

## HBP1311D-2系列压力传感器模组

### 产品特性

- 硅压阻式MEMS技术、高灵敏度、高稳定性
- 测量范围：-100kPa ~ +1000kPa范围量程可选，表压
- 供电电压：1.8V ~ 5.5V可选
- 数字I<sup>2</sup>C输出
- 标准SOP8封装方式，集成度高
- 适用于非腐蚀性气体或液体



### 典型应用

- 按摩器、按摩椅、气垫床等运动健身器材领域
- 真空包装机、真空搅拌机、真空破壁机、真空泵等真空负压领域
- 电子血压计、呼吸机、制氧机、监护仪、雾化器等医疗领域
- 洗衣机、啤酒机、咖啡机、吸尘器、净水机、热水器等家电领域

### 产品概述

HBP1311D-2 产品系列是豪帮高科推出的集成度高、稳定性好、可靠性优异的压力传感器模组。该产品由 MEMS 压力传感器芯片和高性能的调理电路组成。存储在 OTP 中的校准系数数据可用于产品的校准，压力校准和温度补偿由测试系统自动实现，校准后的压力和温度以数字 I<sup>2</sup>C 形式输出。HBP1311D-2 采用标准的 SOP8 单气嘴封装形式，结构紧凑，客户使用方便，并能保证产品高性能、高稳定性和高可靠性的压力测量。产品适用于非腐蚀性气体的差压检测，在医疗保健、家用电器、运动健身器材类等具有广泛应用前景。图 1 是 HBP1311D-2 产品原理框图。

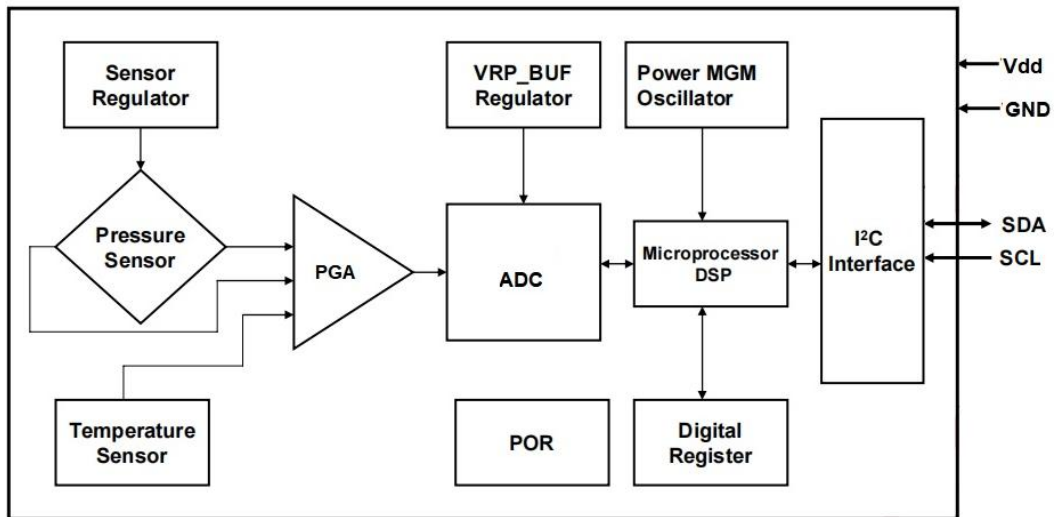


图 1: HBP1311D-2 产品框图

## 绝对最大额定值\*

表 1: HBP1311D-2 产品系列绝对最大额定值

| 参数    | 条件        | 最小值  | 典型值 | 最大值     | 单位   |
|-------|-----------|------|-----|---------|------|
| 供电电压  |           | -0.3 |     | 6.5     | V    |
| 数字端电压 | 25°C      | -0.3 |     | Vdd+0.3 | V    |
| 过载压力  |           |      | 2 倍 |         | 额定压力 |
| 爆破压力  |           |      | 3 倍 |         | 额定压力 |
| ESD   | HBM       |      | 4   |         | kV   |
| 存储温度  |           | -40  |     | 125     | °C   |
| 介质    | 非腐蚀性气体或液体 |      |     |         |      |

**\*请注意：**超过“绝对最大额定值”的应力可能会对器件造成永久性损坏。这些仅为应力额定值，并不意味着器件在这些或任何其他条件下的功能操作超出了“推荐工作条件下”所示的条件。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

## 基本性能指标

表 2：HBP1311D-2 产品系列基本性能

| 性能参数         | 最小值  | 典型值   | 最大值  | 单位     | 备注     |
|--------------|------|-------|------|--------|--------|
| 供电电压         | 1.8  | 5     | 5.5  | V      | 供电电压可选 |
| 测量范围         | -100 |       | 1000 | kPa    | 量程可选   |
| 精度           |      | ±1    |      | %FS    | 精度可选   |
| 零点温度漂移       |      | ±0.03 |      | %FS/°C |        |
| 满程温度漂移       |      | ±0.03 |      | %FS/°C |        |
| 补偿温度         | 0    | 0-60  | 85   | °C     | 补偿温度可选 |
| SDA/SCL 上拉电阻 |      | 4.7   |      | K ohm  |        |
| ESD HBM      |      | 4000  |      | V      |        |
| 工作温度         | -20  | 0-60  | 85   | °C     | 温度可选   |
| 长期稳定性        |      | ±0.5  |      | %FS    | 1 年    |

**请注意：**除非另有说明，上表中的数据在如下条件测试所得：测量介质为空气；大气压(101325±500)Pa；温度(25±2)°C；振动<0.1g(1m/s<sup>2</sup>)；湿度(50%±10%)RH；电压(5±0.25)V。

## 电气特性

表 3: HBP1311D-2 产品系列电气特性

| 性能参数     | 最小值  | 典型值     | 最大值  | 单位   | 备注                                                  |
|----------|------|---------|------|------|-----------------------------------------------------|
| 待机电流     |      | 100     |      | nA   |                                                     |
| 电流消耗     |      | 5       |      | uA   | 一次测量                                                |
| LDO 输出   | 1.62 | 1.8     | 1.98 | V    | 3.3V 供电                                             |
| PSRR     |      | 60      |      | dB   |                                                     |
| 滤波电容     |      | 100     |      | nF   |                                                     |
| 输出数据分辨率  | 23   |         |      | Bits | $LSB=(1/2^{23}) \times VEXT$<br>( 'raw_data_on' =1) |
| 内置温度传感器  |      | $\pm 1$ |      | °C   |                                                     |
| 输出数据解析度  | 16   |         |      | Bit  | $LSB=(1/256)^{\circ}C$                              |
| 时钟脉冲频率   |      |         | 400  | KHz  | I2C 通讯                                              |
| IIC 设备地址 |      | 0x6D    |      |      |                                                     |

## I2C 通讯协议

I2C 总线使用 SCL 和 SDA 作为信号线，这两根线都通过上拉电阻（典型值 4.7K $\Omega$ ）连接到 VddIO，这样使得空闲状态都保持为高电平。A7~A1 位组成从机的地址，W/R 位是数据传送方向位，0 表示主机向从机写数据，1 表示主机由从机读数据，如表 4 所示。

表 4: I<sup>2</sup>C 地址

| A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | W/R |
|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0/1 |

表 5: 内部寄存器信息

| 地址   | 描述           | 读写 | Bit7           | Bit6            | Bit5          | Bit4            | Bit3   | Bit2                      | Bit1          | Bit0           | 默认值  |
|------|--------------|----|----------------|-----------------|---------------|-----------------|--------|---------------------------|---------------|----------------|------|
| 0x00 | SPI_<br>Ctrl | RW | SDO_<br>active | LSB_<br>first   | Soft<br>reset |                 |        | Soft<br>reset             | LSB_<br>first | SDO_<br>active | 0x00 |
| 0x01 | Part_ID      | R  |                |                 |               | PartID<7:0>     |        |                           | 0x00          |                |      |
| 0x02 | Status       | R  |                | Error_code<5:0> |               | 1'b0            |        | DRDY                      |               | 0x00           |      |
| 0x06 | DATA_MSB     | R  |                |                 |               | Data out<23:16> |        |                           | 0x00          |                |      |
| 0x07 | DATA_CSB     | R  |                |                 |               | Data out<15:8>  |        |                           | 0x00          |                |      |
| 0x08 | DATA_LSB     | R  |                |                 |               | Data out<7:0>   |        |                           | 0x00          |                |      |
| 0x09 | TEMP_MSB     | R  |                |                 |               | Temp out<15:8>  |        |                           | 0x00          |                |      |
| 0x0A | TEMP_LSB     | R  |                |                 |               | Temp out<7:0>   |        |                           | 0x00          |                |      |
| 0x30 | CMD          | RW |                | Sleep_time<3:0> |               | Sco             |        | Measurement_ctrl<<br>2:0> |               | 0x00           |      |
| 0x6C | OTP_CMD      | RW |                | Blow start<6:0> |               |                 | margin |                           |               | 0x00           |      |

读取数据按照如下指令顺序进行操作:

1. 读取0xA5寄存器值，将读取到的二进制值“与”上“11111101”后再写入0xA5。
2. 发送指令0x0A到0x30寄存器进行一次温度采集，一次压力数据采集。
3. 读取0x30寄存器地址，若Sco位为0代表采集结束，可以读取数据，或等待延迟10ms（10ms适用于OSR\_P范围在256X~4096X）。
4. 读取0x06、0x07、0x08三个寄存器地址数据构成24位AD值（压力数据AD值）。
5. 将读取到的24位AD值进行如下操作计算出最终压力输出： $OUT(Pa)=AD/2^{23} \times Fullscal$ 。注意Fullscal的取值：

eg: 当满量程压力为600000Pa时,  $2^{19} < 600000 < 2^{20}$ , 在24位AD中最少需要20位来表示, 即此时Fullscal取 $2^{20}$ 。

电路内部寄存器请参考如上表5。

其中REG0x06、REG0x07、REG0x08寄存器内为压力输出值共计24位, 其中最高位为符号位, 符号位数值为“1”时代表“负”, 符号位数值为“0”时代表“正”。REG0x09、REG0x0A寄存器内为温度输出数值共计16位, 其中最高位为符号位, 符号位数值为“1”时代表“负”, 符号位数值为“0”时代表“正”。I<sup>2</sup>C通讯时序值如表6所示。

表 6: I<sup>2</sup>C 通讯时序值

| 符号                 | 参数          | 最小值 | 最大值 | 单位  |
|--------------------|-------------|-----|-----|-----|
| f <sub>scl</sub>   | 时钟频率        |     | 400 | kHz |
| t <sub>LOW</sub>   | SCL低脉冲时间    | 1.3 |     | μs  |
| t <sub>HIGH</sub>  | SCL高脉冲时间    | 0.6 |     | μs  |
| t <sub>SUDAT</sub> | SDA建立时间     | 0.1 |     | μs  |
| t <sub>HDDAT</sub> | SDA保持时间     | 0   |     | μs  |
| t <sub>SUSTA</sub> | 重复启动条件的建立时间 | 0.6 |     | μs  |
| t <sub>HDSTA</sub> | 启动条件的保持时间   | 0.6 |     | μs  |
| t <sub>SUSTO</sub> | 停止条件的建立时间   | 0.6 |     | μs  |
| t <sub>BUF</sub>   | 新的传输之前的开始时间 | 1.3 |     | μs  |

例如假设REG0x06、REG0x07、REG0x08、REG0x09、REG0x0A读出的十进制值为x、y、z、a、b。

压力cal\_AD值： $m = x \cdot 2^{16} + y \cdot 2^8 + z$

正负处理：若 $m > 2^{23}$ ，则是一个负值，压力值 $= (m - 2^{24}) / 2^{23} \cdot \text{Fullscal}$  (Pa)

若 $m < 2^{23}$ ，则是一个正值，压力值 $= m / 2^{23} \cdot \text{Fullscal}$  (Pa)

温度值： $n = a \cdot 2^8 + b$

正负处理：若 $n > 2^{15}$ ，则是一个负值，温度值 $= (n - 2^{16}) / 256$ ; ( $^{\circ}\text{C}$ )

若 $n < 2^{15}$ ，则是一个正值，温度值 $= n / 256$ ; ( $^{\circ}\text{C}$ )。

## I<sup>2</sup>C 时序

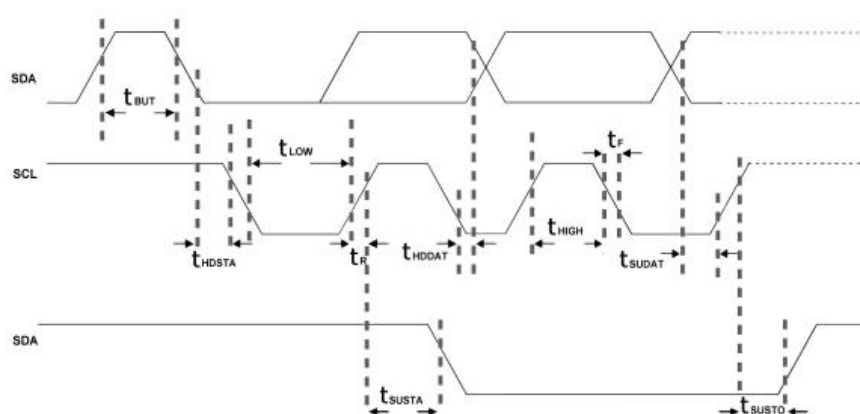


图 2：参考电路 I<sup>2</sup>C 通讯时序图

图 2 是参考电路 I<sup>2</sup>C 的时序图。从设备应答后，主设备继续发送 8 位寄存器地址，得到应答后继续发送或读取数据。SCL 处于高电平，SDA 发生一个上升沿动作标志 I<sup>2</sup>C 通信结束。除了开始和结束标志之外，当 SCL 为高时 SDA 传输的数据必须保持稳定。当 SCL 为低时 SDA 传输的值可以改变。I<sup>2</sup>C 通信中的所有数据传输以 8 位为基本单位，每 8 位数据传输之后需要一位应答信号以保持继续传输。

## I<sup>2</sup>C 协议数据传输

在启动条件下 Start(S), SCL 是高电平时候, SDA 由高电平到低电平的变化, 代表开始。在停止条件下 Stop(P), SCL 依然为高电平时候, SDA 由低电平到高电平变化, 代表停止。起始和终止信号都是由主机发出, 起始信号产生后, 总线处于被占用状态, 在终止信号产生后, 总线就处于空闲状态, 如图 3 所示。

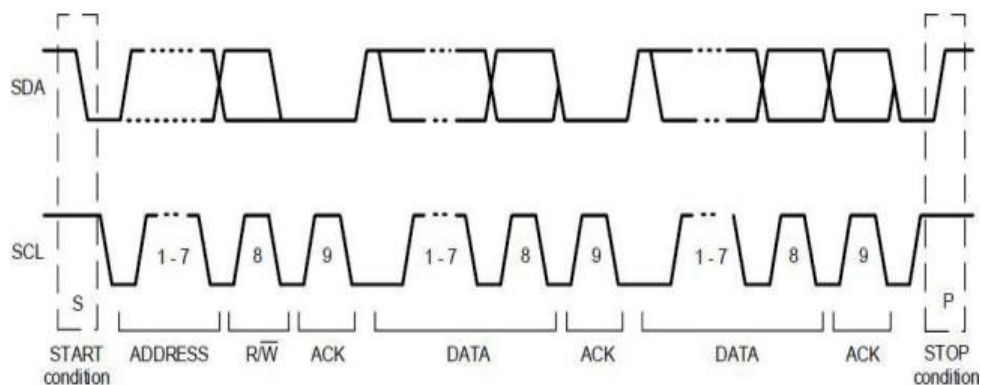


图 3: 参考电路 I<sup>2</sup>C 协议数据传输时序图

## 参考应用电路

图 4 是 HBP1311D-2 的参考应用电路。

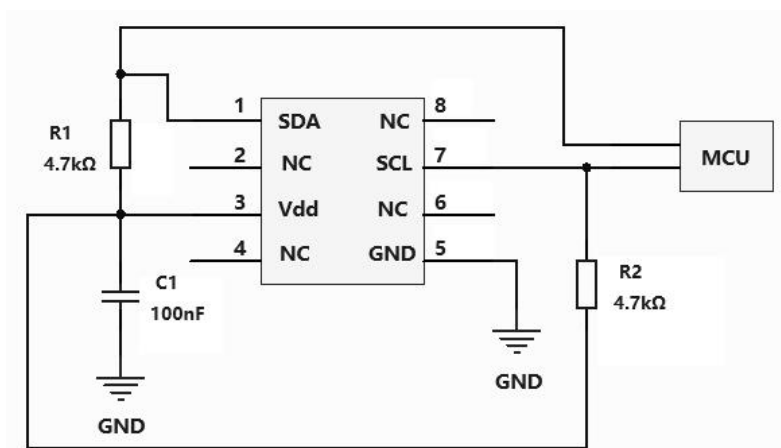


图 4: 参考应用电路

## 封装尺寸

HBP1311D-2 产品系列封装尺寸如下图 5，所有尺寸单位均为毫米(mm)，未标注公差均为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

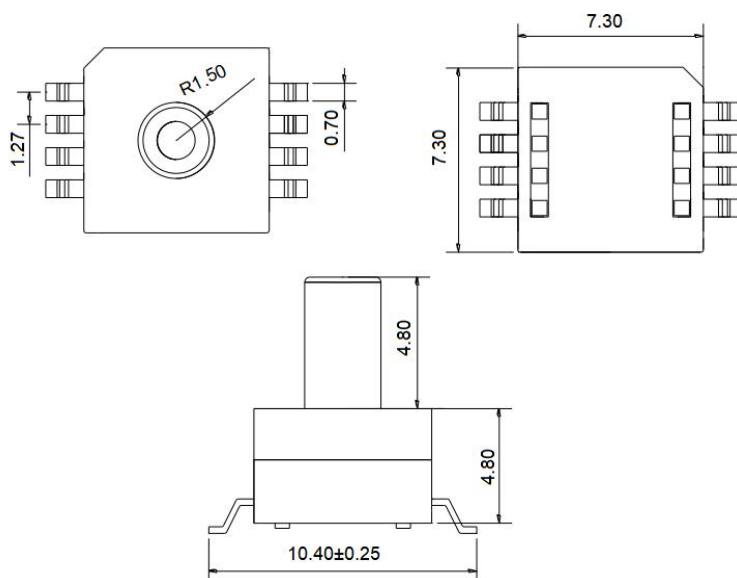


图 5：封装尺寸图

## 引脚定义及功能描述

HBP1311D-2 产品系列的引脚定义请参考图 6，其引脚功能描述请参考表 7。

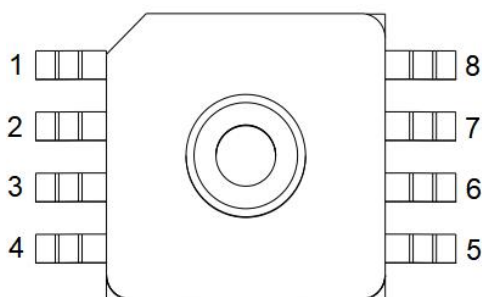


图 6：引脚定义图

表 7：引脚功能描述

| 引脚编号 | 1    | 2, 4, 6, 8 | 3    | 5   | 7    |
|------|------|------------|------|-----|------|
| 定义   | SDA  | NC         | Vdd  | GND | SCL  |
| 功能   | 数据信号 | 空          | 供电正极 | 地   | 时钟信号 |

**请注意:**

- 1) 任何电信号不要连到 NC 脚，否则可能会引起部分功能失效。
- 2) 焊装过程中做好防静电保护。
- 3) 过载电压(6.5VDC)可能烧毁电路芯片，请在 Vdd 和 GND 之间加上 0.1uf 电容。
- 4) 本产品无反接保护，装配时请注意电源极性。

## 参考回流曲线

HBP1311D-2 产品系列 SMT 回流焊的温度曲线请参看图 7，回流焊的工艺参数说明请参考表 8。

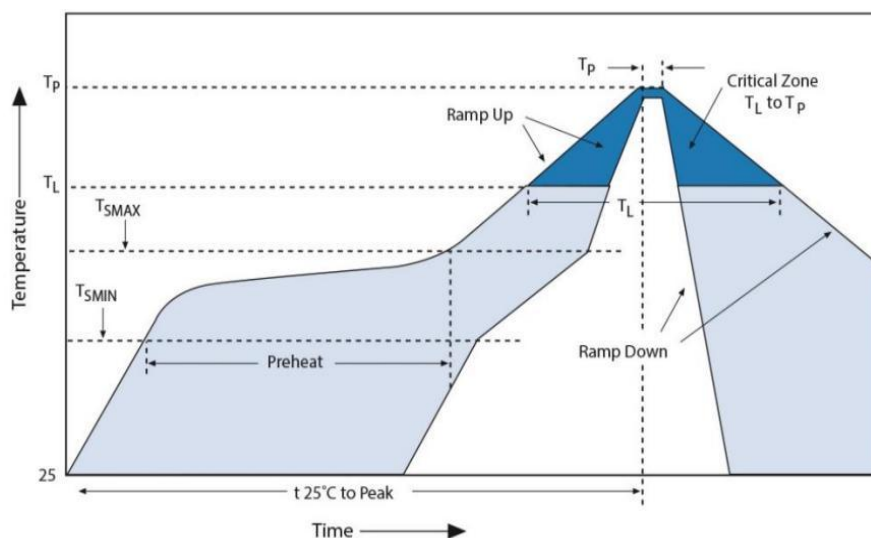


图 7：回流焊温度曲线

表 8：回流焊参数说明

| 曲线特征                    | 无铅       |
|-------------------------|----------|
| 平均加热速率 (TSMAX 到 TP)     | 最快 3°C/秒 |
| 预热区最低温度(TSMIN)          | 150°C    |
| 预热区最高温度(TSMAX)          | 200°C    |
| TSMIN 到 TSMAX (tS)      | 60~180 秒 |
| 回流区温度(TL)               | 217°C    |
| 回流区时间(tL)               | 60~150 秒 |
| 峰值温度 (TP)               | 260°C    |
| 峰值温度 $\pm$ 5°C 保持时间(tP) | 20~40 秒  |
| 下降速度 (TP to TSMAX)      | 最大 6°C/秒 |
| 从 25°C 到峰值温度的时间         | 最长 8 分钟  |

**请注意:**

- 1) 传感器芯片上不允许落入灰尘中，以免影响产品性能。
- 2) 回流焊后清洗时，避免清洗剂或清洁剂侵入内部损坏产品。请不要将产品暴露在超声波处理或清洁，避免产品发生故障。
- 3) 建议回流焊次数不超过 3 次。

## 产品选型信息\*

HBP1311D-2 产品系列选型信息如图 8 所示。

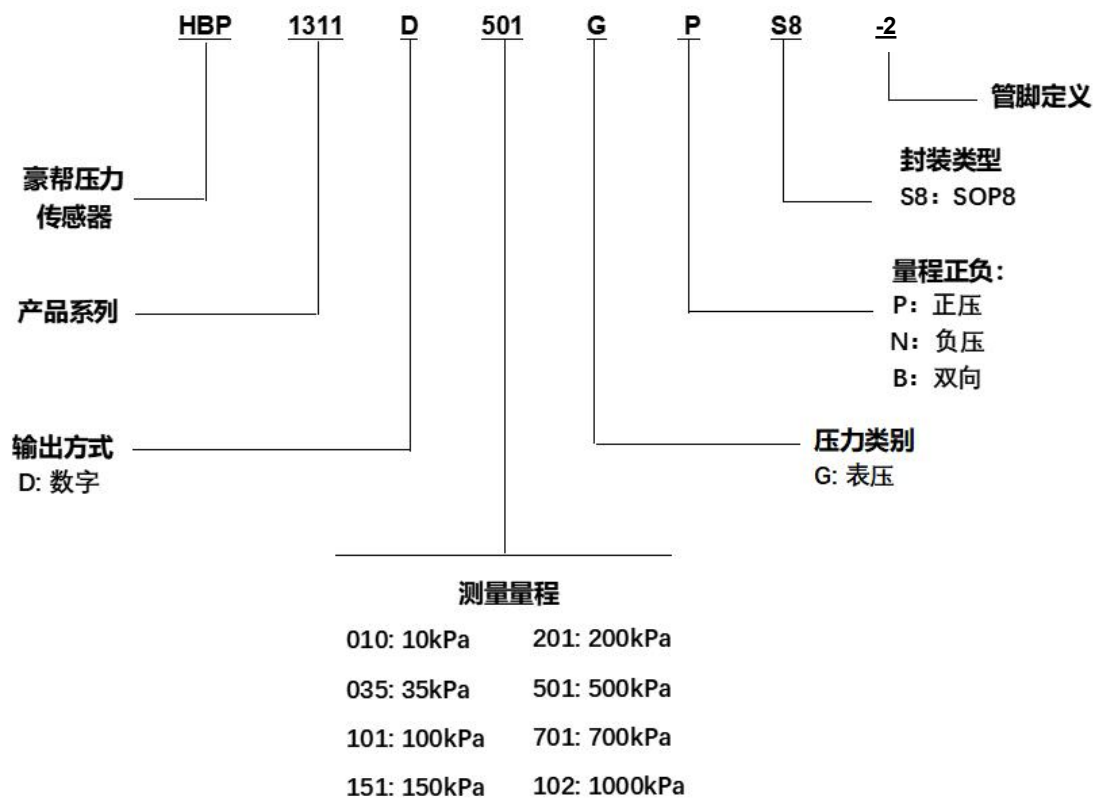


图 8：产品选型指南图

### \*请注意:

- 1) 部分产品不包含以上所述的所有量程，如需更多产品信息，请联系豪帮销售人员。
- 2) 压力换算：10kPa=100hPa=100mBar≈75mmHg≈100mmH<sub>2</sub>O≈1.45PSI

表 9：常用量程表

| 压力量程 (kPa)  | 型号                |
|-------------|-------------------|
| 0 ~ 10      | HBP1311D010GPS8-2 |
| 0 ~ 35      | HBP1311D035GPS8-2 |
| 0 ~ 100     | HBP1311D101GPS8-2 |
| 0 ~ 150     | HBP1311D151GPS8-2 |
| 0 ~ 200     | HBP1311D201GPS8-2 |
| 0 ~ 500     | HBP1311D501GPS8-2 |
| 0 ~ 700     | HBP1311D701GPS8-2 |
| 0 ~ 1000    | HBP1311D102GPS8-2 |
| -100 ~ 0    | HBP1311D101GNS8-2 |
| -35 ~ 0     | HBP1311D035GNS8-2 |
| -10 ~ 10    | HBP1311D010GBS8-2 |
| -100 ~ 100  | HBP1311D101GBS8-2 |
| -100 ~ 700  | HBP1311D701GBS8-2 |
| -100 ~ 1000 | HBP1311D102GBS8-2 |

## 定制服务

豪帮切实以客户需求为导向，为客户提供灵活定制方案，以满足客户不同需求。提供包括但不限于不同量程、不同封装尺寸、不同应用范围的压力传感器器件和压力传感器模组等有效定制服务。如需了解更多信息，敬请联系 [info@haobang-smt.com](mailto:info@haobang-smt.com)。

## 版本修订记录

表 10：版本修订记录

| 版本  | 描述   | 日期         |
|-----|------|------------|
| 1.0 | 首次发行 | 2025 年 2 月 |