

NSPASx响应时间测量方案

AN-12-0013

作者：Qiuliang Shi



NSPASx响应时间测量方案

摘要

压力传感器的响应时间是指传感器从接收到输入压力信号至输出响应信号所需要的时间。响应时间是压力传感器的一个重要性能指标，特别是在需要对压力变化进行实时监测或控制的自动化系统应用中。本篇应用笔记主要针对纳芯微绝压压力传感器NSPASx系列的响应时间测量方案进行介绍。

目录

1. 响应时间	2
1.1. 定义	2
1.2. 测量方法介绍	2
2. 压力响应时间多物理场仿真	4
2.1. 仿真分析	4
2.2. 仿真结论	6
3. 具体应用描述	7
3.1. 系统连接	7
3.2. 测试方法	8
4. 总结	9
5. 修订历史	10

NSPASx响应时间测量方案

1. 响应时间

1.1. 定义

响应时间是指传感器从接收到检测目标物理量变化的信号到输出相应的电信号所需要的时间，其单位通常为秒。响应时间越短，代表传感器响应目标物理量的变化越快速，因此响应时间是判定传感器性能优劣的一个重要指标。

1.2. 测量方法介绍

国家计量技术规范JJG 624—2005中提出了压力传感器响应时间的测量方法：将传感器与激波管或快速开启阀相连接，对于负压传感器用爆破膜片发生器产生一个负的阶跃压力信号，该阶跃信号的上升时间应是传感器被预测的上升时间的三分之一或更短。当激励装置产生一个阶跃压力信号时，用瞬态记录仪器记录传感器的响应波形，传感器输出值从稳定值的10%上升到稳定值的90%所持续的时间即为响应时间。

(1) 激波管动态压力标准

激波管动态压力标准采用阶跃压力对压力传感器进行检定，它可以产生上升时间为纳秒级的阶跃压力。激波管动态压力标准主要由激波管本体、压力源（压缩气体或真空泵）、控制台、激波速度及其他气动参数测量系统、数据采集与分析控制系统等组成，如图1.1所示。

简单型激波管为截面恒定的细长管，由膜片分成两部分，具有较高压力的称为高压室，较低压力的称为低压室。两室压差达到某一定值时，膜片爆破，高压室的气体冲向低压室形成入射激波，激波后阵面压力突变成形成一个正的阶跃压力，阶跃压力保持恒定的时间称为恒压时间。入射波到达低压室端面后被反射，形成反射激波和反射激波阶跃压力。

NSPASx响应时间测量方案

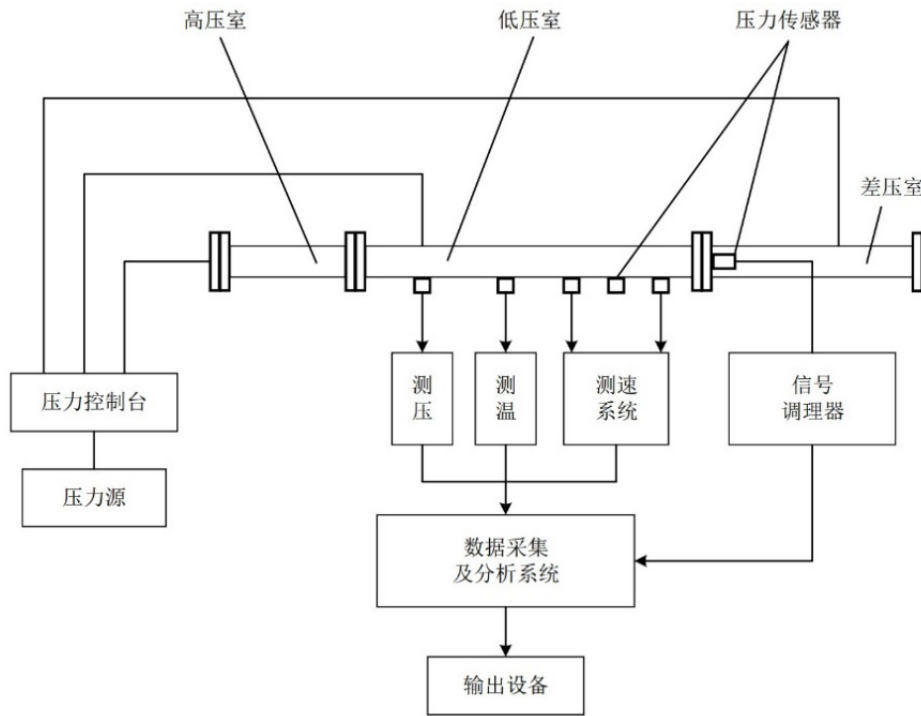


图1.1 激波管动态压力标准检定传感器原理

(2) 快开阀动态压力标准

快开阀动态压力标准采用阶跃压力对压力传感器进行检定，其产生阶跃压力的上升时间依不同的标准有较大差异，一般在微秒（us）至毫秒（ms）量级。虽然快开阀动态压力标准产生的阶跃压力上升时间比激波管长，但其压力值范围较宽，压力平台保持时间理论上可以无限长，且幅值误差可比激波管小一个数量级，因而很适合压力传感器灵敏度的检定以及低频特性的检定。目前此类标准动态压力幅值可以覆盖压力范围0~1000 MPa，幅值准确度可达0.1%。

一种可产生正阶跃压力的快开阀动态压力标准如图1.2所示。它可采用气体或液体作为工作介质，快开阀门将高压室和低压室隔开，高压室容积远大于低压室，压力传感器安装在低压室。检定时通过快速打开快开阀门使低压室压力突然升高，加载于压力传感器。低压室压力和高压室压力达到平衡的时间（阶跃压力上升时间）主要取决于开阀速度、高压室和低压室的结构以及流体的黏性。阀门开启前低压室和高压室的压力可以准确控制，阀门快速开启后低压室最后达到的稳态压力由于具有足够长的稳定时间，可以实现准确测量，其测量不确定度主要取决于用于测量其压力的数字压力计的准确度等级。

NSPASx响应时间测量方案

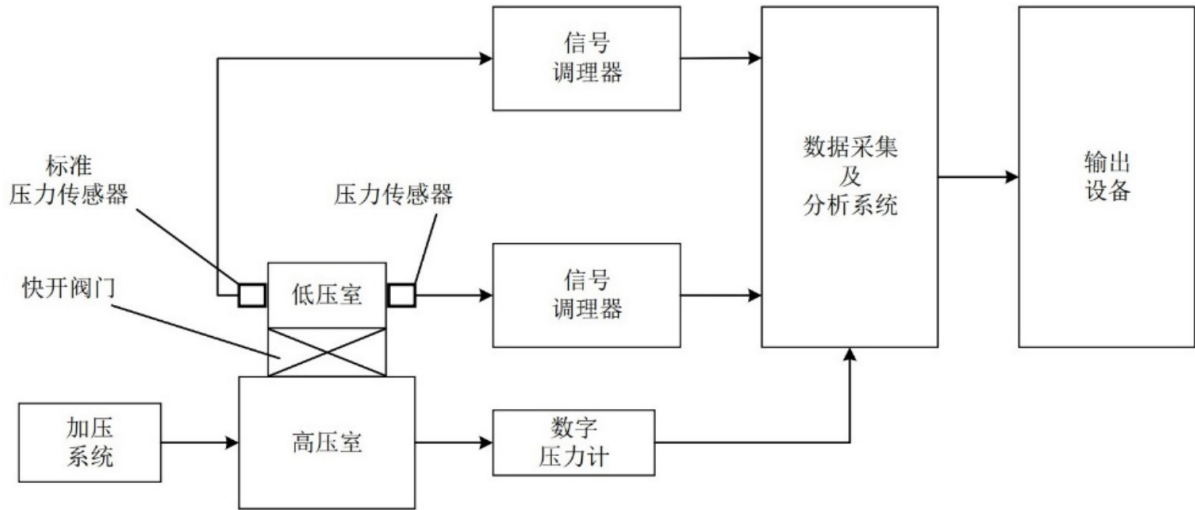


图1.2. 快开阀动态压力标准检定压力传感器原理

基波管动态压力标准和快开阀动态压力标准虽然能够精确地测量出压力传感器的响应时间，但需要专用的设备和仪器，成本高，操作复杂。因此本应用提出了一种操作便捷易实现的响应时间测量方案。

2. 压力响应时间多物理场仿真

2.1. 仿真分析

纳芯微绝压产品的响应时间主要包含两个部分：压力敏感单元的响应时间和信号调理芯片数据采集与处理的时间。压力敏感单元采用微机电系统技术，具备较快的响应速度，其响应时间远远小于气体压力传输至压力敏感单元所需的时间，因此压力敏感单元的响应时间主要为进气口气体压力传输至敏感单元所需的时间。信号调理芯片数据采集与处理的时间与芯片数据输出速率有关，设置好芯片的数据输出速率后，数据采集与处理的时间为一个相对固定值。测量气体压力传输至敏感单元所需的时间比较困难，因此本篇应用笔记利用仿真进行进一步的量化。

NSPASx响应时间测量方案

仿真背景：在产品腔体的4个入口输入特定压力曲线，评估进气口气体压力传输至压力敏感单元所需的时间。

仿真模型：

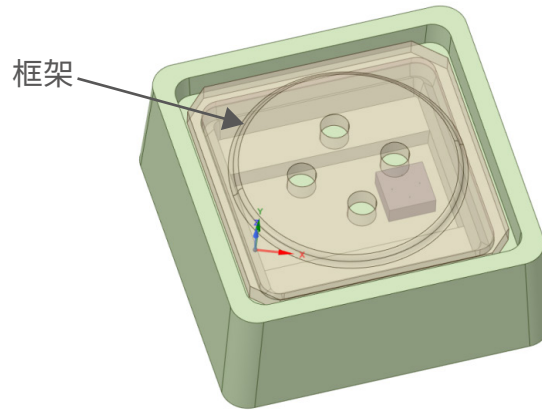


图2.1 仿真模型

边界条件：

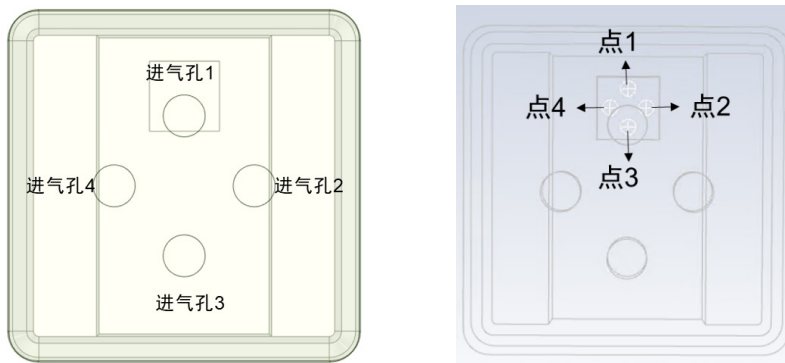


图2.2 进气孔位置/感测单元

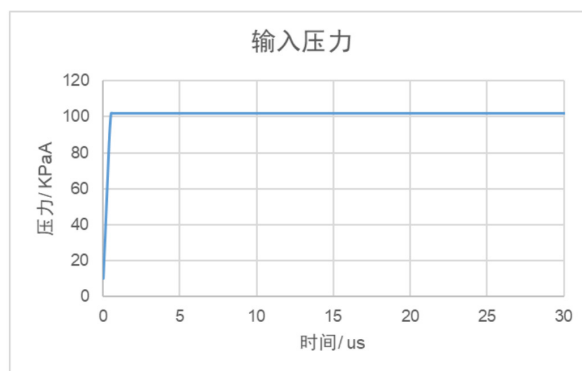


图2.3 输入气体压力曲线

NSPASx响应时间测量方案

2.2.仿真结论

MEMS表面四个压力感应位置的压力约在100us左右达到102KPa。起始阶段，各测点压力同一时间虽然数值会有差别，但整体变化趋势一致，随后测点压力呈振荡变化趋于恒定值。

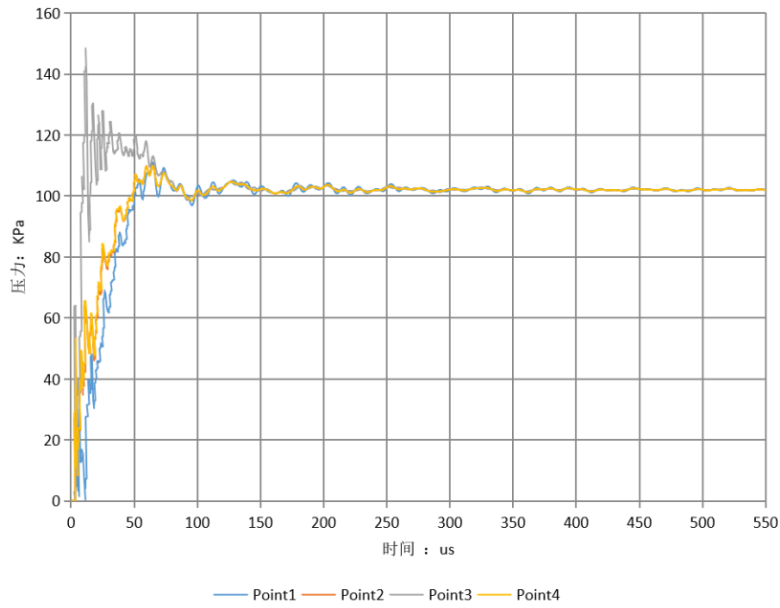


图2.4 感测单元气压大小

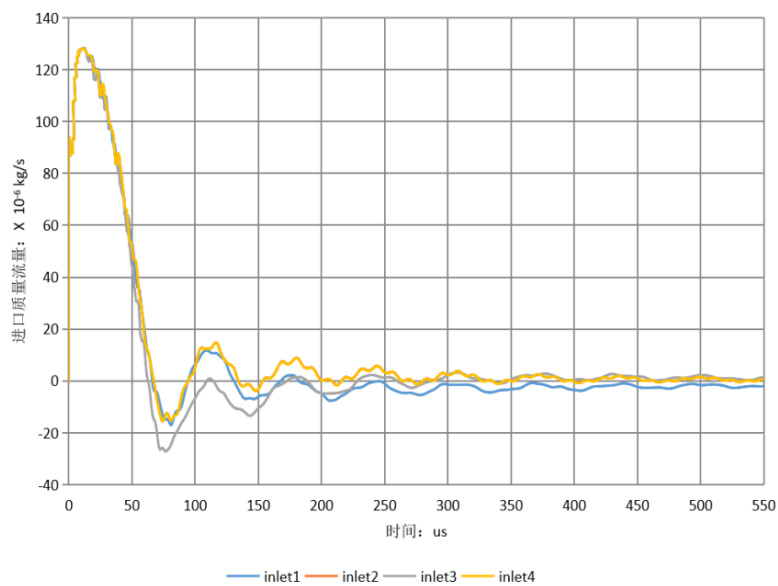


图2.5 进气孔气体净流量

NSPASx响应时间测量方案

3.具体应用描述

3.1.系统连接

根据前文所述，测量压力传感器响应时间的关键是产生阶跃压力，因此本应用测量方案使用真空泵作为压力源。真空泵连接气管，气管另一端连接吸嘴。吸嘴需要与产品进气口尺寸匹配，用于吸附在产品进气口表面从而形成密封环境，吸嘴过大或过小都会影响密封效果，从而导致响应时间测量结果不准确。系统连接示意图如图3.1所示，真空泵与气管吸嘴连接方式如图3.2所示：

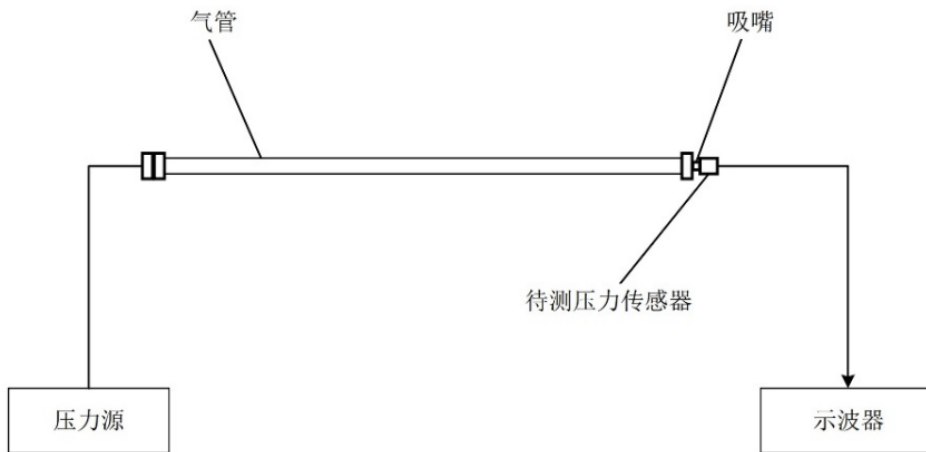


图3.1 系统连接图

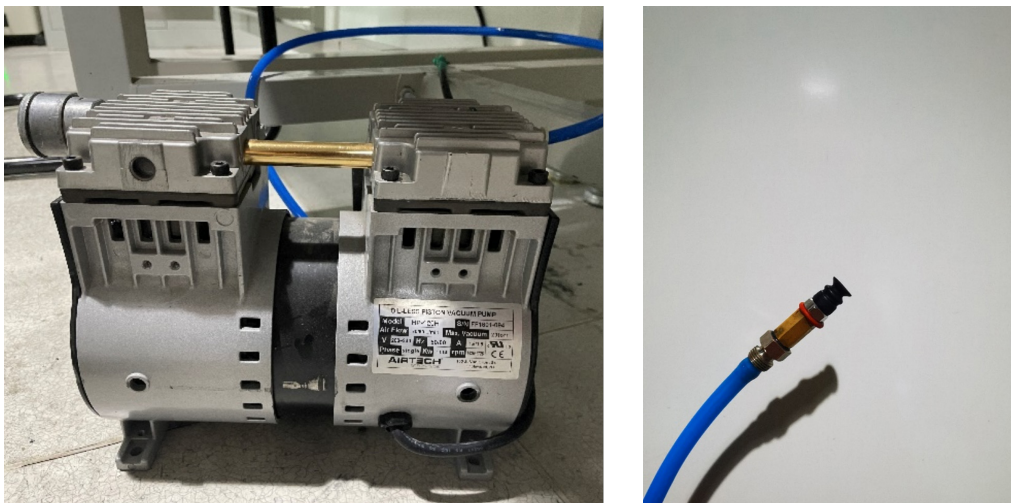


图3.2 真空泵与气管吸嘴连接图

NSPASx响应时间测量方案

3.2.测试方法

使用5V直流电源对纳芯微绝压产品进行供电，示波器触发模式设置为标准，触发方式设置为上升沿或下降沿（结合产品在零压和常压的输出大小选择合适的触发方式），示波器连接产品VOUT。打开真空泵，将吸嘴放在产品进气孔，待气嘴吸牢后，再快速移除吸嘴。通过破真空的方式，模拟阶跃压力激励，用示波器记录传感器的响应波形，响应时间即传感器输出值从稳定值的10%上升到稳定值的90%所持续的时间。

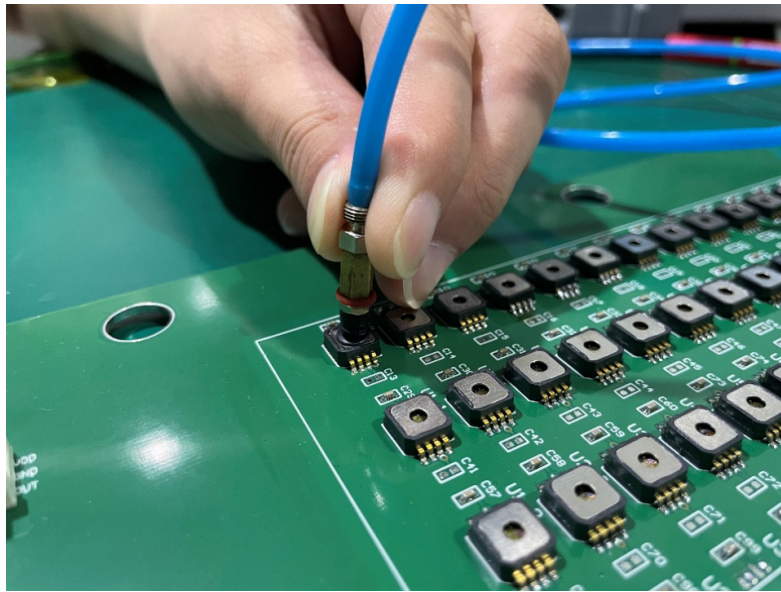


图3.3 吸嘴与产品进气孔吸附图



图3.4 示波器响应时间曲线

NSPASx响应时间测量方案

4.总结

本篇应用笔记主要介绍了纳芯微绝压压力传感器NSPASx系列的响应时间测量方案：通过破真空的方式，模拟阶跃压力激励，使用示波器记录响应波形，从而得出具体的响应时间数值。测试结果：传感器输出值从稳定值上升到另一稳定值所持续的时间约为500us，仿真结果：响应时间约为517us（气体压力传输至敏感单元所需时间的约为100us、信号调理芯片设置的数据输出速率为2.4K（417us））。测试结果与仿真结果基本一致，因此本应用笔记的测量方案是可行的。

NSPASx响应时间测量方案

5.修订历史

版本	描述	作者	日期
1.0	创建应用笔记	Qiuliang Shi	2023/8/31

销售联系方式: sales@novosns.com; 获取更多信息: www.novosns.com

重要声明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权,包括但不限于对信息准确性、完整性,产品适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的陈述或保证。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责,并确保应用的安全性。客户认可并同意:尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供,但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的所有法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微仅授权客户将此资源用于开发所设计的整合了纳芯微产品的相关应用,不视为纳芯微以明示或暗示的方式授予任何知识产权许可。严禁为任何其他用途使用此资源,或对此资源进行未经授权的复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等,纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息,请与纳芯微电子联系(www.novosns.com)。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有