

目录

1. 产品规格	1
1.1. 压力量程选择表	1
1.2. 型号选择说明	2
1.3. 指标	3
1.4. 功能特点	4
2. 系统介绍	5
2.1. 整体描述	5
2.2. 机械特性	5
2.3. 电气特性	8
2.4. 气路接口	9
2.5. 整体安装图	11
3. 使用前准备	12
3.1. 拆包	12
3.2. 定温	12
3.3. 通信	12
3.4. 串行通讯	13
3.5. 网络通讯	13
3.5.3. C# Demo 示例程序	15
3.5.4. Labview 示例程序	15
3.6. 零点补偿	16
3.7. 数据采集	16
3.8. 外部触发模式	17
3.9. 软件触发模式	18
3.10. 吹扫/校准功能	18
4. 硬件气路连接	20

4.1. 测量端口	20
4.2. 校准端口	21
4.3. 参考端口	22
4.4. 吹扫端口	22
5. 命令与系统操作	23
5.1. 控制与配置	23
5.2. 命令	23
5.3. 控制列表	25
5.4. LIST 列表	35
5.5. 配置变量	42
5.6. LIST S 扫描变量	43
5.7. LIST IP IP 变量	50
5.8. LIST PTP (PTP 变量)	52
5.9. LIST B LIST H LIST L LIST N (压力变量)	54
5.10. LIST I (识别变量)	56
5.11. LIST D (DELTA 变量)	58
5.12. LIST Z (零点偏移)	59
5.13. 数据帧格式定义	60
6. 指令集示例	64
7. 故障排除	65

1. 产品规格

1.1. 压力量程选择表

表 1-1 量程选型表

量程范围	类型	准确度 (FS)	压力输入接口 (可更换、定制)
1PSI(7kPa)	表压	±0.12%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
2.5PSI(17.5kPa)	表压	±0.08%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
5PSI(35kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
15PSI(100kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
30PSI(200kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
50PSI(350kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
100PSI(700kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
200PSI(1400kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
250PSI(1700kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
300PSI(2100kPa)	表压/绝压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
500PSI(3500kPa)	表压/绝压/密封表压	±0.05%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
600PSI(4200kPa)	绝压/密封表压	±0.08%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头
750PSI(5200kPa)	绝压/密封表压	±0.08%	1/16 止脱管或 1/8 卡套接头

1.2. 型号选择说明

表 1-2 型号说明

名称	通道	量程	方向	-	接口形式	形式	供电	通讯/输出
PSV: 压力扫描阀系列	16S: 16 通道	505: 5MPa (50×10 ⁵ Pa)	G: 表压正向	-	1: 1/16" 止脱管	C:机架仪器	A:AC220	N: 网络
					2: 1/16" 卡套	D:桌面仪器		U: USB
			3: 1/8"卡套		M:模块	C1: RS232		
			4: 1/4"卡套		A:机载	C2: RS485		
			5: 4mm 卡套		L: 微型	C3: RS422		
	8D:8 通道差分		A: 绝压		6: 4mm 快速接头	D: DC18-36V	Z: Zigbee	
			D: 差压		7: 6mm 快速接头		R: APC	
							L: LORA	

1.3. 指标

表 1-3 技术指标

技术指标	参数
压力数据采集通道	16 通道
	0.05%FS
准确度/各通道一致性/稳定性	0.08%FS(2.5PSI、501~750PSI)
	0.12%FS(1PSI)
各通道隔离能力	1:100
工作温度范围	(-20~60) °C
存储温度	(-40~85) °C
工作湿度范围	(5~95) %RH
扫描速率	1024Hz/通道/秒
时钟同步	支持 IEEE-1588 PTPv2 协议
工作介质	干燥无腐蚀性气体
压力接口	标配 1/16 止脱管或 1/8 卡套接头 (可更换, 可定制)
外形尺寸	220mm*109mm*87mm
重量	≤5kg
功耗	<15W
供电方式	(18~36)VDC 适配器供电/POE 供电可选
通讯方式	以太网 10/100BaseT TCP/IP 或 UDP 协议 RS-485 (115200 波特率)
滤波	支持 0~240 次均值滤波
数据包	支持高速数据流

1.4. 功能特点

- ◇ 标配 1/16 止脱管或 1/8 卡套接头，可根据选型更换或定制其他规格接口；
- ◇ 具备 POE 形式供电/通讯一体化接口（接口具有防震设计）；
- ◇ 全温范围（-20°C~60°C）满足准确度要求： $\pm 0.05\%FS \sim \pm 0.12\%FS$ ；
- ◇ 采样速率优于 1024 Sa/ch/s；
- ◇ 触发方式：支持指令触发、外部触发（TTL 电平）、定时触发；
- ◇ 具备在线测量、校准、吹扫功能；
- ◇ 具备实时大气压校准及测量清零功能；
- ◇ 支持自检、出厂恢复；
- ◇ 支持零位校准、满量程校准、自定义校准，具备原位校准接口及功能。
- ◇ 支持以太网 10/100BaseT，TCP/IP 或 UDP 协议，模块 IP 可修改；
- ◇ 支持 RS-485 通讯接口；
- ◇ 支持网络时钟同步 IEEE 1588 协议。

2. 系统介绍

2.1. 整体描述

压力扫描阀是将一种高精度压力测量设备，其设计集成了气动阀、传感器、软件和校准等技术。

压力扫描阀兼顾了多路压力采集，数字输出、温度补偿、网络通讯等功能，主要由多通道气路切换阀、压力传感器、温度传感器、信号采集处理系统、网络通讯模块、电源模块等结构件组成。通过外接驱动气源推动活塞组移动到不同的位置，实现测量、校准及吹扫功能。

单套压力扫描阀系统主要由压力扫描阀、网络交换机、线缆、计量校准工装、上位机软件等。

压力扫描阀系统测量通道可通过以太网交换机集联方式扩展。上位机通过交换机与多台压力扫描阀实现网络通信，采用 IEEE-1588 时钟同步及 Trigger 硬件触发，最终实现压力信号的分布式、多通道可扩展同步采集。通道扩展方式简洁、灵活，可根据现场需求将压力扫描阀与交换机组进行自由搭配。

2.2. 机械特性

压力扫描阀整体外观图如图 2-1 所示。



图 2-1 整体外观图

压力扫描阀各端口示意图如图 2-2 所示。



图 2-2 压力扫描阀各端口示意图

2.2.1. 测量接口

本产品具有 16 个压力测量接口，用于测量待测气体压力。压力可通过 $\Phi 4\text{mm}$ 或 $\Phi 3.175\text{mm}$ 或 $0.63''$ 等尺寸管路连接至测量端口。也可通过转接头连接所需规格卡套接头。待测气体必须是干燥、无腐蚀性气体。

2.2.2. 校准接口

本产品具有 1 个压力校准接口，用于对内部压力传感器的在线校准。校准接口可将已知的校准压力全部加载到内部的 16 个传感器上，进行多路同时校准。

2.2.3. 参考端口

本产品具有 1 个测量参考接口，用于测量时提供压力参考。在测量状态下确保将参考端口与传感器的低压端或者大气端连在一起。

2.2.4. 吹/校驱动端口

本产品配备 1 个吹/校驱动端口，实现测量功能向校准或吹扫功能切换，需要使用驱动气源，气源要求为干燥气体（或惰性气体），并确保气源压力充足。

2.2.5. 测量驱动端口

本产品配备 1 个测量驱动端口，用于校准或吹扫功能向测量功能切换。需要使用驱动气源，气源要求为干燥气体（或惰性气体），并确保气源压力充足。

2.2.6. 吹扫端口

本产品配备 1 个吹扫端口，用于测量线路的吹扫气体输入，对压力测量接口可能出现的堵塞、污染情况进行及时处理。吹扫输入压力最大可达 300psi，且必须使用清洁、干燥的仪器级空气或氮气。

2.3. 电气特性

2.3.1. 电源

本产品可以使用 POE 供电技术，集成供电及通讯功能。

接线端子图示如图 2-3 所示：

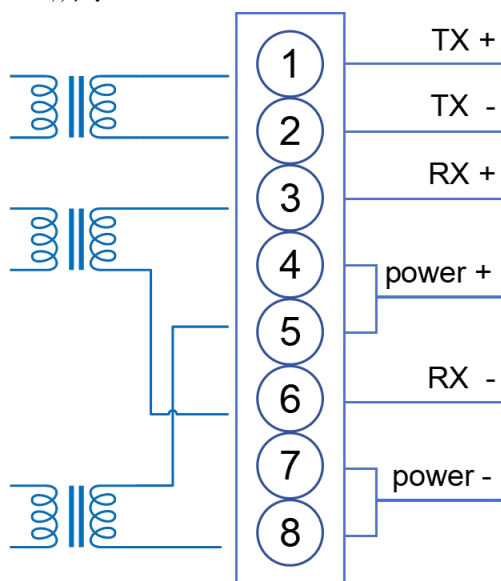


图 2-3 POE 端口接线端子图示

2.3.2. 电源指示灯

本产品电源接口接通电源后，电源指示灯亮起。若指示灯未亮，请检查接入电压情况。

2.3.3. 以太网连接

本产品使用以太网接口与主机进行数据交互，连接状态由通讯显示灯指示，通讯协议使用 TCP / IP 或 UDP 协议。

2.3.4. 硬件触发/供电/参数配置

本产品支持外部触发数据采集。此外，本产品具备 RS-485 通讯功能，产品的所有指令同样适用于 RS-485 通讯。在 POE 供电之外，本产品也可以采用通用的外部供电模式，直流(18~36)VDC 供电，此端口与触发、RS-485 通讯集成为一个端口，连接方式如图 2-4 所示：

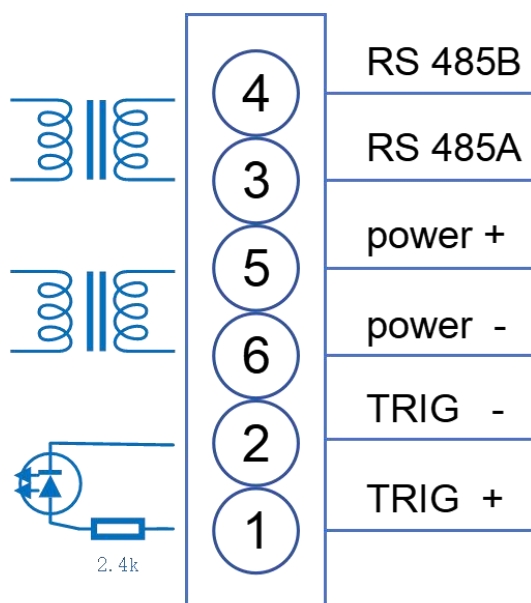


图 2-4 触发/配置/供电电缆连接器图示

2.4. 气路接口

本产品根据选型可进行不同气路接口定制，旋出原有气路接口，更换接头即可。可更换接头图示如图 2-5 所示：



图 2-5 气路接头图示

2.5. 整体安装图

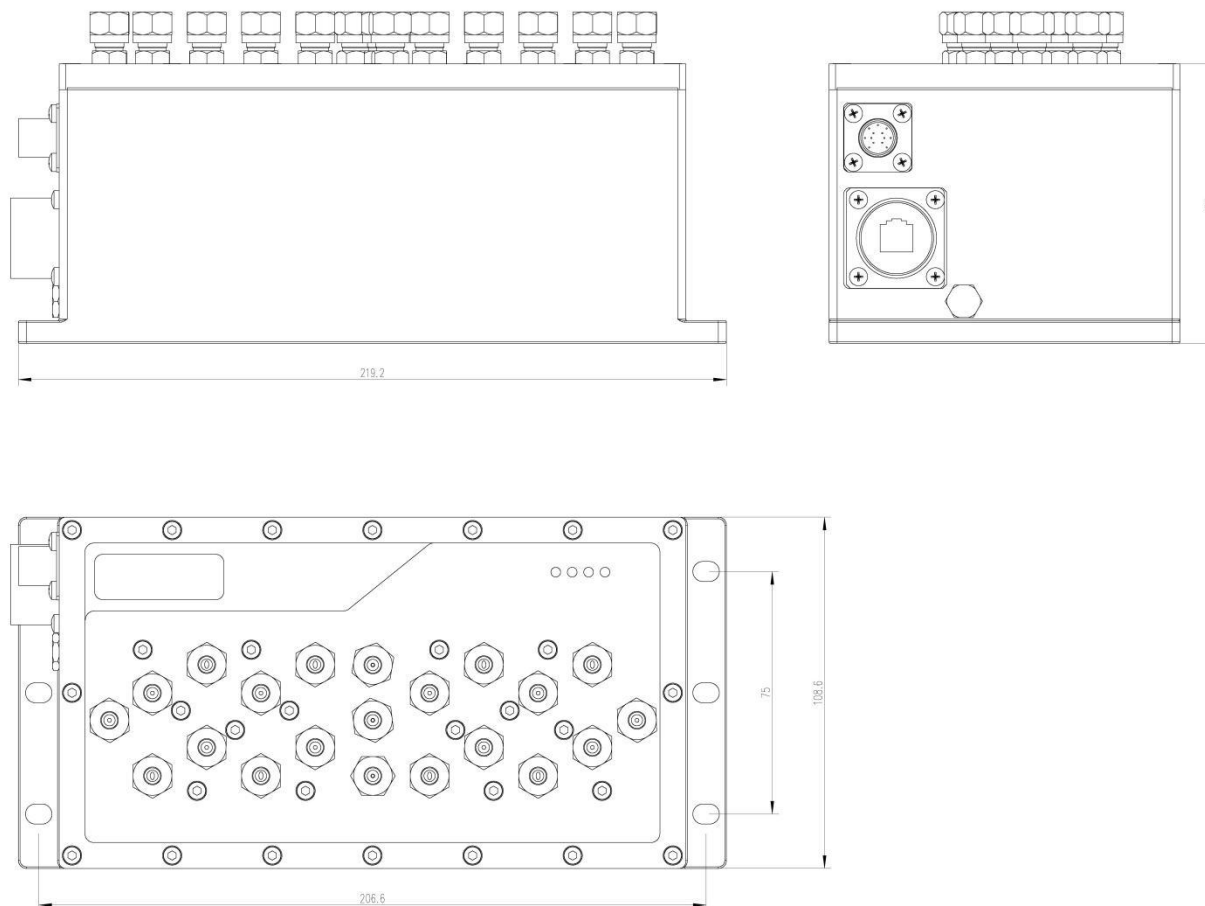


图 2-6 整体安装图

3. 使用前准备

3.1. 拆包

当您第一次购买 PSV 压力扫描阀模块时，从下面开始检查并清点包裹内的物品。如果有任何可见的损坏都可立即联系我单位，如果有任何内容丢失，请在继续之前联系。

包装内容包含了以下内容：

1. PSV 压力扫描阀模块
2. 国防计量所出具的出厂校准证书（按 1/1 配套）
3. 合格证（按 1/1 配套）
4. 安装操作及维护使用手册
5. 触发/配置/供电电缆连接器（按 1/1 配套）
6. 以太网（POE）电缆连接器（按 1/1 配套）
7. 安装配件（按 1/1 配套）
8. 用户使用手册
9. 装箱清单

3.2. 定温

为了使得产品内部温度稳定，在进行正常采集数据之前，建议将压力扫描阀放置在使用环境下通电开机半小时以上，再进行采集操作。

3.3. 通信

PSV 压力扫描阀模块主要是为以太网设计的通讯。提供了 TCP/IP 和 UDP 通讯协议。此外还提供了 RS-485 串行端口。串行连接是设计用来配置模块并提供紧急通信（设置 IP 地址，获得 IP 地址等）。

本产品主要采用以太网通信，扫描阀的配置、采集数据、命令发送都是通过以太网完成的。在建立连接之前，需要配置 IP 地址。扫描阀在出厂时设置有默认 IP 地址。用户可以使用默认 IP 地址，也可以通过软件命令重新设置扫描阀的 IP 地址。

3.4. 串行通讯

每个压力扫描阀模块都有一个 RS-485 串行输出。它可通过“触发/配置/供电电缆连接器”获得。根据触发/配置/供电电缆连接器图示进行连接通讯。配置如下：

波特率:115200

数据位:8

奇偶校验:无

停止位:1

流量控制:无

使用此 RS-485 串行通信可以进行所有压力扫描阀的配置命令。

示例：得到扫描阀的 IP 地址：

通过“触发/配置/供电电缆连接器”中的 RS-485 连接线与计算机进行连接，计算机连接的 RS-485 的 Tx 到压力扫描阀模块的 Rx 输入，压力扫描阀的 RX 输入必须连接到计算机 RS-485 的 Tx 端口，通过串口通讯小程序，输入指令“LIST IP\r\n”，接收到指令如下所示：

```
SET IPADD 192.168.1.100
```

```
SET SUBNET 255.255.255.0
```

```
SET MAC 000.003.025.069.001.109
```

```
SET LOGIN PSV
```

```
SET PASSWORD PSV
```

```
SET LOGIN1 PSV1
```

```
SET PASSWORD1 PSV1
```

```
SET ALLOWANON 1
```

```
SET APP PSVPRO
```

```
SET GW 192.168.1.1
```

由此得到 IP 地址：192.168.1.100。

3.5. 网络通讯

PSV 压力扫描阀模块的网络接口是通过 100Base-T 以太网端口与 MDIX 自动交叉。为了增加坚固性，本产品模块使用符合 GJB 要求的 RJ-45 航空连接器用于以太网连接。建议使用屏蔽 5 类或更好的以太网电缆。用于 PSV 压力扫描

阀模块的防震以太网线缆可从我单位订购，长度可达 100 米。

在建立以太网连接之前，需要先配置 IP 地址。为了兼容模块和主机的 IP 地址使用同一网段，IP 第四位地址可变更（不与其他设备重复）。

示例:

PSV 压力扫描阀模块 IP 地址:191.30.80.125

计算机主机 IP 地址:191.30.80.100

Windows 主机的 IP 地址可以在以下路径下进行修改：控制面板 -> 网络连接 -> 本地连接 -> 属性 -> Internet 协议 (TCP/IP) -> 属性。

一旦模块连接完成并且 IP 地址已配置，就可以与 PSV 模块建立通信。通信可以通过多种软件包实现，包括：

TCP\IP 网络通讯助手；

telnet 通讯；

随机配送 C#Demo；

随机配送 LabviewDemo；

这些软件提供了不同的方式来与 PSV 模块交互，用户可以根据具体需求或已有的软件资源选择合适的通信方式。

3.5.1. TCP\IP 协议

用户可以根据本手册中的软件规格部分编写自己的 TCP/IP 接口程序。这个接口允许用户执行以下操作：

1. 向网络中的任何单个或所有 PSV 模块发送指令。
2. 显示从 PSV 模块（或多个模块）返回的信息或扫描数据。
3. 将返回的信息或扫描数据以数据包专有格式写入客户端/主机。
4. 确定网络上 PSV 模块（或多个模块）的地址。

通过自定义的 TCP/IP 接口，用户能够灵活地与 PSV 模块进行交互，收集和处理数据，以及管理网络上的模块，从而满足特定的应用需求或集成到更复杂的系统中。

3.5.2. UDP 协议

用户可以参考本手册中的软件规格部分来编写自己的 UDP 接口。这个接口应当能够使用户做到以下几点：

1. 向网络中的任何单个或所有 PSV 模块发出命令。
2. 显示从 PSV 模块（单个或多个）返回的信息或扫描数据。
3. 以 UDP 数据包格式将接收到的信息或扫描数据写入客户端/主机（无需握手过程）。
4. 确定网络上 PSV 模块（单个或多个）的地址。

使用 UDP 接口相较于 TCP/IP，其特点是传输速度快、开销小，但不保证数据包的顺序和可靠性，适用于对实时性要求较高且能容忍少量数据丢失的场景。用户在编写 UDP 接口时需考虑如何处理可能的数据丢失和乱序问题。

3.5.3. C# Demo 示例程序

PSVDemo 是一款开源通信实用程序，目的在于对 PSV 产品进行全面控制。它是一个基于文本、命令行、波形显示界面的程序，允许用户连接到单个 PSV 模块，并修改配置变量、显示或保存数据。

PSVDemo 的特点在于其简单直接的操作方式，适合那些需要快速设置和调试 PSV 产品的用户。通过命令行输入，用户可以轻松地执行各种任务，如设置模块的 IP 地址、调整采样率、开始或停止数据采集等，而无需编写复杂的代码。这种灵活性使得 PSVDemo 成为工程师和技术人员在实验室环境或现场测试中一个宝贵的工具。

3.5.4. Labview 示例程序

PSV 的 LabVIEW 配置实用程序是一个软件包，它提供了一种非常直观且简便的方式来连接到 PSV 模块并修改所有配置变量。该工具允许用户配置压力扫描阀，并进行扫描及采集数据。LabVIEW 配置实用程序基于 LabVIEW 2023 运行环境，这一运行环境随安装光盘一同提供。这意味着用户无需单独安装完整的 LabVIEW 开发环境即可使用该实用程序，大大简化了用户的配置和数据采集流程。该工具特别适合那些熟悉 LabVIEW 界面或者寻求一种图形化方法来快速配置和监控 PSV 模块的用户。

3.6. 零点补偿

PSV 内置的校准阀集成了一个零点偏移校正功能（快速归零）。此功能提供了一种简单快捷的方法来纠正压阻式传感器固有的微小零点漂移问题。零点漂移问题是压阻式传感器固有的一种现象。即便在 P_x 端口有压力作用的情况下，校准阀仍可配置为“快速归零”校准模式，此模式通过气动方式将参考压力的正负两侧短接在一起。此时，传感器处于其自然的零状态，偏移量可被读取并记录下来。随后，这一偏移值可以被纳入工程单位计算中并通过数学方法予以消除。这一切只需简单的“CALZ”命令即可在 10 秒内完成。

为了确保校准阀成功切换至快速归零模式，必须向“驱动气源”端口提供 90-145 psi 的控制压力。这一功能极大地简化了现场维护和即时校准过程，确保测量结果的准确性，同时减少了对全面校准的需求，提高了工作效率。

绝对压力模块也具有类似的零点偏移校正功能。可以通过输入命令‘CALB’后跟当前已知的大气压力来进行绝对压力模块的零点偏移校准。关于“CALZ”和“CALB”两个软件命令的更多信息，参照命令解析。

鉴于 PSV 模块中所使用的压阻式传感器的特性，建议至少每天进行一次“快速归零”操作。频繁地执行“快速归零”不会造成任何问题。需要注意的是，如果模块的温度变化超过 3°C，就应该重新进行一次“快速归零”。零点偏移校正的有效性会在几个小时后失效，或者模块温度发生变化之后失效，因此所有零点偏移校准数据都存储在易失性内存中，每当模块断电重启时，这些数据就会丢失。

3.7. 数据采集

一旦 PSV 模块安装完毕、上电并达到热稳定状态，就可以开始收集数据了。有几个配置变量会影响 PSV 模块的扫描方式及数据输出方式。扫描速率由两个变量控制：“周期（period）”和“平均（average）”变量；扫描样本长度由“每扫描帧数（Frames Per Scan, FPS）”变量决定；数据输出格式则由“格式（format）”变量确定。

PSV 模块可以配置为“软件触发”模式，在发送“SCAN”命令后，模块将持续不断地扫描，直到达到每扫描帧数（FPS）设定的终止条件；它也可以被配置为在接收到扫描触发（无论是外部硬件触发还是软件触发）时进行扫描并输出数据。以下是影响 PSV 数据收集方式的一系列命令列表：

SCAN - 启动数据扫描过程，具体行为取决于模块当前的配置。

PERIOD - 设置扫描周期，即两次连续扫描之间的时间间隔，影响总的扫描速率。

AVERAGE - 设置平均次数，用于在指定周期内对读数进行平均，以减少噪声。

FPS - 指定每扫描中包含的帧数，即每次扫描采集多少个数据样本。

BIN- 选择数据输出格式，比如 ASCII、二进制。

TRIGGER - 配置触发模式，启用或禁用外部或内部触发机制。

SAVE - 保存当前的配置设置到非易失性存储器中，以供下次上电时自动加载。

REBOOT - 设备重启。

这些命令和相关配置变量允许用户根据实际应用需求灵活地调整 PSV 模块的数据采集策略。

3.8. 外部触发模式

使用外部触发器进行采集数据,PSV 模块支持通过硬件或软件触发方式进行扫描。硬件触发通常涉及从外部设备发送一个物理信号(如电压脉冲或数字信号),而软件触发则是通过网络或串行通信接口接收到的特定命令来激活扫描采集过程。

对于硬件触发,用户需要将触发源(如传感器、按钮或控制系统)连接到 PSV 模块的相应触发输入端口。然后,需要通过命令设置模块为外部触发模式,并配置触发参数。

外部触发输入是光电隔离的,需要的信号为 4.5V~36V 直流脉冲信号,电流小于 10mA。只有当 XSCANTRIG 变量设置为大于 0 时,外部触发器才会激活。当通过以太网连接发出‘SCAN’命令时,模块进入扫描模式并等待触发。对于接收到的触发脉冲达到设定值数量时,该模块开始采集。这将持续到满足每扫描帧数(FPS)条件或直到发出‘STOP’命令为止。触发脉冲通过 PSV 模块前端“触发/配置/供电”连接器的 1 号引脚(+Trig)和 2 号引脚(-Trig)接收。关于“触发/配置/供电”连接的更多信息,可以参照手册的“电气特性”部分。

3.9. 软件触发模式

软件触发则更为灵活，可以通过网络发送特定指令给模块来启动扫描，这种方式适用于远程控制或自动化测试系统。用户可以通过之前提到的通信软件（如 C#Demo、LabVIEW 或自定义 TCP/IP/UDP 接口）发送触发命令。

无论采用哪种触发方式，一旦触发事件发生，PSV 模块将执行一次或一系列预设的扫描操作，并按照配置的输出格式发送数据。这使得 PSV 模块能够高效地响应特定事件或与外部系统的同步需求，非常适合于动态测试环境或需要精确时间控制的数据采集应用。

软件触发在软件变量 XSCANTRIG 设置为大于 0 时有效。当通过以太网连接发出 SCAN 命令时，模块将进入扫描模式并等待触发。一旦接收到 TRIG 命令或在 TELNET 模式下收到字符（Tab），将开始采集。随着每次触发命令的到来，数据将被持续输出。这将一直持续到达到每扫描帧数（FPS）变量设定的值，或直到发出 STOP 命令为止。

3.10. 吹扫/校准功能

所有 PSV 模块都集成了气路切换阀体。该阀的一种配置允许使用“吹扫/校准”功能。这使得在测试期间，压力测量线路(Px)可以通过吹扫气路端口用比满量程模块压力高的压力进行吹扫，最高可达 300psi，同时可以通过校准气路端口对传感器进行校准。当 PSV 模块应用于可能存在腐蚀性气体或湿气的输入线路的应用场合时，这是一个非常有用的功能。通过使压力传感器与吹扫压力隔离，即使是低压力的 PSV 模块也能安全地使用高压进行吹扫。为了将 PSV 模块配置为吹扫模式，必须向“吹/校驱动”端口施加 90~145psi 的控制压力。为了保护传感器免受损害，建立吹扫/校准模式必须遵循特定的顺序。

配置吹扫/校准步骤如下：

1. 设置吹扫/校准模式：向“吹/校驱动”端口施加 90~145 psi 的控制压力，保持 5s 后移除。

2. 向吹扫端口施加吹扫压力：此时，模块已准备好进行安全的吹扫操作，可以开始清除压力测量线路中的腐蚀性气体或湿气，同时保护传感器和校准组件不受损害；向校准端口施加标准压力值：此时可以通过标准压力及当前温度值对传感器及数据进行修正。

3. 确保留有足够的时间让输入线路稳定。具体所需时间将取决于系统的物理布局和特性。在开始测量或进一步的操作之前，应考虑到气体流动、压力均衡以及任何残留物质清除所需的时间，这些因素都会受到系统设计和配置的影响。因此，最好根据实际应用情况和以往经验来评估并预留充足的时间，以确保获得准确可靠的测量结果。

注意：在进入或退出吹扫/校准模式时，如果不遵循上述程序，可能会导致传感器直接暴露于高压吹扫压力之下，从而严重损坏 PSV 模块。因此，严格按照指定步骤操作至关重要，以保护设备免受损害并确保其正常运行。务必小心谨慎，正确执行每一步骤，确保电磁阀和控制压力的正确设置，以免造成不必要的设备损坏。

4. 硬件气路连接

PSV 模块面板有多种不同的气路接口。每个模块上主要有两种类型的气路连接：压力测量接口（Px）和配置压力接口（控制）。压力测量端口是模块顶部标记为 1-16 的 16 个端口。这些端口与模块内部的压力传感器相连。此外，端口中还包括校准和驱动气源端口以及参考端口。

4.1. 测量端口

测量端口可以采用不同规格的接口进行连接。常见可方便替换的接头图如下图 4-1 所示：



图 4-1 可替换接头图

每个 PSV 模块都配备有 16 个压力测量端口，或称为 Px 端口。这些端口会标记为 1 到 16。每个这样的端口都与一个独立的压力传感器相连。如果有任何 Px 端口未被使用，建议将它们用塞子堵上，以防灰尘或碎屑堵塞端口或污染内部校准阀门。这样可以确保模块的精确度和长期可靠性，避免不必要的维护或校准问题。

测量模式通道气路连接示意图如图 4-2 所示。

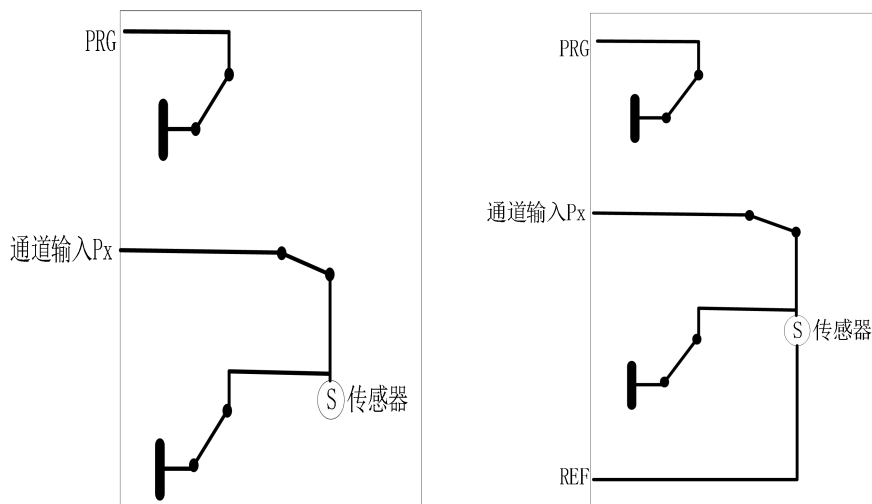


图 4-2 有/无参考端工作测量模式气路连接示意图

4.2. 校准端口

对于 PSV 模块都会有一个“校准”端口。这个“校准”端口提供了一种方法，可以向单个端口施加已知的校准压力，并将其分配给所有传感器。在正常操作期间，如果没有施加控制压力，该端口在内部是封闭的。任何施加到“校准”端口的压力都不会到达传感器，除非内部电磁阀被配置为将校准压力导向传感器。

校准模式通道气路连接示意图如图 4-3 所示。

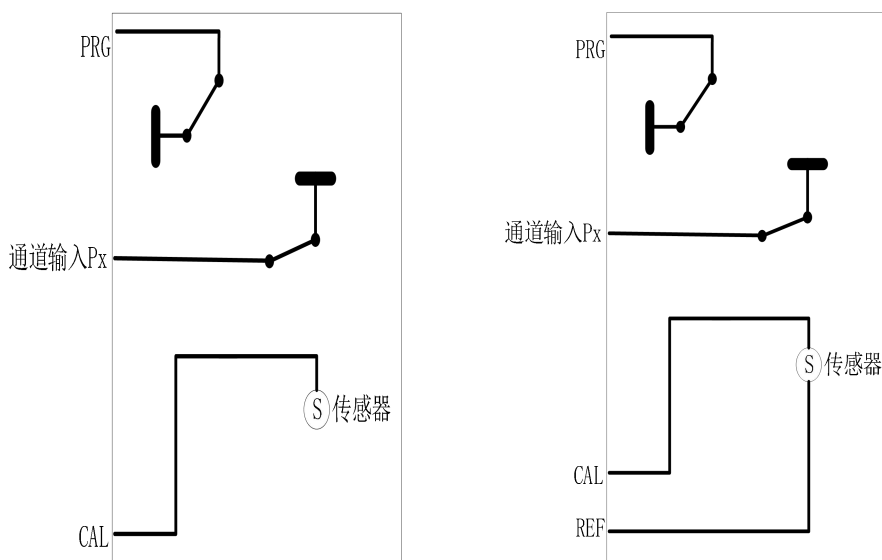


图 4-3 有/无参考端工作校准模式气路连接示意图

4.3. 参考端口

对于 PSV 模块会有一个“参考”端口。在差压或者某些表压模块上，此端口标记为“参考”端口。绝对压力或独立参考压力模块上则没有“参考”端口。“参考”端口连接到一个气管，该气管将所有传感器的背面（或负压侧）连接在一起。在大多数应用中，低压模块（低于 5 psi）的“参考”端口应连接到一个已知且稳定的静态位置。这样，在执行零点偏移校准（CALZ）时，可以确保不会引入不希望的偏移。在校准时，会通过“参考”端口施加正压来进行校准的负压部分，从而确保整个传感器范围的准确性和一致性。通过这种方式，模块能够保持其测量精度，特别是在需要高精度差压测量的应用场景中。

4.4. 吹扫端口

针对可能因堵塞或污染而影响压力测量端口（Chx 端口）的应用场景，PSV 模块配备了吹扫功能。向“吹/校驱动”端口施加 90~145 psi 的压力，会使内部校准阀进入吹扫模式，打开吹扫气源至 Px 端口的同时，使传感器与吹扫压力隔离。与使用其他控制压力一样，确保施加的控制气体为干净、干燥的仪表级空气或氮气，以维护模块的准确度和延长使用寿命。这一功能有助于定期清理 Px 端口，防止长期使用中积聚的灰尘或杂质影响测量结果的准确性。

吹扫模式通道气路连接示意图如图 4-4 所示。

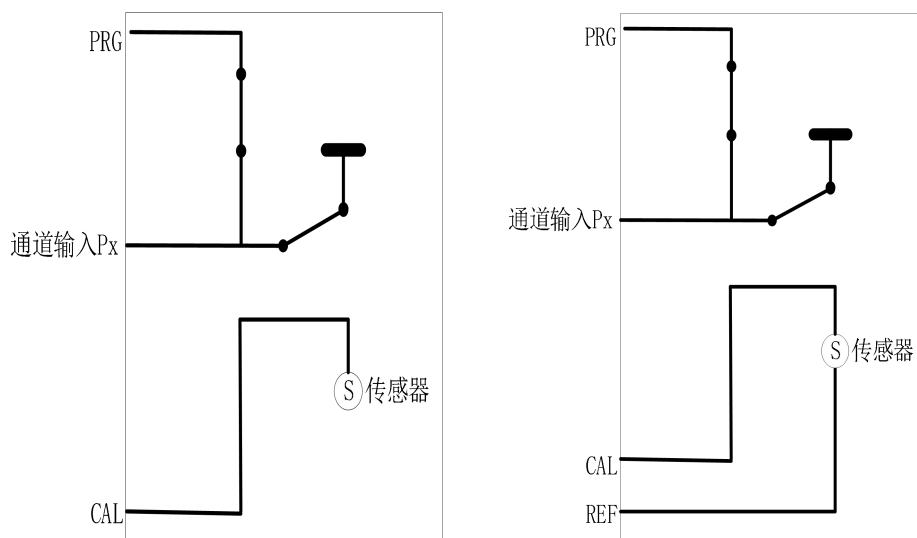


图 4-4 有/无参考端吹扫通道气路连接示意图

5. 命令与系统操作

5.1. 控制与配置

PSV 模块的操作是通过网络地址选择单元并发送命令来控制的。这些命令通过网络发送，而 PSV 模块则会将任何数据或信息反馈回请求的客户端/主机。本章节详细列出了每一项命令及其功能，为用户提供了如何通过网络接口与模块交互、配置参数、发起测量请求、获取测量结果等操作的具体指导。这包括设置测量范围、启动校准流程、读取当前压力值等关键操作，使得用户能够充分利用模块的功能，实现远程监控和自动化控制。

5.2. 命令

PSV 模块嵌入式软件，运行在 PSV 压力扫描阀内部硬件上，执行以下主要任务：

- (1) 读取并滤波：表示压力和温度的原始 A/D 计数。
- (2) 转换压力数据：将压力的 A/D 计数转换为对应用户选定压力单位的数据。
- (3) 接收并执行命令：通过以太网接收并执行来自上位机的命令。
- (4) 保存配置信息：即使电源关闭，也能保留配置设置。
- (5) 数据输出：通过以太网输出转换后的数据、状态、设置及校准数据。
- (6) 设置物理以太网地址：配置 PSV 的物理以太网地址（MAC 地址）。
- (7) 协议支持：支持 TCP/IP 协议和用户自定义协议。
- (8) 故障排除辅助：为用户提供对 PSV 硬件和系统进行故障排除的支持。

关于 TCP/IP 通信的一个注意事项是，所有从主机发出的命令必须正确终止，这可通过四种选项之一来实现。PSV 能够检测并适应主机所使用的终止选项，确保了指令的准确传输和执行，提高了通信的可靠性和效率。

四个可用终止符为：

- CR (ASCII 13) •
- LF (ASCII 10) •
- LF-CR (ASCII 10 - ASCII 13) •
- CR-LF (ASCII 13 - ASCII 10) •

即 `\r`, `\r\n`, `\n`, `\n\r` 四种标识符。

当 PSV 模块处于“未就绪”模式时，除了 STATUS（状态查询）和 STOP（停止）命令外，所有其他命令都将被禁用。模块在执行某些关键操作期间，不允许外部干扰或新的命令输入，以确保操作的完整性和数据的准确性。以下是几个可

能导致 PSV 模块处于“未就绪”状态的例子：

- (1) 在校准零点 (CALZ) 过程中：此阶段正在进行内部校准，以确保测量的准确性，此时不接受其他命令以免干扰校准流程。
- (2) 保存配置 (SAVE) 期间：当用户或系统正在保存当前的模块配置信息到非易失性存储器时，为防止数据损坏，其他操作会被暂时禁止。
- (3) 扫描进行中 (While Scanning)：如果模块正处于数据采集周期，如连续扫描多个压力通道以收集实时数据，为确保数据的连续性和完整性，不允许中断此过程。

这些保护措施旨在维护系统的稳定运行和数据的可靠性，确保在关键操作不受外界干扰的情况下完成，从而提高整体系统的性能和用户的使用体验。

5.3. 控制列表

表 5-1 命令列表

命令字节	解释
CALB	进行大气压力校准
CLEAR	清除错误列表
CALZ	零点压力校准
DOUT	设置 IO 状态
ERROR	列出错误列表
SAVE	保存 LIST S 参数配置
SCAN	开始扫描
TRIG	软件触发命令
SET	对所有可列出参数的设置
STATUS	返回上位机状态
STOP	停止扫描
SETTIME	设置当前时间
GETTIME	获取当前时间
GETUTCO	获取时区偏移
SAVE IP	保存 LIST IP、LIST I 参数配置
REBOOT	重启
SAVE PTP	保存 LIST PTP 参数配置

5.3.1. 校准气压

指令	校准气压
命令语法	CALB <press> [period] [average] (<压力> [周期] [平均值])
参数	<p><press> - 是表示当地气压的实数。</p> <p>[period] - (可选) 设置 CALB 例程的周期。如果不输入此值，默认周期为 300 微秒。</p> <p>[average] - (可选) 设置 CALB 例程的平均值。如果不输入该值，则默认平均值为 64。</p>
说明	设置当前大气压值，在 SET ABS <ch> 1 命令使该通道按照绝对压力值显示之后，显示值为当前设置的大气压力值下的绝对压力值。
返回	<nl> - 行尾
示例	<p>校准所有绝对传感器以读取当地气压：断开所有输入。</p> <p>输入命令：CALB <press> (其中 <press>为当地气压，单位为当前工程单位)。</p> <p>如果 CVTUNIT 设置为 psi，且当地气压为 14.696 psia，则输入命令：CALB 14.696。</p> <p>如果 CVTUNIT 设置为 kPa，且当地气压为 101.3254，则输入命令：CALB 101.3254。</p>

5.3.2. 清除

指令	清除
命令语法	CLEAR
参数	无
说明	命令压力扫描阀清除发生的任何错误。错误会以 ASCII 数据包的形式发送给客户端。ASCII 数据包将在后续章节中介绍。
返回	<p><nl></p> <p><nl> - 行尾</p>
示例	<p>要清除 ERROR Buffer (ERROR 缓冲区) 中列出的任何错误，可执行以下命令：CLEAR <CR>。</p> <p>ERROR 缓冲区将被清除。</p>

5.3.3. 零点校准

指令	零点校准
命令语法	CALZ [period] [average] [delay] ([周期] [平均值] [延迟])
参数	<p>[period] - (可选) 设置 CALZ 例程的周期。如果不输入此值，默认周期为 300 微秒。输入的值必须在周期设置的限制范围内。</p> <p>[average] - (可选) 设置 CALZ 例程的平均值。如果不输入该值，默认平均值将为 64。</p> <p>[delay] - (可选) 设置 CALZ 例程的延迟。如果不输入此值，则默认延迟为 5 秒，限值为 5 至 60 秒。</p>
说明	<p>命令压力扫描阀执行快速零点校准。此操作会产生每个压力通道的 A/D 计数值，在转换为所选压力单位之前将其从原始压力计数值中减去。数据存储在 ZERO(0-15) 和 DELTA(0-15) 配置变量数组中。如果不输入可选参数，CALZ 需要大约 15 秒钟才能完成。</p> <p>CALZ 功能仅对定义为非绝对传感器 (ABS(x) = 0) 的通道进行清零。如果通道被定义为绝对通道，软件将不会对该通道执行 CALZ。</p> <p>注意：要输入任一可选参数，必须同时输入其前面字符串中的参数。例如要输入平均值，必须输入周期值，但不能输入延迟值。要输入延迟值，必须同时输入周期和平均值。</p>
返回	<p><n></p> <p><n> - 行尾</p>
示例	<p>更新当前 ZERO 文件并纠正传感器的零点漂移： 输入命令 CALZ。压力扫描阀将测量每个通道的零点计数，并更新 ZERO 和 DELTA 数组。</p> <p>更新当前的零点文件，并使用 500 微秒的周期和 32 次的平均值修正传感器的零点漂移： 输入命令 CALZ 500 32。压力扫描阀将测量每个通道的零点计数，并更新 ZERO 和 DELTA 数组。</p> <p>更新当前的零点文件，并使用 30 秒的校准延迟以及周期和平均值的额定设置来纠正传感器的零点漂移： 输入命令 CALZ 300 64 30。压力扫描阀将测量每个通道的零点计数，并更新 ZERO 和 DELTA 数组。</p>

5.3.4. 数字输出

指令	数字输出
命令语法	DOUT num <1 or 0>
参数	无
说明	快速通断驱动电磁阀。
参数 1	num---0: 校准驱动电磁阀 1: 测量驱动电磁阀
参数 2	"1 "将导通电磁阀, 使空气从“驱动气源”接口流向驱动阀芯。 "0 "将关闭电磁阀。
返回	<nl> <nl> - 行尾
示例	输入命令: DOUT 1 1: 导通驱动气源, 使得压力扫描阀处于测量模式。 DOUT 1 0: 切断驱动气源。 DOUT 0 1: 导通驱动气源, 使得压力扫描阀处于校准模式。 DOUT 0 0: 切断驱动气源。

5.3.5. 错误

指令	错误
命令语法	ERROR
参数	无
返回	ERROR: No errors
示例	读取错误缓冲区的内容: 键入 ERROR<Enter> 压力扫描阀将按格式返回最近 30 次的错误信息: ERROR: Port not found ERROR: List MI no group number ERROR: Group not between 1 and 8 如果没有错误记录, 压力扫描阀将返回: ERROR: No errors

5.3.6. 保存

指令	保存
命令语法	SAVE
参数	无
说明	命令压力扫描阀保存非易失性存储器的 RAM 映像。对配置变量进行任何更改后，都必须执行保存命令，才能使更改永久有效。
返回	<nl> <nl> - 行尾
示例	要保存当前配置变量设置和转换系数，键入 SAVE<CR>。

5.3.7. 扫描

指令	扫描
命令语法	SCAN
参数	无
说明	命令压力扫描阀扫描压力传感器并向客户端发送扫描数据包。
示例	<p>执行扫描命令时，EU 设置为 1，BIN 设置为 0，FORMAT 设置为 0。数据将滚动并显示如下：</p> <pre> Frame # <number> Time <time> <μs or ms> <chan> <press eu> <temp eu> <chan> <press eu> <temp eu> </pre> <p>执行扫描命令时，EU 设置为 0，BIN 设置为 0，FORMAT 设置为 0。数据将滚动并显示如下：</p> <pre> Frame # <number> Time <time> <μs or ms> <chan> <press counts> <temp counts> <chan> <press counts> <temp counts> </pre> <p>执行扫描命令时，EU 设置为 1，BIN 设置为 0，FORMAT 设置为 1。数据将滚动并显示如下：</p> <pre> Frame = <number> Time = <time> <μs or ms> <chan> <press eu> <chan><press eu> <chan> <press eu> <chan> <press eu> <chan> <press eu> <chan><press eu> <chan> <press eu> <chan> <press eu> </pre> <p>执行扫描命令时，EU 设置为 0，BIN 设置为 0，FORMAT 设置为 1。数据将滚动并显示如下：</p> <pre> Frame = <number> Time = <time> <μs or ms> <chan> <press cts> <chan><press cts> <chan> <press cts> <chan> <press cts> <chan> <press cts> <chan><press cts> <chan> <press cts> <chan> <press cts> </pre>

5.3.8. 扫描触发配置

指令	扫描触发配置
命令语法	TRIG or <tab>
参数	无
说明	该命令用作压力扫描阀的触发设置。当 XSCANTRIG 设置为 1 时，压力扫描阀收到 TRIG 命令或 <TAB> 字符代码 (9 HEX 或 Control I) 时，将开始输出数据。这种情况将持续到发出 STOP 命令或达到扫描帧数 (FPS) 变量为止。数据格式取决于 EU、BIN 和 FORMAT 的设置。
示例	<p>执行扫描命令时,EU 设置为 1,BIN 设置为 0,XSCANTRIG 设置为 1,FORMAT 设置为 0。压力扫描阀将等待硬件触发、TRIG 命令或 <TAB> 字符(9 HEX 或 Control I)。数据包接收如下内容：</p> <pre> Frame # <number> Time <time> <μs or ms> <chan> <temp eu> </pre> <p>有关其他格式的信息，请参阅 SCAN 命令。</p>

5.3.9. 设置

指令	设置
命令语法	SET <name> <value>
参数	<p><name> - 要设置或修改的配置变量。</p> <p><value> - 该配置变量的值</p>
说明	<p>命令压力扫描阀设置众多配置变量中的一个。</p> <p>配置变量将在后续章节中介绍。</p> <p>注意：使用 LIST 命令列出配置变量时，将以 SET 命令要求的格式输出数据。这样，用户就可以从 LIST 下载创建的文件中发送配置命令。</p>
返回	<p><nl></p> <p><nl> - 行尾</p>
示例	<p>要将可变的每扫描帧数 (FPS) 从 10 改为 5，键入 SET FPS 5 <CR></p> <p>要将变量时间 (TIME) 从无标识(0)更改为有标识(1)，键入 SET TIME 1 <CR></p>

5.3.10. 状态

指令	状态询问
命令语法	STATUS
参数	无
说明	命令压力扫描阀向客户端发送状态数据包。状态数据包将在后续章节中介绍。 STATUS 命令可以随时输入。 如果在压力扫描阀未“就绪”(READY)状态下输入该命令,也不会产生错误。
返回	以下情况之一: STATUS: READY STATUS: CALZ STATUS: SAVE
示例	如果在压力扫描阀处于开启状态但未激活时输入 STATUS 命令,压力扫描阀将返回: STATUS: READY 如果在压力扫描阀执行校准零点命令时输入 STATUS 命令,压力扫描阀将返回: STATUS: CALZ

5.3.11. 停止

指令	停止
命令语法	STOP
参数	无
说明	命令压力扫描阀终止当前扫描采集操作。
返回	<n> <n> - 行尾
示例	要终止任何功能或操作,键入 STOP<CR>

5.3.12. 设置时间

指令	设置时间
命令语法	SETTIME YYYY/MM/DD hh:mm:ss.ffff
参数	YYYY- 年 MM- 月 DD- 日 hh- 小时 mm- 分钟 ss- 秒 ffff- 几分之一秒
说明	将当前时间配置到压力扫描阀。
返回	<nl> <nl> - 行尾
注意	如果 SET PTPEN 1 且存在 PTP 主站，则不得使用 SETTIME。

5.3.13. 获取时间

指令	获取时间
命令语法	GETTIME
参数	无
说明	命令压力扫描阀获取 PTP 时间。如果没有主控程序或时间未记录，压力扫描阀将返回默认时间。时间由 UTCOFFSET 调整。
返回	Current Time YYYY/MM/DD hh:mm:ss.ffff sec XXXX ns YYYYYYYYYY

5.3.14. 获取 UTC 偏移

指令	获取 UTC 偏移
命令语法	GETUTCO
参数	无
说明	命令压力扫描阀从主站获取 UTC 偏移量。
返回	Current UTC Offset 8 0 0

5.3.15. 保存 IP 地址

指令	保存 IP 地址
命令语法	SAVEIP(SAVE IP)
参数	无
说明	命令压力扫描阀保存 IP 地址到非易失性存储器的 RAM 映像。对配置 IP 地址变量进行任何更改后，都必须执行保存命令，才能使更改永久有效。
返回	<nl> <nl> - 行尾
示例	要保存当前配置的 IP 地址变量设置和转换系数，键入 SAVEIP<CR>

5.3.16. 复位

指令	复位
命令语法	Reboot
参数	无
说明	复位压力扫描阀
返回	无

5.4. LIST 列表

表 5-2 LIST 列表

命令字节	解释
LIST S	列出所有扫描配置参数
LIST IP	列出网络配置信息
LIST PTP	时钟同步参数设置
LIST B	列出传感器绝压/表压类型
LIST H	列出测量量程最大值
LIST L	列出测量量程最小值
LIST N (P)	列出压力校准点个数
LIST NT	列出温度校准点个数
LIST I	列出模块基本信息
LIST D	列出零点补偿系数
LIST Z	列出零点偏移量

5.4.1. 列出扫描参数

指令	列出扫描参数
命令语法	LIST S
参数	无
说明	列出 SCAN 配置变量
示例	该命令用于验证压力扫描阀的常规扫描设置，键入 LIST S<CR> 将返回： SET PERIOD 200 SET AVG 32 SET FPS 1 SET XSCANTRIG 0 SET FORMAT 0 SET TIME 0 SET EU 1 SET ZC 1 SET BIN 0 SET SIM 0 SET QPKTS 0 SET UNITSCAN PSI SET CVTUNIT 1.000000 SET PAGE 0

5.4.2. 列出 IP 变量

指令	列出 IP 设置
命令语法	LIST IP
参数	无
说明	列出 IP 相关参数信息
返回	SET <variable> <value> <nl> SET <variable> <value> <nl> SET <variable> <value> <nl> <variable> - 配置变量名称 <value> - 当前设置 <nl> - 行尾
示例	LIST IP SET IPADD 192.168.1.100 SET SUBNET 255.255.255.0 SET MAC 000.003.025.069.001.109 SET GW 192.168.1.1 <i>注：在发出 SAVE 保存命令时，该组中的变量不会被保存。只有使用 SAVEIP 命令才能保存它们。</i>

5.4.3. 列出 PTP 变量

指令	列出 PTP 变量
命令语法	LIST PTP<CR>
参数	无
说明	列出压力扫描阀的 PTP 配置变量。
返回	SET <variable> <value> <nl> <variable> - 配置变量名称 <value> - 当前设置 <nl> - 行尾
示例	该命令用于验证压力扫描阀的一般 PTP 设置，键入 LIST PTP<CR> SET PTPEN 0 SET STAT 2 SET SST 20:9:14.41769 SET SSD 2024/6/7 SET UTCOFFSET 8:0:0

5.4.4. 列出最大压力（只读）

指令	列出最大压力
命令语法	LIST H
参数	无
说明	列出存储在 MAXn 变量中的 16 个最大压力。
返回	SET MAX0 <term>
示例	要查看 MAXn 变量中模块的最大压力设置，键入 LIST H<CR> 压力扫描阀将返回最大压力设置： SET MAX0 6.000000 <i>注：一般情况下，最大压力设置比传感器的满量程大 10%，以使用户进行超量程指示。</i>

5.4.5. 列出最小压力（只读）

指令	列出最小压力
命令语法	LIST L
参数	无
说明	列出存储在 MINn 变量中的 16 个最小压力。
返回	SET MIN0 <term> SET MIN1 <term>
示例	要查看 MINn 变量中模块的最小压力设置，键入 LIST L<CR> 压力扫描阀将返回最小压力设置： SET MIN0 -6.000000 SET MIN1 -6.000000

5.4.6. 列出压力校准点个数（只读）

指令	列出压力校准点个数
命令语法	LIST N(P)
参数	无
说明	列出压力扫描阀 16 个通道中每个通道的压力校准点个数设置。
返回	SET NEGPTS_P0 <term> SET NEGPTS_P1 <term>
示例	要查看内部变量中为模块设置的压力校准点个数，键入 LIST N<CR> 压力扫描阀将返回校准点设置： SET NEGPTS_P0 11 SET NEGPTS_P1 11

5.4.7. 列出温度校准点个数（只读）

指令	列出温度校准点个数
命令语法	LIST NT
参数	无
说明	列出压力扫描阀 16 个通道中每个通道的温度校准点个数设置。
返回	SET NEGPTS_P0 <term> SET NEGPTS_P1 <term>
示例	要查看内部变量中为模块设置的温度校准点个数，键入 LIST NT<CR> 压力扫描阀将返回校准点设置： SET NEGPTS_P0 11 SET NEGPTS_P1 11

5.4.8. 列出标识

指令	列出标识
命令语法	LIST I
参数	无
说明	列出 IDENTIFICATION 配置变量
返回	SET ECHO <term> SET MODEL <term> SET PORT <term> SET HOST <term>
示例	要验证模块的常规配置设置，键入 LIST I<CR> 压力扫描阀返回：SET ECHO 0 SET MODEL PSV SET PORT 23 SET HOST 0.0.0.0 T 注意：用户在修改这些变量时必须非常小心。这些变量中的一个错误值可能会对模块的运行产生不利影响。

5.4.9. 列出 DELTA 值

指令	列出 DELTA 值
命令语法	LIST D
参数	无
说明	列出 16 个 DELTA 零点修正值。 DELTA 值会随着模块老化而变化。这些值是在最近一次 CALZ 中获得的当前零点偏置值与系数表中的零点值之间的差值。
返回	SET DELTA0 <delta>
示例	要查看当前的零点校正值，键入 LIST D<CR> 压力扫描阀将返回 DELTA 零点修正值。 SET DELTA0 0.00000

5.4.10. 列出零校正值

指令	列出零校正值
命令语法	LIST Z
参数	无
说明	列出 16 个零校正值。这些值用于将原始计数转换为零校正值。
示例	要查看当前的零点校正值，键入 LIST Z<CR> 压力扫描阀将返回零点校正值： SET ZERO0 -1304085 SET ZERO1 -1262978 注：CALZ 后将更新零值。

5.5. 配置变量

配置变量控制压力扫描阀的运行方式。这些变量被分配到几组变量中的一组：扫描 (LIST S)、校准 (LIST H、LIST L、LIST N、LIST PCP、LIST PRES、LIST TFP、LIST TCP、LIST TEMP)、识别 (LIST I)、IP (LIST IP)、PTP (LIST PTP) 或 PRESSURE (LIST D 和 LIST Z)。每个变量都有一个“数据类型”说明。

5.6. LIST S 扫描变量

表 5-3 LIST S 基本采集参数设置指令集

命令字节	解释
SET AVG	设置平均数
SET BIN	设置输出形式（16 进制或 ASCII 码）
SET CVTUNIT	单位系数的换算
SET EU	是否有工程单位
SET FORMAT	ASCII 码形式输出时的数据显示方式
SET FPS	设置帧数
SET PAGE	每 10 帧作为一包数据进行输出的设置
SET PERIOD	设置周期
SET QPKTS	数据流合并设置
SET SIM	原始数据的来源，自测还是传感器实际输出
SET TIME	时间标识格式
SET UNITSCAN	压力单位
SET XSCANTRIG	触发模式的配置
SET ZC	设置零点补偿是否可用

5.6.1. 平均数据量

变量	AVG
有效值	1 至 240
默认值	32
数据类型	整数
说明	设置在产生平均输出之前采集的原始样本数。

5.6.2. 二进制数据显示

变量	BIN
有效值	0 或 1
默认值	0
数据类型	整数
说明	设置数据包输出格式。1 -- 二进制，0 -- ASCII。

5.6.3. 单位换算系数

变量	CVTUNIT
有效值	实数
默认值	1.0
数据类型	浮点数
说明	<p>将校准单位转换为所需的扫描单位。该值可直接设置或通过 <code>UNITSCAN</code> 变量设置为所需单位来设置。</p> <p>只要设置了 <code>UNITSCAN</code>，就会设置 <code>CVTUNIT</code>。它可以在不设置 <code>UNITSCAN</code> 的情况下单独设置。如果用户希望将 <code>CVTUNIT</code> 设置为与 <code>UNITSCAN</code> 不同的变量，则必须先设置 <code>UNITSCAN</code>。</p>

5.6.4. 工程单位

变量	EU
有效值	0 或 1
默认值	1
数据类型	字符串
说明	<p>设置温度和压力单位的输出格式。</p> <p>0 = 原始单位；</p> <p>1 = 工程单位；</p> <p>2 = 采用浮点温度的工程单位。</p> <p><i>注：</i></p> <p><i>当出现以下一种或多种情况时，模块将输出 999999：</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. EU 转换超出 PMAXL 或 PMAXH 设置值</i> <i>2. 任何传感器的计算温度均高于 69 摄氏度</i> <p><i>当出现以下一种或多种情况时，模块将输出 -999999：</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. EU 转换超出 PMINL 或 PMINH 的设定值</i> <i>2. 任何传感器的计算温度均高于 69 摄氏度</i> <p><i>当 SET EU 2 时，将无法获得时间戳数据。</i></p>

5.6.5. 数据显示格式

变量	FORMAT
有效值	0、1 或 2
默认值	0
数据类型	整数
说明	<p>决定是否在显示屏上滚动数据。仅 ASCII 输出：</p> <p>0 - 数据滚动；</p> <p>1 - 数据显示，格式为 VT100 终端；</p> <p>2 - 数据以 CSV 格式显示。</p>

5.6.6. 每次扫描帧数

变量	FPS
有效值	0 至 2147483648
默认值	1
数据类型	长整型
说明	每次扫描帧数（FPS）设置为非 0 值，压力扫描阀开始扫描时，扫描阀将向主机发送数据包，当帧数达到 FPS 值，扫描阀自动停止发送数据，压力扫描阀将退出扫描模式，等待另一条命令。 如果输入 0，扫描将继续进行，直到收到 STOP 命令。

5.6.7. 合并数据帧

变量	PAGE
有效值	0 至 1
默认值	0
数据类型	整数
说明	当设置为 1 时，压力扫描阀将累积 10 帧数据，然后通过网络发送数据。 如果 FPS 设置小于 10，则数据将在 FPS 结束后通过网络发送。 当发出 STOP 命令时，帧采集将以 10 帧为界停止。 <i>注：该变量仅在 UDP 模式下有效。</i>

5.6.8. 扫描周期

变量	PERIOD
有效值	73 至 65535
默认值	500
数据类型	整数
说明	设置通道采样间隔，单位为微秒（ μs ）。周期与扫描速率或频率的关系式为： $\text{数据速率} = 1 \div (\text{周期} * \times 16 \times \text{平均值})$ <p>*周期以微秒为单位。</p>

5.6.9. QPKTS（预留）

变量	QPKTS
有效值	0 至 1
默认值	0
数据类型	整数
说明	内部给数进行压力和温度值的仿真。

5.6.10. 数据仿真

变量	SIM
有效值	0 至 1
默认值	1
数据类型	整数
说明	该变量已不再起作用，保留该变量是为了与旧版本兼容。设置该变量不会改变行为或导致错误。

5.6.11. 时间显示方式

变量	TIME
有效值	0、1、2 或 3
默认值	0
数据类型	整数
说明	<p>确定时间戳的格式：</p> <p>0 - 无时间戳；</p> <p>1 - 时间戳数据以微秒为单位；</p> <p>2 - 时间戳数据以毫秒为单位；</p> <p>3 - 时间戳数据采用 PTP 时间。</p>

5.6.12. 扫描单位

变量	UNITSCAN
有效值	参见说明中的清单
默认值	PSI
数据类型	字符串
说明	<p>压力单位的系数。用于设置压力扫描阀的扫描单位。设置该值也将设置 CVTUNITS。CVTUNITS 可以设置为不同的值，但必须先设置 UNITSCAN。</p> <p>以下是支持的单位列表：</p> <p>ATM FTH2O KGM2 MH2O OZFT2 BAR GCM2 KIPIN2 MMHG OZIN2 CMHG INHG KNM2 MPA PA CMH2O INH2O KPA NCM2 PSF DECIBAR KGCM2 MBAR NM2 PSI TORR</p> <p>若输入的数值与所列数值不同，则将使用 PSI。输入单位时最好使用大写字母。</p>

5.6.13. 启用外部触发器

变量	XSCANTRIG
有效值	0 或 1
默认值	0
数据类型	整数
说明	设置触发器。 0 - 帧触发器为内部时钟； 1 - 触发器为外部触发器为帧触发器。

5.6.14. 零点校正使能

变量	ZC
有效值	0 或 1
默认值	1
数据类型	整数
说明	设置零点校正的开启或关闭。 0 - 无修正； 1 - 零点校正。

5.7. LIST IP IP 变量

表 5-4 LIST IP IP 地址网络通讯指令

命令字节	解释
SET IPADD	设置 IP 地址
SET SUBNET	设置子网掩码
SET MAC	设置不同网域下的 IP 地址
SET GW	设置网关

5.7.1. IP 地址

变量	IPADD <IP Address>
有效值	任何有效的 IP 地址
默认值	由模块类型决定
数据类型	整数
说明	模块的 IP 地址。

5.7.2. 子网掩码

变量	SUBNET <Subnet Mask>
有效值	任何有效的子网掩码
默认值	255.255.0.0
数据类型	整数
说明	模块的子网掩码。必须为连接压力扫描阀的网络配置子网掩码。

5.7.3. MAC 地址

变量	MAC
有效值	000.003.025.069.yyy.zzz
默认值	000.003.025.069.yyy.zzz 其中 yyy.zzz 为 IP 地址后两位
数据类型	整数
说明	模块的 MAC 地址。用户可以修改后两个个八位位组，但建议不要修改。前四个八位位组不得修改。

5.7.4. 设置网关

变量	GW <IP Address>
有效值	任何有效的 IP 地址
默认值	0.0.0.0
数据类型	IP
说明	如果服务器 IP 地址是 DSM 子网之外的 IP 地址,将使用此 IP 地址访问服务器。

5.8. LIST PTP (PTP 变量)

表 5-5 LIST PTP 网络授时相关指令

命令字节	解释
SET PTPEN	设置网络中的主机
SET STAT	设置时间偏差传输方式（1 串口，2 网络）
SET SST	设置主机 UNIX 参考时钟
SET SSD	设置主机 UNIX 参考日期
SET UTCOFFSET	设置与网络时间之间的偏差

5.8.1. PTP 启用

变量	PTPEN <code>
有效值	0 - 禁用，1 - 启用，2 - 启用为主设备
默认值	0
数据类型	整数
说明	<p>启用压力扫描阀中的精确时间协议引擎。当 PTPEN 设置为 2 时为 PTP 主站。</p> <p><i>注：只能将一台设备设置为主站。在同一网络中设置多个主控设备可能会导致某些主控设备被忽略。</i></p>

5.8.2. PTP 统计

变量	STAT <code>
有效值	0 - 禁用，1 - 启用，2 - 网络
默认值	0
数据类型	整数
说明	<p>设置 PTP 统计输出的目的地。统计数据按以下格式输出：</p> <p><ofm>、<msd>、<smd>、<mpd></p> <p>ofm - 从主站偏移。从站和主站之间的时间差，单位为微秒；</p> <p>msd - 主站到从站的延迟。过滤后的数据包从主站到从站的传输时间；</p> <p>smd - 从站到主站延迟。过滤后的数据包从从站到主站的传输时间；</p> <p>mpd - 平均路径延迟。过滤后的平均路径延迟时间。</p>

5.8.3. 扫描开始时间

变量	SST <code>
有效值	hhh:mm:ss.fff
默认值	0:0:0.000
数据类型	整数
说明	<p>设置参照 PTP 主站开始扫描的时间。在两种情况下，压力扫描阀将使用当前 PTP 时间作为扫描开始时间：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 当通过 SET PTPEN 0 命令禁用 PTP 系统时。 2) 当压力扫描阀通电后尚未从 PTP 服务器接收到当前时间时。在这种情况下，压力扫描阀时间将从 1970 年 1 月 1 日 0:00:00.000 小时或 0 时区开始。如果启用了压力扫描阀，但在收到一个如果从 PTP 时间服务器设置了时间，压力扫描阀将从 PTP 服务器最后一次时钟设置开始计时。 <p>当不符合这两种情况时，压力扫描阀将使用通过 SET SST 设置的启动时间。</p> <p>PTP 组中的<时间>和 SET SSD <日期>设置。</p>

5.8.4. 扫描开始日期

变量	SSD<code>
有效值	yyyy/mm/dd
	其中：yyyy - 年，mm - 月，dd - 日
默认值	2014/1/1
数据类型	整数
说明	设置开始扫描的日期，并将其作为主控器的参考。

5.8.5. UTC 偏移

变量	UTCOFFSET<code>
有效值	hh:mm:ss
	其中：hh - 小时，mm - 分钟，ss - 秒
默认值	00:00:00
数据类型	整数
说明	设置从网络时间中添加或减去的偏移量。

5.9. LIST B LIST H LIST L LIST N (压力变量)

表 5-6 LIST PTP 网络授时相关指令

类别	命令字节	解释
LIST B	SET ABS	设置模块的模式（绝压或者表压）
LIST H	SET MAX	设置压力的最大极限值
LIST L	SET MIN	设置压力的最小极限值
LIST N(P)	SET NEGPTS_P	设置校准点数
LIST NT	SET NEGPTS	设置温度补偿点数

5.9.1. LIST B 绝压模式使能

变量	ABS <channel> <n> (其中: n = 0-15, 用于通道 1-16)
有效值	channel -通道号; n-0 或 1
默认值	由模块类型决定
数据类型	整数
说明	<p>设置模块的运行模式。</p> <p>0 = 刻度或差分;</p> <p>1 = 绝对值。</p> <p><i>注: 该值将决定是否启动 CALZ 或 CALB。CALZ 仅在值为 0 的通道上启动。</i></p> <p><i>CALB 仅在值为 1 的通道上启动。</i></p>

5.9.2. LIST H 最大压力（只读）

变量	MAX< channel> (其中: channel = 0-15, 用于通道 1-16)
有效值	0 至 500
默认值	15
数据类型	整数
说明	<p>设置通道 channel 的最大压力。</p> <p>如果模块是绝对模块, 则必须设置为零或正数。</p>

5.9.3. LIST L 最小压力（只读）

变量	MIN< channel >(其中: channel = 0-15, 用于通道 1-16)
有效值	0 至 500
默认值	0
数据类型	整数
说明	设置通道 channel 的最小压力。如果模块是绝对模块, 则必须设置为零或正数。

5.9.4. LIST N(P)压力校准点个数（只读）

变量	NEGPTS_P< channel > (其中: channel = 0-15, 用于通道 1-16)
有效值	2 至 16
默认值	11
数据类型	整数
说明	通道 channel 的校准点数。

5.9.5. LIST NT 温度补偿点个数（只读）

变量	NEGPTS< channel > (其中: channel = 0-15, 用于通道 1-16)
有效值	2 至 16
默认值	11
数据类型	整数
说明	通道 channel 的温度补偿点数。

5.10. LIST I (识别变量)

表 5-7 LIST PTP 网络授时相关指令

命令字节	解释
SET ECHO	设置命令返回是否需要重复命令字节
SET MODEL	设置设备型号
SET PORT	设置网络通讯端口
SET HOST	设置网络通讯协议 (UDP, TCP)

5.10.1. 串行回传

变量	ECHO
有效值	0 或 1
默认值	0
数据类型	整数
说明	<p>确定从串行主机接收的字符是否会回传至主机。</p> <p>0 – 压力扫描阀不会回传字符；</p> <p>1 – 压力扫描阀将向主机回传字符。</p>

5.10.2. 设备型号

变量	MODEL
默认值	3217
数据类型	字符串
说明	模块的类型 (小于 8 字符)。

5.10.3. 以太网端口

变量	PORT
有效值	0 以外的任何有效端口
默认值	23
数据类型	整数
说明	设置以太网端口。默认值为 23，即 TelNet 端口。在重启模块之前，对该变量的更改不会生效。如果 PORT 设置为零，则无法进行以太网通信。

5.10.4. 以太网主机

变量	HOST <IP Address> <Port> <Protocol>
有效值	IP Address - 任何有效的 IP 地址 Port - 0 以外的任何有效端口号 Protocol - U 为 UDP，T 为 TCP
默认值	IP Address - 0 Port - 0 Protocol - T
数据类型	/
说明	设置向主机传输二进制数据的参数。 默认端口值为 23，即 TelNet 端口。 只有重启模块后，对该变量的更改才会生效。 如果端口设置为零，则无法进行以太网通信。

5.11. LIST D (DELTA 变量)

表 5-8 LIST PTP 网络授时相关指令

命令字节	解释
DELTA _n	

5.11.1. DELTA 变量

变量	DELTA _n <value> (where n = 0-15 for channels 1-16)
有效值	+/- 全量程压力范围
默认值	无
数据类型	浮点数
说明	通道 1 - 16 的 DELTA 零校正。 这些值在执行 CALZ 时设置。

5.12. LIST Z (零点偏移)

表 5-9 LIST PTP 网络授时相关指令

命令字节	解释
ZERO	零点校正

5.12.1. 零点偏移

变量	ZERO <channel> <n> (where n = 0-15 for channels 1-16)
有效值	channel -0-15 通道值, n--32768 至 32768
默认值	无
数据类型	整数
说明	通道 0 - 15 的零点校正。 这些值是在原始校准和填充时设置的。

5.13. 数据帧格式定义

收到请求后，压力扫描阀会向客户端发送一个应用数据包。发送给客户端的每个数据包都以数据包类型字开头。该字定义了数据包类型。

5.13.1. 包类型

数据包名称	数据包 ID	字节	说明
Scan	1Hex	304	传统二进制扫描数据包（未使用）。
Status	3Hex	180	状态数据包。
Scan Raw	4Hex	72	以二进制原始计数形式传输压力和温度数据。
Scan EU	5Hex	104	以二进制工程单位传输压力和温度数据。
Scan Raw - Time	6Hex	80	以二进制、原始计数和时间戳传输压力数据。
Scan EU - Time	7Hex	112	以二进制工程单位传输带时间戳的压力数据。
Scan EU - FPT	9Hex	136	以二进制工程单位传输压力数据，温度数据类型为浮点（时间戳不可配置）。
Scan Raw/EU - PTP	AHex	188	以二进制、原始单位或工程单位传输压力数据，并带有 PTP 时间戳（SET TIME 3）。 文本数据包可能已格式化，也可能未格式化。 格式由 FORMAT 配置变量的设置决定。
ASCII	20Hex	可变	<i>注：当数据包的第一个整数为 20Hex 或更大时，系统将自动检测该数据包。 数据包假定为 ASCII 格式。</i>

5.13.2. 主机至压力扫描阀命令包（Scan）

功能说明	字节	数据类型	值
ASCII 命令数据	1 至 512	字符串	特定的数据包。 每一行必须以 <CR>、<LR>、<CR-LF> 或 <LF-CR>结束。

5.13.3. 状态包 (Status)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	2	整数	3Hex
填充字节 (强制四字节对齐)	78	整数	/
状态	20	char[20]	目前的压力扫描阀状态
填充字节 (强制四字节对齐)	80	整数	(未使用)

5.13.4. 扫描原始包 (Scan Raw)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	2	整数	4Hex
填充字节 (强制四字节对齐)	2	整数	/
框架编号	4	整数	当前框架编号
通道 1-16 压力	32	整数	每个通道 2 个字节

5.13.5. 扫描 EU 包 (Scan EU)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	2	整数	5Hex
填充字节 (强制四字节对齐)	2	整数	/
框架编号	4	整数	当前框架编号
通道 1-16 压力	64	浮点数	每个通道 4 个字节
通道 1-16 温度	32	整数	每个通道 2 个字节

5.13.6. 扫描原始数据与时间间隔 (Scan Raw - Time)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	2	整数	6Hex
填充字节 (强制四字节对齐)	2	整数	/
框架编号	4	整数	当前框架编号
通道 1-16 压力	32	整数	每个通道 2 个字节
通道 1-16 温度	32	整数	每个通道 2 个字节
时间 (毫秒或微秒)	2	整数	2 个字节
时间单位	4	整数	1 = 微秒, 2 = 毫秒

5.13.7. 使用时间戳扫描 EU (Scan EU - Time)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	2	整数	7Hex
填充字节 (强制四字节对齐)	2	整数	/
框架编号	4	整数	当前框架编号
通道 1-16 压力	64	浮点数	每个通道 4 个字节
通道 1-16 温度	32	整数	每个通道 2 个字节
时间 (毫秒或微秒)	4	整数	2 个字节
时间单位	4	整数	1 = 微秒 2 = 毫秒

5.13.8. 使用 FPT-浮点温度扫描 EU 包 (Scan EU - FPT)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	2	整数	9Hex
填充字节 (强制四字节对齐)	2	整数	/
框架编号	4	整数	当前框架编号
通道 1-16 压力	64	浮点数	每个通道 4 个字节
通道 1-16 温度	64	浮点数	每个通道 2 个字节

5.13.9. 使用 PTP 时间扫描 RAW/EU (Scan Raw/EU - PTP)

功能说明	字节	数据类型	值/说明
数据包类型	4	整数	AHex
数据包大小	4	整数	数据包大小 (字节)
框架编号	4	整数	当前框架编号
扫描平均值	4	整数	平均样本数
帧频	4	浮点数	扫描速率 (Hz)
单位指数	4	整数	单位换算指数
单位换算系数	4	浮点数	转换系数 (PSI 转换为选定单位)
扫描开始时间 (秒)	4	整数	扫描开始时间 (秒)
扫描开始时间 (纳秒)	4	整数	扫描开始时间 (纳秒)
PTP 上次更新 (毫秒)	4	整数	上次更新后的时间 (毫秒)
温度	32	整数	每个通道 4 个字节
压力 (RAW/EU)	32/64	整数/浮点	每个通道 2/4 字节
帧时间 (秒)	4	整数	帧发生的时间 (秒)
帧时间 (纳秒)	4	整数	帧发生的时间 (纳秒)
外部触发时间 (秒)	4	整数	0 (未使用)
外部触发时间 (纳秒)	4	整数	0 (未使用)

5.13.10. ASCII 包 (ASCII)

功能说明	字节	数据类型	值
ASCII 数据 (前两个字节不得为 1Hex 至 1FHex)	1 至 1492	字符串	特定的数据包。 每一行必须以 <CR>、<LR>、<CR-LF> 或<LF-CR>结束。

6. 指令集示例

注意：所有指令发送的结束符可以识别\r, \r\n, \n, \n\r 四种标识符。以下命令仅写出\r 模式，其他结束符格式可兼容。

1. 上位机发送命令：SET FPS 0\r，当设置为 0 时表示连续采集数据包，当大于 0 时表示当大于该数值时自动停止采集，本参数范围：0~2147483648，长整型，默认为 0；
2. 上位机发送命令：SET AVG 16\r，表示每通道采集 16 个数据进行平均之后再输出，本参数范围：1~240，整型，默认 32；
3. 上位机发送命令：SET PERIOD 500 \r，实际两次采样周期时间间隔为 500*16*AVG（平均值）；
4. 上位机发送命令：SET EU 1 \r，压力扫描阀上传带压力单位的值，或上位机发送命令：SET EU 0 \r，压力扫描阀上传 AD 采样值；
5. 上位机设置零点补偿命令：SET ZC 1 \r，将当前压力值设置为零点（仅表压型有效）或上位机取消零点补偿命令：SET ZC 0 \r。

7. 故障排除

假如您在使用中遇到问题或不能正常测试压力，请参阅下面表格，如仍未能解决疑难，请联系我们，我们将帮助您分析解决。

问题现象	故障原因	排除方法
电源指示灯 不亮	电源插头未拧紧，接触不良	检查电源插线
无法与计算机 通讯	连接器接触不良	检查线缆是否插牢，或更换线缆
	扫描阀 IP 地址与计算机 IP 地址不在同一地址段内	修改或增加新的计算机 IP 地址
	软件通讯故障	重启计算机和扫描阀
零点误差 超出误差上限	零点温度漂移或时间漂移	确认端口号是否与说明书一致 压力零点会随时间和温度产生一定量的漂移，属于正常现象，使用前请使用 ZC 命令进行清零操作，在不同温度环境下或者隔一段时间使用校准零点命令 CALZ 进行零点校准。