HUATRAN
sensor & testing



HPDI系列
高精度动态倾角传感器

Transform
ADVANCED SENSOR & SYSTEM

深圳耐特恩科技有限公司
SHENZHEN NEW TRANSFORM TECHNOLOGY CO., LTD.





▶ 产品介绍

HPDI系列产品是新一代数字型 MEMS 动态倾角传感器，可测量运动载体的姿态参数（横滚、俯仰以及方位角），适用于运动或振动状态下的倾角测量。HPDI内置加速度和陀螺传感器，集成了卡尔漫滤波算法，从而可测量运动或振动状态下的载体实时运动数据。产品具备双CAN（CAN2.0A/CAN2.0B）模式，扩展性强。

本产品采用非接触式测量原量，能实时输出当前的姿态倾角，使用简单，无需找回相对变化的两个面安装。内部集成精度高的 AD 以及陀螺单元，可实时对非线性、正交耦合、温漂及离心加速度进行补偿，可以大大消除运动加速度干扰产生的离心误差，提高产品动态测量精度，可长期适应在复杂运动场景及恶劣环境中工作。该产品属于动静双模测量传感器，抗外界电磁干扰能力强，是工业自动化控制测量姿态的理想选择。

▶ 主要特性

★ 量程（横滚角±180°，俯仰角±90°，方位角±180°）
★ 尺寸：L72×W47×H22.5mm
★ 动态精度：±0.1°
★ IP67 防护等级
★ 高抗振性能>2000g
★ DC 9～36V 宽电压输入
★ 宽温工作-40～+85℃
★ 分辨率 0.01°

▶ 应用范围

★ 卫星天线搜星
★ 铁路机车监测
★ 各种工程机械倾角测量
★ 石油钻井设备
★ 地下钻机姿态导航
★ 地质设备倾斜监测
★ 船舶航行姿态测量
★ 卫星通信车姿态检测
★ 盾构顶管应用



▶ 性能指标

HPDI	条件	参数
测量范围	\	横滚±180°，俯仰±90°，方位±180°(掉电初始值为 0°)
测量轴	\	X 轴 / Y 轴 / Z 轴
分辨率	\	0.01°
静态精度	@25℃	± 0.05°
动态精度	@25℃	± 0.1°
零偏不稳定性（Allan）	\	8°/h
零点温度系数	-40～85℃	±0.01°/℃
灵敏度温度系数	-40～85℃	≤100ppm/℃
上电启动时间	1S	
响应时间	0.01S	
输出信号	CAN2.0A/CAN2.0B	
电磁兼容性	依照 EN61000 和 GBT17626	
平均无故障工作时间	≥50000 小时/次	
绝缘电阻	≥100 兆欧	
抗冲击	100g@11ms、三轴向(半正弦波)	
抗振动	10grms、10～1000Hz	
防水等级	IP67 / IP68 可选	
电缆线	标准不配线，可选 2 米 M12 航空插头带 PVC 非屏蔽电缆线	
重量	单连接头≤165g / 双连接头≤180g(不含电缆线)	

▶ 电气参数

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	标准	9	12、24	36	V
工作电流	无负载		40mA(12V)		mA
工作温度		-40		+85	℃
存储温度		-40		+85	℃

名词解释：

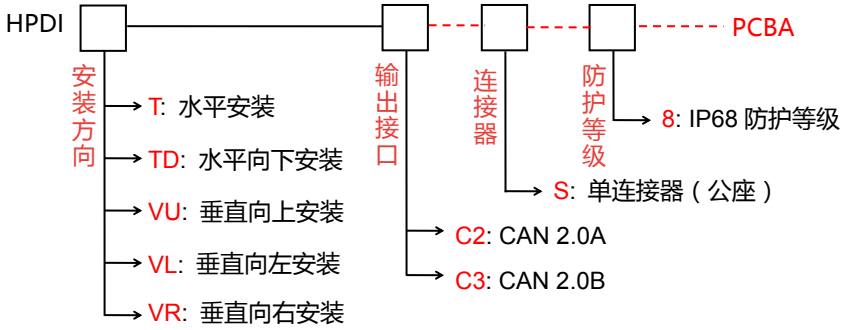
分辨率： 是指传感器在测量范围内能够检测和分辨出的被测量的最小变化值。

测量精度： 是指在常温条件下对传感器的线性度、重复性、迟滞、零点偏差、及横轴误差的综合误差。

响应时间： 是指传感器在一次的角度变化时，传感器输出达到标准值所需的时间。

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

▶ 订购信息



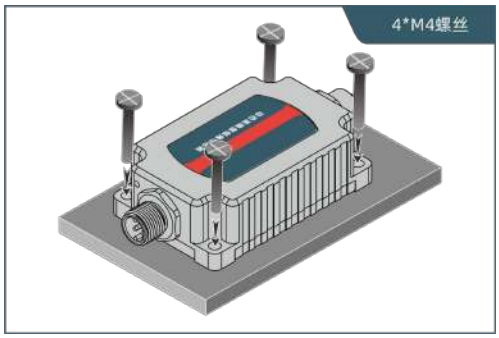
例：HPDIT-C2-S-8：水平安装 / CAN 2.0A 输出接口 / 单连接器（公座） / IP68 防护等级。

注：1.本产品默认是双连接器（公母座），如需单连接器（公座）下单前型号需要加 **S**；

2.本产品防护等级默认 IP67，如需 IP68 防护等级，下单前型号加上 **8**；

3.如只需 PCBA 板在选型后加上 **PCBA**（PCBA 板只需选择安装方向以及输出接口即可）。

▶ 机械参数



○连接器： M12 航插 5P 接头

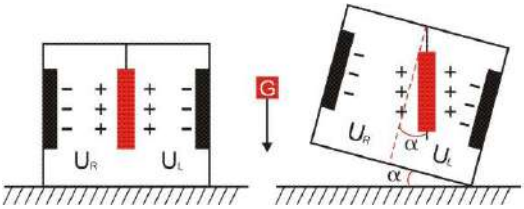
○防护等级：IP67

○外壳材质：铝合金磨沙氧化

○安装： 四颗 M4 螺丝

▶ 工作原理

采用进口核心控制单元，运用电容微型摆锤原理。利用地球重力原理，当倾角单元倾斜时，地球重力在相应的摆锤上会产生重力的分量，相应的电容量会变化，通过对电容量处量放大，滤波，转换之后得出倾角。

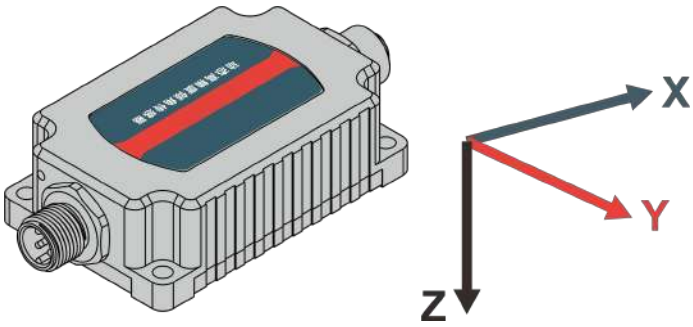


U_R, U_L分别为摆锤的左极板和右极板与其各自对应电极间的电压，当倾角传感器倾斜时，U_R, U_L会按照一定规律变化，所以 $\alpha = f(U_R, U_L)$ 是关于倾角α的函数：$\alpha = f(U_R, U_L)$

▶ 安装轴向

HPDI沿用 NED 坐标系，右手系。

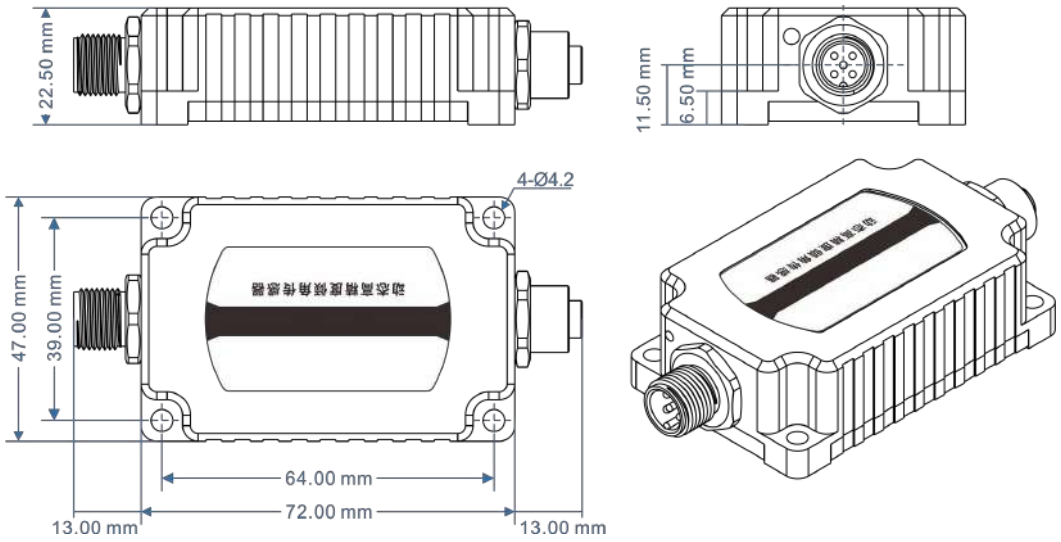
按照 Z-Y-X 的旋转顺序，当 X 轴正方向指向载体前方时，依次绕 Z 轴转过的角度为航向角，绕 Y 轴转过的角度为俯仰角，绕 X 轴转过的角度为横滚角。



0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

▶ 尺寸图

双连接器尺寸图

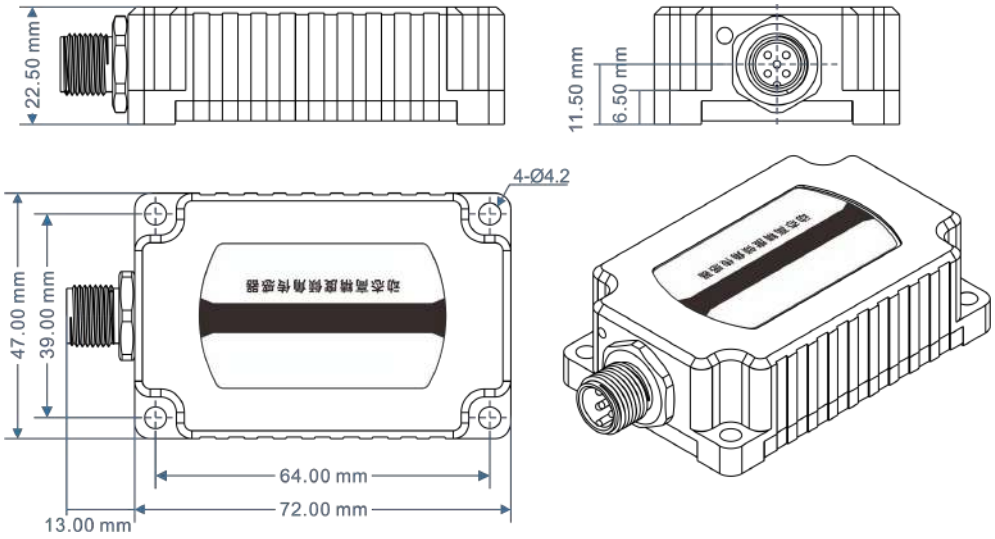


外壳尺寸：98×47×22.5mm

安装尺寸：64×39×6.5mm

安装螺丝：4 颗 M4 螺丝

单连接器尺寸图



外壳尺寸：85×47×22.5mm

安装尺寸：64×39×6.5mm

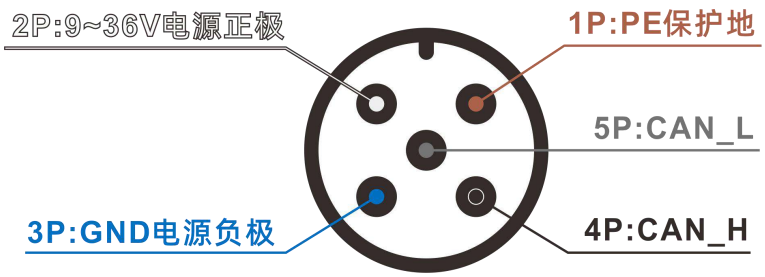
安装螺丝：4 颗 M4 螺丝

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

▶ 电气连接

公头接线定义

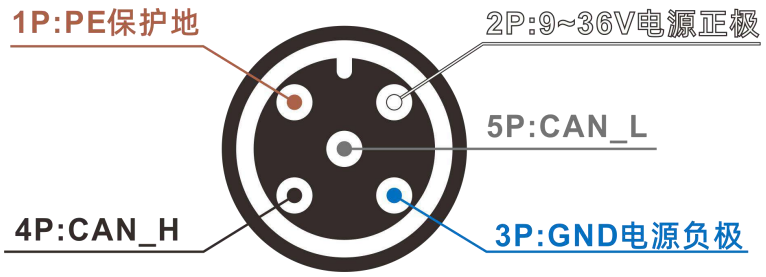
针脚功能	1 PIN(BROWN)	2 PIN(WHITE)	3 PIN(BLUE)	4 PIN(BLACK)	5 PIN(GRAY)
	PE 保护地	9~36V 电源正极	GND 电源负极	CAN_H	CAN_L



连接器：M12*5P 航空公头

母头接线定义

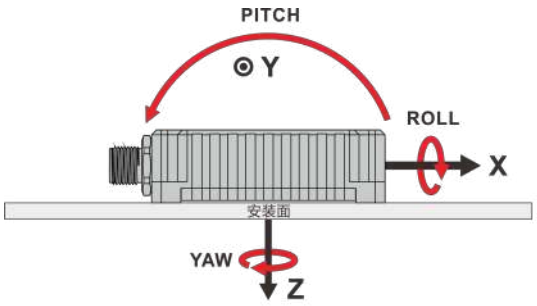
针脚功能	1 PIN(BROWN)	2 PIN(WHITE)	3 PIN(BLUE)	4 PIN(BLACK)	5 PIN(GRAY)
	PE 保护地	9~36V 电源正极	GND 电源负极	CAN_H	CAN_L



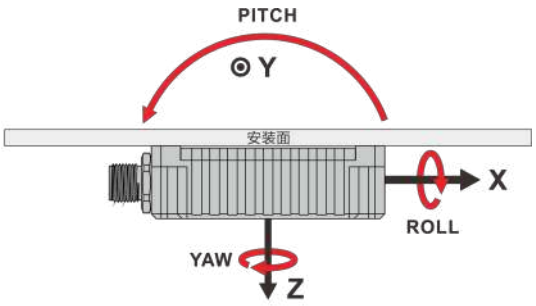
连接器型号：M12*5P 航空母头

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

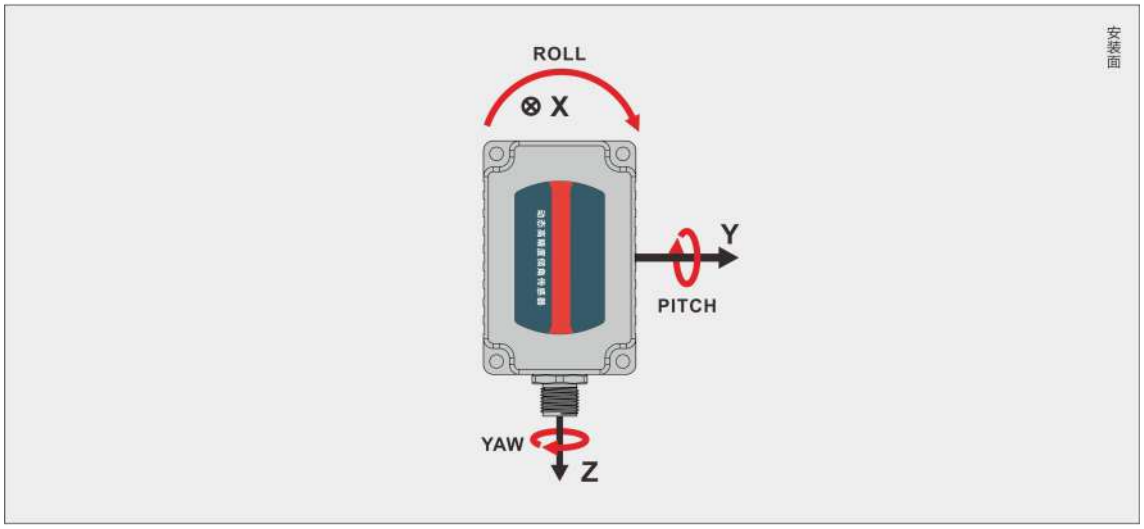
▶ **安装方式**



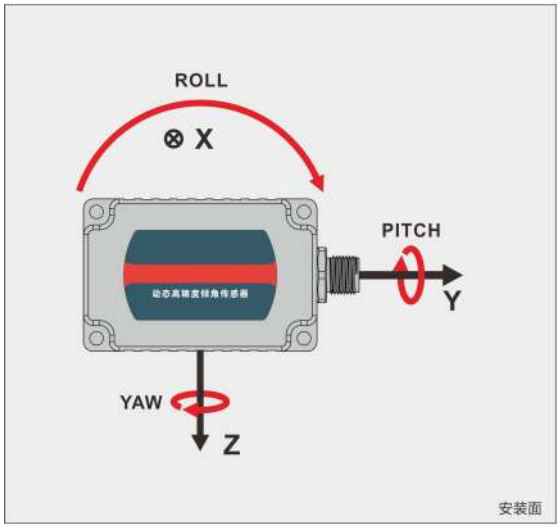
水平安装



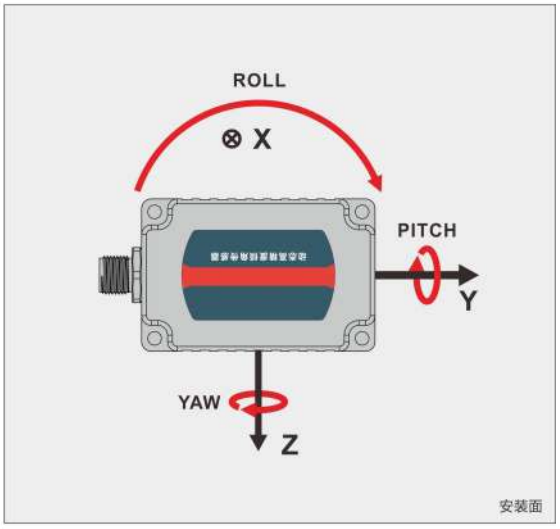
水平向下安装



垂直向上安装



垂直向左安装



垂直向右安装

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

▶ **通信帧格式** CAN2.0 协议支持 2.0A（11 位 ID）或 2.0B（29 位 ID）。

1) 修改节点号，（节点范围：0x01-0x7F），默认节点号为 0x05

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x600+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	Node_ID	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	Node_ID	0x00	0x00	0x00

注：如控制器发送 CAN-ID=0x600+0x05，发送数据：40 10 10 00 10 00 00 00

传感器返回 CAN-ID=0x580+0x05，返回数据：40 10 10 00 10 00 00 00 重新上电之后接收到帧 ID 为 0x590(0x580+0x10),表示帧 ID 修改成功。

2) 设置 CAN 波特率

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x600+0x05	0x40	0x20	0x10	0x00	Baud	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+0x05	0x40	0x20	0x10	0x00	Baud	0x00	0x00	0x00

注：第五字节(Baud)为 0x00, 0x01、0x02、0x03、0x04。

其中 0x00 代表设置波特率 1000K bps，

0x01 代表设置波特率 500K bps，

0x02 代表设置波特率 250K bps，

0x03 代表设置波特率 125K bps，

0x04 代表设置波特率 100K bps，

默认波特率为 125K bps，发送此命令并收到返回的数据后，传感器需重新上电，波特率修改才能成功。

3) 设置自动输出周期时间（出厂默认输出周期 100mS）

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x600+0x05	0x22	0x00	0x22	0x00	T_L	T_H	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+0x05	0x22	0x00	0x22	0x00	T_L	T_H	0x00	0x00

第五个与第六个字节代表时间，第五个字节为低字节，第六字节为高字节，时间范围 10ms~1000ms；

例如：10ms TIME_L=0x0A，TIME_H=0x00，

100ms TIME_L=0x64，TIME_H=0x00，

1000ms TIME_L=0xE8，TIME_H=0x03，

可设置范围 10ms～1000ms，出厂默认值为 100ms。

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

4) 设置输出帧类型（出厂默认输出角度帧）

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x600+0x05	0x40	0x30	0x10	0x00	MASK	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+0x05	0x40	0x30	0x10	0x00	MASK	0x00	0x00	0x00

第五个字节 Mask 的低 3 位有效。Mask(二进制：0B00000cba)。

a: 表示角度帧，1：打开输出，0：关闭输出。

b: 表示加速度帧，1：打开输出，0：关闭输出。

c: 表示陀螺角速度帧，1：打开输出，0：关闭输出。

主机发送：40 30 10 00 07 00 00 00，将打开角度帧，加速度帧及陀螺角速度帧输出。

主机发送：40 30 10 00 05 00 00 00，将打开角度帧及陀螺角速度帧输出，关闭加速度帧输出。

5) 方位角清零

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x600+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	0x10	0x10	0x10	0x10

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	0x10	0x10	0x10	0x10

将当前方位角度清零。

6） 数据解析

1. 数据帧类型分为三种类型：角度帧， 加速度帧， 陀螺帧。

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	Data0	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5	Data6	flag

Data0-Data6： 表示数据，根据 flag 相应标志位决定数据是角度，加速度，陀螺帧。

flag（ddddccaa）：无符号单字节，8bit 表示数据帧类型和安装测量方式：

aa: 表示帧的数据类型

00: 表示角度帧(横滚角±180°，俯仰±90°，方位±180°)；

01: 表示加速度（±32.765g）；

10: 表示陀螺(（±327.65°/S）；

cc: 保留。

dddd: 表示安装测试方式（具体参考测量安装方式图示）：

0000: 水平安装测量方式。

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

0001: 垂直向上安装测量方式。
0010: 表示垂直向左（侧向向左）安装测量方式。
0011: 表示垂直向右（侧向向右）安装测量方式。
0100: 表示水平向下安装测量方式。
以下为水平测量方式不同的数据类型帧解析：
A： 角度数据帧

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	Temp	0x00

CAN-ID 后面有八个字节数据，前两个字节 XL，XH 为 X 轴（ROLL 横滚角）倾角大小，第三、四两个字节 YL，YH 为 Y 轴（PITCH 俯仰角）倾角大小，第五、六两个字节 ZL，ZH 为 Z 轴（YAW 方位角）倾角大小；角度大小为 int16_t, 低字节在前,高字节在后, 最后除 100 得到角度浮点数。第七字节为温度值，为有符号单字节整型.。
角度转换举例：26 15 DA EA 28 23 19 00
Flag= 0x00, 表示水平安装测量方式， 数据为角度。
X 轴横滚角的角度数据大小由 16 位有符号二进制数表示，高 8 位为 XH，低 8 位为 XL。
用该 16 位有符号二进制数转换为十进制数，然后除以 100，结果即为角度。
例如：XL=0x26，XH=0x15，角度即为 54.14°
XH XL
0x150x26
0x1526(5414)
最终结果为：5414/100=54.14°
YH YL
0xEA 0xDA
0xEADA(-5414)
最终结果为：-5414/100=-54.14°
ZH ZL
0x230x28
0x2328(9000)
最终结果为：9000/100=90.00°
Temp
0x19(25) = 25℃。

B： 加速度数据帧

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	0x00	0x01

CAN-ID 后面有八个字节数据，前两个字节 XL，XH 为 X 轴加速度大小，第三、四两个字节 YL，YH 为 Y 轴加速度大小，第五、六两个字节 ZL，ZH 为 Z 轴加速度大小；加速度大小为 int16_t, 低字节在前,高字节在后, 最后除 1000 得到加速度浮点数。第七字节为保留字节.。
加速度转换举例：
26 15 DA EA 28 23 19 01
Flag= 0x01, 表示水平安装测量方式， 数据为加速度。
X 轴加速度数据大小由 16 位有符号二进制数表示，高 8 位为 XH，低 8 位为 XL。

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com

用该 16 位有符号二进制数转换为十进制数，然后除以 1000，结果即为加速度。
例如，XL=0x26，XH=0x15，加速度即为 5.414g
XH XL
0x15 0x26
0x1526(5414)
最终结果为：5414/1000=5.414g
YH YL
0xEA 0xDA
0xEADA(-5414)
最终结果为：-5414/1000=-5.414g
ZH ZL
0x23 0x28
0x2328(9000)
最终结果为：9000/1000=9.000g

C： 陀螺数据帧

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	0x00	0x02

CAN-ID 后面有八个字节数据，前两个字节 XL，XH 为 X 轴陀螺大小，第三、四两个字节 YL，YH 为 Y 轴陀螺大小，第五、六两个字节 ZL，ZH 为 Z 轴陀螺大小；陀螺大小为 int16_t，低字节在前,高字节在后，最后除 100 得到陀螺浮点数。第七字节为保留字节.。
陀螺转换举例：
26 15 DA EA 28 23 19 02
Flag= 0x02，表示水平安装测量方式， 数据为陀螺。

X 轴陀螺数据大小由 16 位有符号二进制数表示，高 8 位为 XH，低 8 位为 XL。
用该 16 位有符号二进制数转换为十进制数，然后除以 100，结果即为陀螺大小。
例如，XL=0x26，XH=0x15，陀螺即为 54.14°/S
XH XL
0x15 0x26
0x1526(5414)
最终结果为：5414/100=54.14°/S
YH YL
0xEA 0xDA
0xEADA(-5414)
最终结果为：-5414/100=-54.14°/S
ZH ZL
0x23 0x28
0x2328(9000)
最终结果为：9000/100=90.00°/S

2. 数据周期输出有三种方式： 单帧的角度输出（按周期输出一帧角度帧，默认输出方式）， 双帧角度加表输出（双帧，按周期连输出双帧）， 三帧角度陀螺加表输出（三帧，按周期连续输出三帧）。出厂可设。

A、单帧的角度输出（按周期输出一帧角度帧，默认输出方式），报文格式如下：

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	Temp	0x00

B、双帧的角度加表输出（双帧，按周期连输出双帧），报文格式如下：

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	Temp	0x00

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	0x00	0x01

C、三帧的角度陀螺加表输出（三帧，按周期连续输出三帧），报文格式如下：

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	Temp	0x00

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	0x00	0x01

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x580+Node_ID	XL	XH	YL	YH	ZL	ZH	0x00	0x02

0755-82908211 info@sensorstech.com www.sensorstech.com