

# 高压气动减压阀性能综合试验系统研究

张哲<sup>1</sup> 岳守体<sup>2</sup> 郭希玲<sup>2</sup> 廖乐平<sup>2</sup> 胡本源<sup>3</sup>

(1、北京长征天明高科技技术有限公司 北京 100176; 2、太原卫星发射中心 山西太原 030000; 3 中石油江苏液化天然气有限公司 江苏南通 226000)

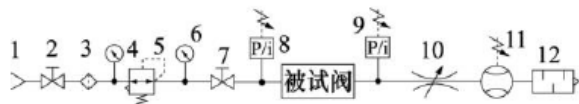
**摘要:** 针对航天领域长期连续高压供气环境对高压气动减压阀性能要求越来越高的现状, 搭建高压气动减压阀性能参数检测评估试验平台, 提出性能试验验证的综合测试方案。首先简述了性能试验平台的总体设计方案, 然后说明了试验系统结构及软硬件设计, 最后阐述试验系统的功能及测试方法。该系统满足各种型号减压阀性能测试需求, 并且有高精度、高集成性、高稳定性、高经济性和良好的通用性等特点。  
**关键词:** 减压阀; 性能测试; 试验平台; 测控系统

航天发射场地供气系统长期处于连续高压状态, 往往需要针对系统开展相应的风险检测评估和预防技术研究。高压气动减压阀是供气系统的关键部件, 调节系统流量与压力等工艺参数, 确保系统安全、高效、经济运行, 是开展系统风险评估和预防技术研究的关键节点。减压阀试验平台能模拟减压阀在供气系统中的工作环境, 对阀门的压力、流量、动态、调压及振荡等特性进行多方面检测评估和实验研究。随着国家航天工业的不断发展, 高压差和高流速等复杂工况不断涌现, 各种高参数减压阀相继出现, 减压阀性能检测要求越来越严苛, 传统的测试工艺逐渐无法满足要求。

针对某航天发射场地长期连续高压供气系统风险检测评定及预防技术研究项目, 提出其关键部件减压阀试验平台的总体设计方案, 搭建高压气动减压阀试验平台, 通过嵌入式系统完成系统的控制和通信, 采用 LabVIEW 完成软件系统开发, 实现高效的数据的显示、存储以及分析处理, 提出高压气动减压阀性能试验验证综合测试方案。

## 1、试验平台原理

减压阀试验平台将待测试的减压阀接入到高压气体通路中, 气路原理简图如图 1 所示, 气源 1 先后经过手动截止阀 2 和过滤器 3 到达高压减压阀 5, 高压减压阀 5 前后分别接入不同量程的压力表 4 和 6, 减压后的气源经过手动截止阀 7 接入被测阀, 被测阀前后分别接入不同量程的压力变送器 8 和 9, 最后低压输出端先后接节流阀 10、流量计 11 和消声器 12, 通过使用流量计 11 测量和控制低压输出端的气体流量, 最后将各种传感器检测到的信号经处理后实时显示并存储。



1.气源 2、7.手动截止阀 3.过滤器 4、6.压力表 5.高压减压阀  
8、9.压力变送器 10.节流阀 11.流量计 12.消声器

图 1 测试气路原理图

## 2、试验平台系统组成

减压阀试验平台主要由控制台和控制计算机两部分组成。控制台将气路控制箱和电气控制箱整合于一体, 既减小了控制台的体积, 又使气路和电路的排布更紧凑。控制台采用箱体结构, 增加了机架的强度和刚度, 同时也方便了被测试减压阀和相关仪表的安装, 本次设计和搭建的高压气体减压阀测试系统主要实现了以下几方面功能:

- (1) 通过编写动态链接库实现 Lab VIEW 和数据采集卡的实时通信;
- (2) 基于 Lab VIEW 和 Access 数据库实现了压力、温度以及流量等传感器信号的实时采集和显示, 并可将原始数据和处理后的结构存储到数据库中;
- (3) 可对历史数据进行查询, 并生成可视化图形以及报表。

## 3、测控系统设计

减压阀试验平台测控系统结构框图如图 2 所示, 采用上下位机系统为主, 单片机嵌入式系统为辅的方案, 上下位机系统与嵌入式系统相结合。上位机采用高性能的个人计算机, 作为数据处理和存储的平台, 将试验得到的重要数据进行处理、存储和图形显示, 下位机采用数据采集模块、模拟量输出模块和开关量输出模块, 作为数据采集和器件控制的平台, 上下位机的通讯采用 RS-485 工业现场总线。单片机嵌入式系统扩展 A/D 数据采集模块和 LCD 液晶显示模块, 实时采集和显示减压阀输入输出端的压力和流量值。两种系统相结合弥补了单个系统的不足, 上位机正常工作时, 大部分数据处理工作将由其承担, 而一旦出现上位机死机等情况时, 单片机嵌入式系统将承担起数据检测的任务, 确保试验顺利完成。

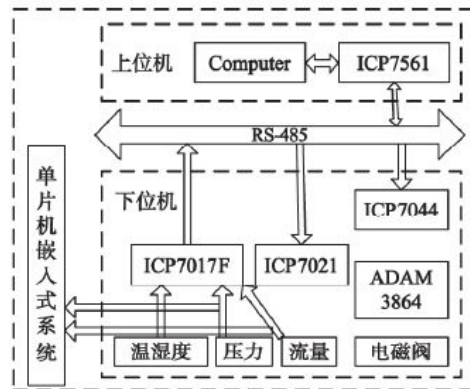


图 2 试验平台测控系统结构框图

### 3.1 测控系统硬件

硬件是整个测控系统实现的核心, 硬件平台由上下机和嵌入式系统联合组成。其中上下机系统主要包括数据采集模块、控制模块、传感器模块, 以及数据处理和存储模块。数据采集模块和控制模块采用 RS-485 现场总线, 上位机通过 USB 至 RS-232/422/485 转换器 ICP-7561 与总线连接。硬件系统的工作流程为: 传感器模块将减压阀的流量、压力、周围环境的温湿度等信号传送到数据采集模块, 数据采集模块将得到的模拟信号经转换后传入到系统的上位机软件中。此外, 上位机可根据工序需要通过现场总线对下位机进行控制。在嵌入式系统中, 主要包括单片机和 A/D 转换模块, 其系统框图如图 3 所示。

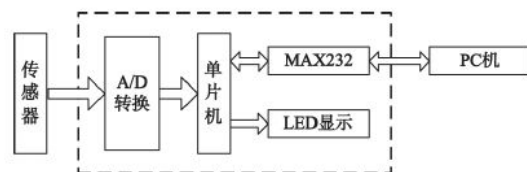


图 3 嵌入式系统模块

其中, 单片机选择为 STC89C58 R D +; A/D 转换芯片选择为 TLC2543; LED 屏幕选择为 LM19264A; 串口通信芯片选择为

MAX232。此外，嵌入式系统需要配套一些必要的外围电路，其中包括复位电路、串口通信电路、电源稳压电路等。

### 3.2 测控系统软件

软件是整个试验平台的控制枢纽，测控系统软件的工作流程如图4所示，系统软件采用 Lab VIEW 进行编写，在高压气体减压阀的性能测试中，温度、湿度、压力、流量传感器信号经过数据采集模块后传到上位机，再经过 Lab VIEW 软件的分析处理，结合 Access 数据库，将采集上来的信号进行转换、绘图、保存、检索、打印等操作，得到高压气体减压阀的性能报表数据。

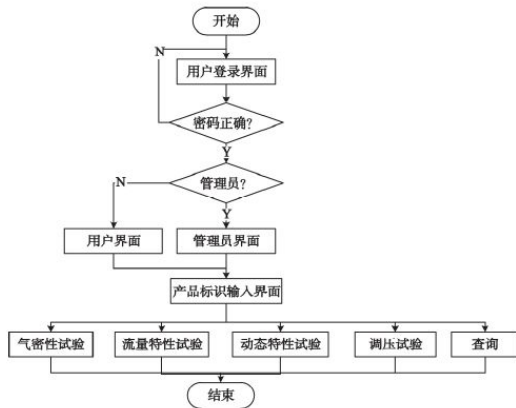


图4 软件系统功能流程图

### 4 试验平台功能

试验时将被测减压阀接入到箱体背后的气路中，同时气路高压输入端接入过滤后的高压气体。连接通讯模块和控制计算机后给测

试系统上电，打开计算机进入测试系统操作界面。准备就绪后开启进气口和二级输出口的手动阀门使减压阀进入工作状态，点击操作界面的按钮即可进行相应的测试操作。

### 5 结束语

以上论述的高压气动减压阀性能试验系统实现了实时、精确测量减压阀的气密性、压力、流量、调压及动态特性，满足了高压供气系统对高压气动安全阀性能检测的要求。该试验平台已投入使用，运行平稳，解决了高压气动安全阀性能参数检测评估和实验验证等多方面研究的需求。

多次高压气动安全阀试验表明，该试验平台通用性好、经济高效、性能稳定、集成性好、精度高、扩展性好，具有良好的综合试验能力，对高压供气系统风险检测评定及预防技术研究具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 王宣银, 眭奕泽, 刘荣, 梁冬泰. 超高压气动比例减压阀的设计与仿真研究 [J]. 浙江大学学报, 2005,39(5):1-6.
- [2] 阮跃进. 高压气体减压阀设计改进机. 流体传动与控制, 2015,53:1-3.
- [3] 陆培文, 宁道俊. 国外先进阀门试验与检验标准解析 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [4] 袁德虎, 谢文华, 金惠良. 基于 LabVIEW 的减压阀可靠性试验平台设计 [J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(13):220-223.
- [5] 郝贵欣. 基于 LabVIEW 的减压阀试验台测控系统 [J]. 测控技术, 2011,30(6):102-106.