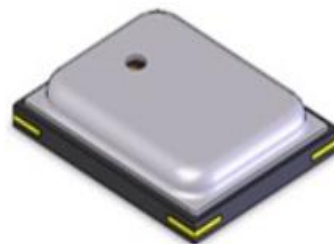


HBP1402D-4系列压力传感器模组

产品特性

- 硅压阻式MEMS技术、高灵敏度、高稳定性
- 测量范围：10kPa ~ 1400kPa量程可选，绝压
- 供电电压：2.7V ~5.5V
- 数字I²C输出
- 24-Bit Σ - Δ ADC
- 低功耗：常温静态电流<200nA
- 高精度温度： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (25°C)
- LGA标准封装，结构紧凑
- 防水汽、防油处理



潜在应用

- 工业：充气泵、充气宝、真空系统、气动控制系统
- 汽车：胎压检测、进气压力检测
- 仪器仪表：气压计、气象站、压力仪表

产品概述

HBP1402D-4产品传感器是豪帮高科推出的一款绝压型数字压力传感器。该产品精度高、功耗低、使用温度范围宽并具有压力和温度两种测量功能。压力和温度传感器单元的输出可通过内部信号处理单元分别转换为24位和16位数据。每个产品进行单独校准并将校准系数保存在元件内部存储芯片上。产品的偏移、灵敏度、温漂和非线性补偿等可通过校准系数进行校准。在实际应用中，使用系数将测量结果转换成真实的压力和温度值，传感器测量和校准系数可通过串行I²C接口接口获得。HBP1402D-4传感器采用LGA8封装方式，尺寸小，结构紧凑，便于客户安装及系统集成。该产品在工业控制、真空系统、器仪表领域有广泛应用。

图1是产品的原理图。

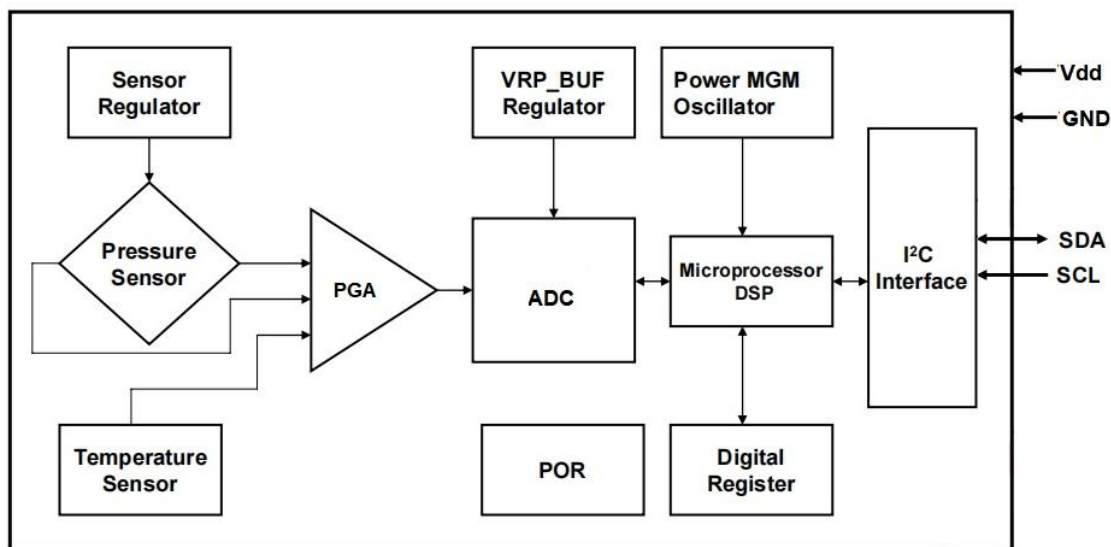


图 1: HBP1402D-4 原理图

绝对最大额定值*

表 1: HBP1402D-4 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		±2		kV
存储温度		-40		125	°C
介质	非腐蚀性气体				

***请注意：**高于上述“绝对最大额定值”的条件可能会对设备造成永久性损坏。以上只是外力耐受等级，不表明产品能在这些条件下的功能操作。长时间暴露在最大额定条件下可能会影响产品的可靠性和寿命。

基本性能指标

表 2：HBP1402D-4 基本性能

性能参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
测量范围	10		1400	kPa	绝压
供电电压	2.7	5.0	5.5	V	
静态电流		100	200	nA	
精度		±1		%FS	
响应时间		2.5		ms	
分辨率			24	Bits	
零点温度漂移		±0.035		%FS/°C	
满程温度漂移		±0.035		%FS/°C	
工作电流 IDD		1.5		mA	AVDD=VIF=5V
IDLE 模式电流		1		uA	AVDD=VIF=5V
工作温度	-20	0-60	85	°C	温度可选
补偿温度	0	0-60	85	°C	补偿温度可选

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/s²)；湿度(50%±10%) RH；电压为 (5.0±0.25V DC。

I²C 通信协议

HBP1402D-4 的 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 4.7KΩ）连接到 Vdd，不通信时都保持为高电平。I²C 设备地址为 0x58。

以下是 I²C 两种信号：

SDA：数据输入或输出引脚，用作输出时为漏极开路。

SCL：来自 I2C 主机的时钟信号。

两种信号都与内部约 700K 欧姆的电阻被拉高。

I²C 协议缩写如下表 3：

表 3：I²C 协议缩写说明

S	启动
P	停止
A	确认，SDA 在每部分的第 9 个时钟处低，不承认。
NA	SDA 在每部分的第 9 个时钟处高

I²C 通讯电性特性

I2C 通讯协议有着特殊的开始(S)和终止(P)条件。当 SCL 处于高电平同时，SDA 的下降沿标志数据传输开始。I2C 主设备依次发送从设备的地址（7 位）和读/写控制位。当从设备识别到这个地址后，产生一个应答信号并在第九个周期将 SDA 拉低。得到从设备应答后，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 I2C 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。I2C 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。

HBP1402D-4 的 I2C 典型的时序图如下图所示。通常情况下，当 SCL 高时，I2C 的 SDA 引脚不会改变其状态，除非如图 2 所示处于启动或停止状态。当 SCL 高时，SDA 下降沿表示启动或重新启动状态，I2C 通讯将复位到初始状态，SDA 上升沿表示主机在任何条件下终止事务。图 3 显示了典型的 I2C 读取时序。在启动状态之后，I2C 主机将发送从机 ID 来访问从机设备。第 8 位数据将决定读取事务或写入事务，“0”表示写入事务，“1”表示读取事务。当从机用 ACK 信号响应主机时(在 SDA 引脚第 9 位拉低)，它将准备响应主机指令。一个通信通道被设置好，直到主机发送一个停止或开始信号才停止。如果没有设备响应从机 ID，那么 SDA 将被外部电阻拉高为未确认，主机将知道目标设备不可用。

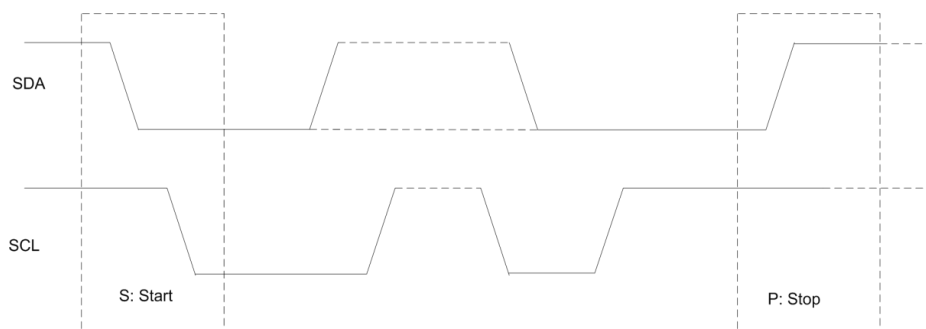


图 2： I²C 启动和停止时序

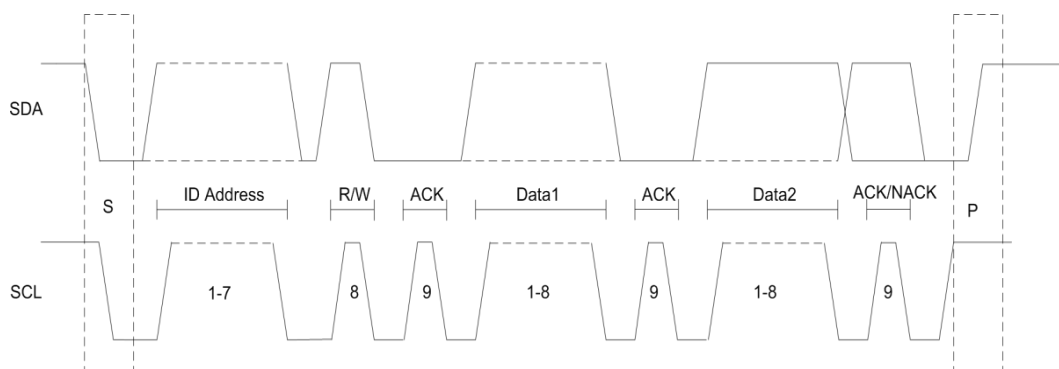


图 3： I²C 典型时序 - 读取

在 HBP1402D-4 中，有如下 4 种 I²C 处理方式:

1. 单字节写入 – 主机在一个通讯中写入一个寄存器，如表 4 所示。

表 4: I²C 单字写入方式

S	从机 ID[6:0]	0	A	寄存器 地址[7:0]	A	数据[7:0]	A/ NA	P
---	------------	---	---	----------------	---	---------	----------	---



从机到主机



主机到从机

2. 多字节写入：主机写入一些具有连续地址的寄存器，如表 5 所示。

表 5: I²C 多字写入方式

S	从机 ID[6:0]	0	A	寄存器 地址[7:0]	A	数据 1[7:0]	A
---	------------	---	---	----------------	---	-----------	---

数据 2[7:0]	A	数据 3[7:0]	A	...	A/NA	P
-----------	---	-----------	---	-----	------	---

3. 字节读取：主机一次读取一些寄存器，每次读取时地址会自动增加，如表 6 所示。

表 6: I²C 字节读取方式

S	从机 ID[6:0]	0	A	寄存器地址[7:0]	A	P
---	------------	---	---	------------	---	---

S	从机 ID[6:0]	1	A	数据 1[7:0]	A	数据 2[7:0]	A
---	------------	---	---	-----------	---	-----------	---

数据 2[7:0]	A	数据 3[7:0]	A	...	A/NA	P
-----------	---	-----------	---	-----	------	---

4. 单字节读取：主机一次读取一个寄存器，如表 7 所示。

表 7: I²C 单字读取方式

S	从机 ID[6:0]	0	A	寄存器地址[7:0]	A	P
---	------------	---	---	------------	---	---

S	从机 ID[6:0]	1	A	数据[7:0]	A/NA	P
---	------------	---	---	---------	------	---

功能寄存器描述

表 8: 寄存器列表

地址	寄存器名	描述	属性	系统设定
0x00	ID	I2C ID	R	58H
0x01	CTRL	控制活动的、中断的寄存器。状态	R/W	05H
0x02	CFG_OSR	过采样控制寄存器	R/W	FUSE
0x03	CFG_MEAS	定期测量配置寄存器	R/W	FUSE
0x04	PS_DH	压力传感器数据-高字节	R	XX
0x05	PS_DM	压力传感器数据-中间字节	R	XX
0x06	PS_DL	压力传感器数据-低字节	R	XX
0x07	TS_DH	温度传感器数据-高字节	R	XX
0x08	TS_DL	温度传感器数据-低字节	R	XX
0x09	Reserved			

0x0A	SYS_CHK	软件重置，保险丝程序寄存器	R/W	00
0x0B	D_MODE	诊断模式设置寄存器	R/W	00

寄存器位定义

表 9: 寄存器: ID

位#	名称	描述
0x00.[7:0]	ID[7:0]	I2C ID 是 58H

表 10: 寄存器: CTRL

位#	名称	描述
0x01.[0]	ACTIVE	0b: 空闲模式，芯片断电 1b: 芯片活性
0x01.[1]	INT_EN	0b: 禁止中断 1b: 中断启用，每次压力转换完成时，INT 会升高。当读取压力数据时，INT 就会变低
0x01.[2]	ONE_PT	0b: 压力测量 1b: 温度测量
0x01.[3]	RAW_DATA	0b: 压力传感器的输出值为校准数据 1b: 压力传感器输出为原始数据
0x01.[4]	Reserved	
0x01.[5]	DATA_RDY	0b: 压力数据 (ONE_PT=0) 或温度数据 (ONE_PT=1) 正在进行转换。 1b: 压力数据 (ONE_PT=0) 或温度数据 (ONE_PT=1) 已准备好进行读取。

		只读，阅读后可清除
0x01.[7:6]	Reserved	

表 11：寄存器：CFG_OSR

位#	名称	描述
0x02.[1:0]	MODE[1:0]	00b：睡眠模式 01b：标准振荡模式 10b：一次拍摄模式 其他：正常模式，循环测量
0x02.[4:2]	OSR_P[2:0]	压力测量的过采样率 000b：过采样 x 256 001b：过采样 x 512 010b：过采样 x 1024 011b：过采样 x 2048 100b：过采样 x 4096 101b：过采样 x 8192 110b：过采样 x 16384 111b：过采样 x 32768
0x02.[7:5]	OSR_T[2:0]	温度测量的过采样率 000b：过采样 x 256 001b：过采样 x 512

		010b: 过采样 x 1024
		011b: 过采样 x 2048
		100b: 过采样 x 4096
		101b: 过采样 x 8192
		110b: 过采样 x 16384
		111b: 过采样 x 32768

模组通讯应用说明

产品上电后发送 IIC 通讯命令，具体步骤如下：

1. 原始从机地址 0x58，左移一个 bit 后，最低位写 0，得到写命令的从机地址 0xB0
2. MCU 连续发送 IIC start, 0xB0, 0x01, 0x01, IIC stop (即：往 0x01 地址写入 0x01 值)，启动 ASIC 采集命令。
3. Delay ~10ms
4. 原始从机地址 0x58，左移一个 bit 后，最低位写 1，得到读命令的从机地址 0xB1
5. MCU 连续发送 IIC start, 0xB0, 0x04, IIC start, 0xB1, Byte1, Byte2, Byte3, Byte4, Byte5, IIC stop。(即：从 0x04 地址连续读出 5 个 Bytes)
6. $RAW\ P = Byte1 * 65536 + Byte2 * 256 + Byte3$;
7. If $RAW\ P > 8388608$,
 $Inter\ P = RAW\ P - 16777216$;
 else
 $Inter\ P = RAW\ P$; (补码的计算)
8. $Final\ P = Inter\ P / 2^{21} * 量程 + 零点$
9. $RAW\ T = Byte4 * 256 + Byte5$;
10. If $RAW\ T > 32768$,

Inter T= RAW T- 65536;

Else

Inter T= RAW T; (温度补码的计算)

11. MCU 从 CMPS2001 的 0x20 地址连续读出 2 个 byte 值, 用于后续换算真实温度,

设: 地址 0x20 的值读出为 Byte6, 地址 0x21 的值读出为 Byte7

12. 其中 Byte6 的 bit【6:0】为 EOFF 的绝对值, bit【7】为符号位, bit【7】=1 时,

Byte6=-EOFF, 当 bit【7】=0 时, Byte=EOFF。(Byte6 经过绝对值和正负号的换算后, Byte6 的取值为 +/-4096、 +/-8192、 +/-16384 之一) 对应关系为:

if (outputEOFF==0x0C)

EOFF=4096;

else if (outputEOFF==0x8C)

EOFF=-4096;

else if(outputEOFF==0x0D)

EOFF=8192;

else if(outputEOFF==0x8D)

EOFF=-8192;

else if(outputEOFF==0x0E)

EOFF=16384;

else if(outputEOFF==0x8E)

EOFF=-16384;

13. Byte7 的值/10 后得到 Shift N 值, Shift N 取值为 7、6、5.5 之一

Final T=(Inter T-Byte6) /2^Shift N+中温点

参考应用电路

图 4 是 HBP1402D-4 产品系列参考应用电路。

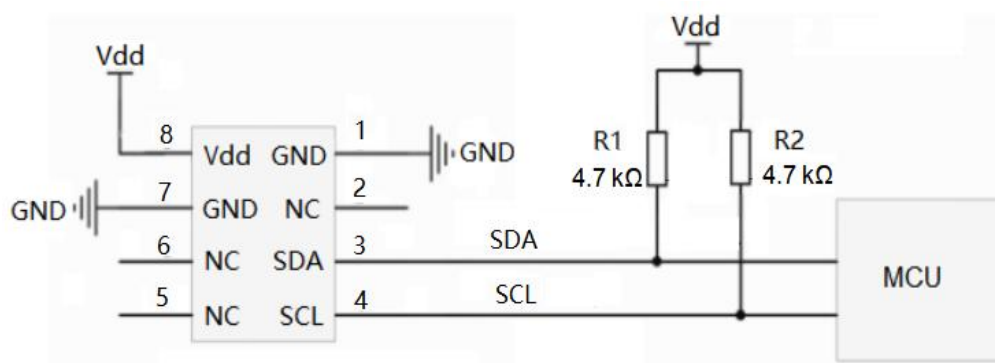


图 4：参考电路图

封装尺寸

HBP1402D-4 产品系列封装尺寸如下图 5，所有尺寸单位均为毫米(mm)，未标明公差为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

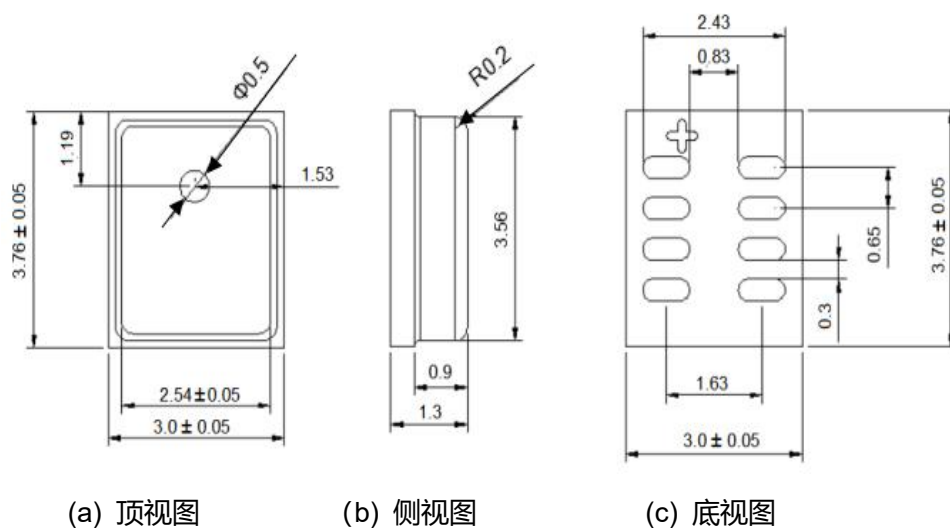


图 5：封装尺寸图

引脚定义及功能描述

HBP1402D-4 产品系列引脚定义如图 6，引脚功能描述如表 12。

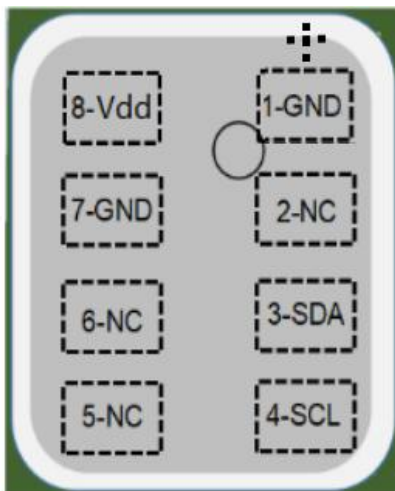


图 6：引脚定义图（顶部透视图）

表 12：引脚功能描述

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

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

HBP1402D-4 产品系列 SMT 回流焊温度曲线请参看图 7，回流焊的工艺参数说明请参考表 13。

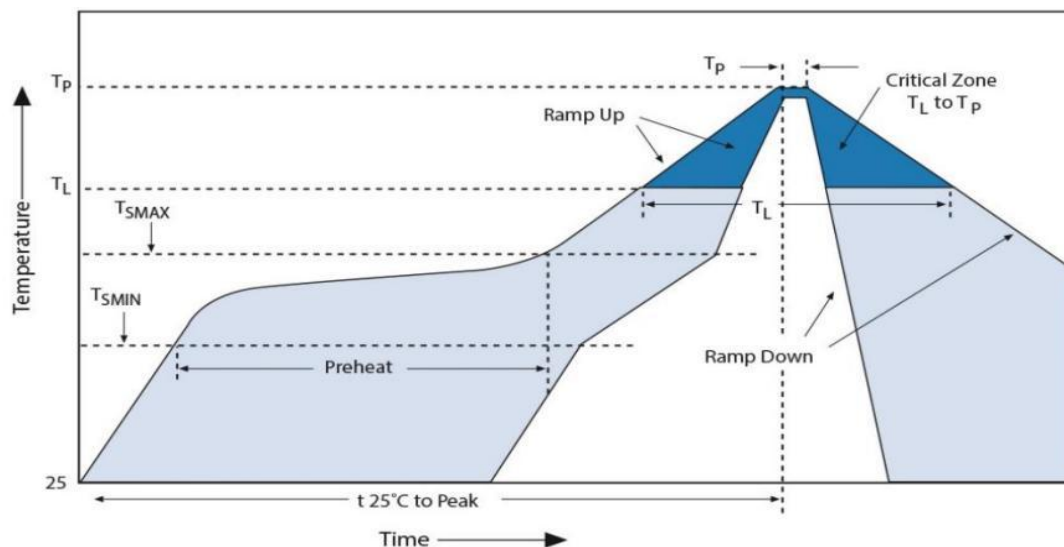


图 7：回流焊温度曲线

表 13：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+/-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*

HBP1402D-4 产品系列选型信息如图 8 所示。

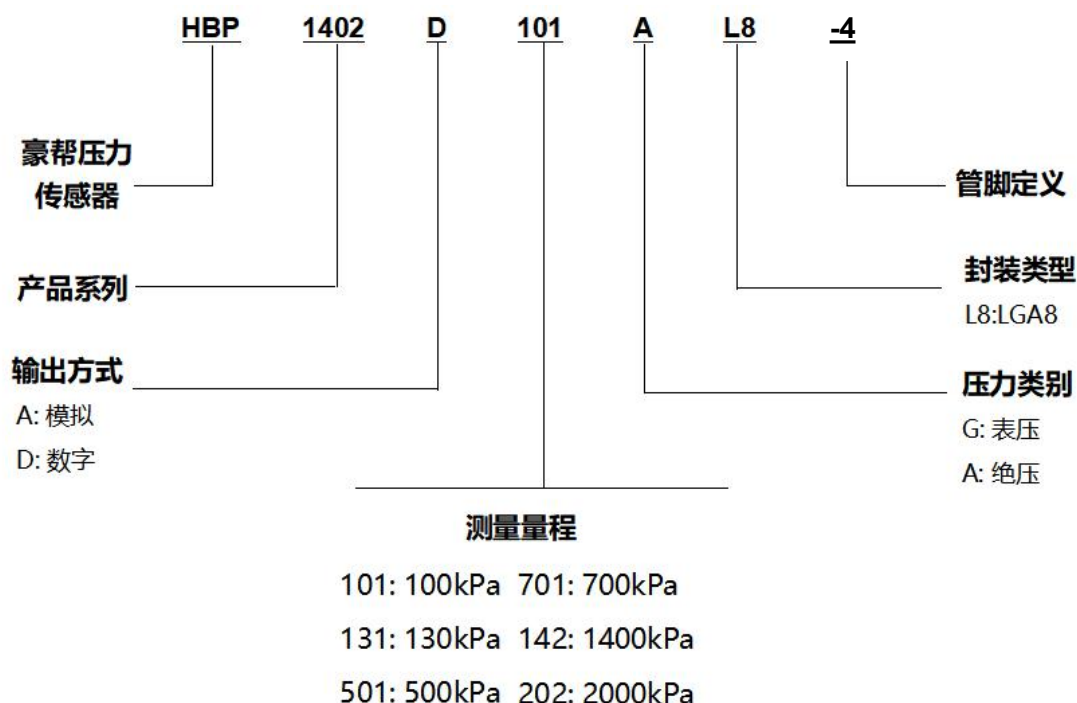


图 8：产品命名规则示意图

***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≈100mmH₂O≈1.45PSI

表 14：常用量程表

压力量程 (kPa)	型号
10 ~ 100	HBP1402D101AL8-4
10 ~ 150	HBP1402D151AL8-4
10 ~ 200	HBP1402D201AL8-4
10 ~ 500	HBP1402D501AL8-4
10 ~ 700	HBP1402D701AL8-4
10 ~ 1000	HBP1402D102AL8-4
10 ~ 1400	HBP1402D142AL8-4

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。

版本修订记录

表 15：版本修订记录

版本	描述	日期
1.0	首次发行	2022 年 10 月
1.1	增加产品功耗参数	2023 年 6 月
1.2	添加常用量程表	2024 年 1 月

