体方案具备高度模块化、现场易维护与后期可扩展特点，可满足复杂传感器平台对性能、可靠性与升级的多元需求。控制与存储模块的产品示意图如下：



图 5 数据采集模块产品图



图 6 PXIe 采集卡产品图

4.1.2 数据采集模块关键参数:

ASMC PXIe 2252 机箱

- 1 系统槽 + 1 定时槽 + 7 混合槽，系统带宽 24 GB/s、单槽 8 GB/s
- 内置 600 W 工业电源与强化散热；工作 -20°C - $+70^{\circ}\text{C}$ / 10 %-90 % RH
- 提供 10 MHz 时钟 I/O，支持多机箱同步

ASMC PXIe 1216 控制器

- Intel® i7-6820EQ (2.8 GHz，睿频 3.5 GHz)，16 GB RAM (可扩展 32 GB)
- 512 GB SSD，本地总线带宽最高 24 GB/s，支持 P2P 直连与实时功耗/温度监测
- 双槽 3U 结构，工作 0°C - $+50^{\circ}\text{C}$

ASMC PXIe 8016 高速存储卡

- NVMe 固态存储 (最高 16 TB)，PCIe x8 接口
- 连续读写带宽 > 6 GB/s，板载交换芯片支持数据直通与能耗监测
- 工作 0°C - $+50^{\circ}\text{C}$

传感器供电板卡

- 程控直流 5-24 V，每通道 $\leq 300\text{ mA}$ ；24 V/4 mA IEPE 恒流源

- 实时上电与欠压监测，统一稳压供电

模拟量采集板卡

- 通用高速：≤ 32 单端或 16 差分，16 bit，500 kS/s，±10 V 可编程量程
- 同步动态：8 路 24 bit，8 S/s-102.4 kS/s，内置抗混叠滤波与 AC/DC 耦合
- 数据直写至存储层，单槽持续带宽 8 GB/s

数字量 / 总线采集板卡

- 16 路隔离 RS-485 DI，+6--30 V 高电平；1200-115 200 bps 可设
- 即插即用支持 MT/T 899-2000 NRZ 与 Modbus RTU，可扩展 CAN、UART、以太网
- 共享 PXIe 10 / 100 MHz 时基，实现模数采集纳秒级同步，现场可换 BNC / Lemo / M12 接头

4.2 传感器测试平台

为确保各类传感器（如压力传感器、位移传感器、速度传感器及倾角传感器）在自动化测试中的高效、精准性，系统整合了专业的测试台。每个测试台都针对特定的物理量进行精确测量与控制，配合数据采集系统提供实时的数据传输与分析功能。

位移测试台：该测试台具有 0 至 1200 mm 的测试范围，定位分辨率≤0.1 mm，测试精度为±0.5 mm，能够进行精准的位移测量，并支持在量程内进行 5 个测点的等间距位移测试，确保位移传感器在不同位置的表现得到均匀验证。

压力测试台：压力测试台的测试范围为 0 至 100 MPa，读数分辨率为 0.01 MPa，测试精度为±0.1 MPa。该台支持多点压力校准功能（包括 0%、25%、50%、75%、100%满量程）以及压力稳定性测试，可以通过保压检测观察传感器在保压状态下的输出漂移，确保压力传感器的可靠性与精度。

倾角测试台：该测试台提供 0 至 360°的旋转范围，最小步进为 0.01°，综合不确定度为±0.1°，支持 0

至 360°任意角度设定与停止，且可进行逐角度扫描（量程内 5 个测点）。这一设计使得倾角传感器在不同角度下的精度得到充分验证，确保其在实际应用中的精确性。

速度测试台：速度测试台的测试范围为 0 至 10,000 r/min（约 0 至 15 m/s），分辨率为 1 r/min 或 0.01 m/s，综合误差为 $\pm 1\%FS$ 。该测试台适用于高速旋转传感器的测试，能够精确评估其响应特性和精度。

这些高度集成的测试台在传感器测试过程中发挥重要作用，配合数据采集系统和 ASMC 测试软件，实现了从传感器性能验证到自动化数据处理的全过程，确保测试结果的高效性与准确性。测试台示意图如下：

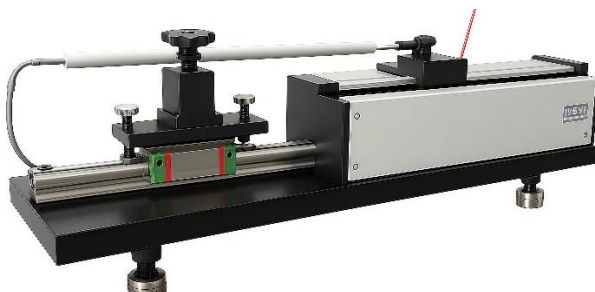


图 7 位移传感器测台示意图



图 8 倾角传感器台示意图



图 9 压力传感器测试台示意图



图 10 速度传感器测试台示意图

如果您对本方案感兴趣，欢迎您致电交流，联系电话 010-64327909。