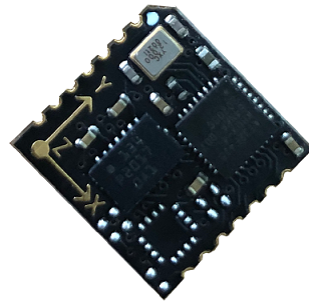


Hi226 用戶手冊

IMU/VRU姿態測量模組, Rev 1.0



目錄

Hi226 用戶手冊

目錄

簡介

主要特性

板載感測器

通訊接口及供電

硬體參數

尺寸

引腳定義

坐標系定義

性能指標

姿態角輸出精度

陀螺儀

加速度計

模組數據接口參數

感測器校准

加速度計和陀螺儀

安裝及焊接

應用指南

模組與PC機連接

模組與MCU進行連接

序列埠通訊協議

序列埠數據包

數據包總覽

產品支援數據包列表

0x90(用戶ID)

0xA0(加速度)

0xB0(角速度)

0xC0(磁場強度)

0xD0(歐拉角)

0xD1(四元數)

0xF0(氣壓)

0x91(IMUSOL)

出廠默認數據包

數據幀結構示例

數據幀配置為 0x90, 0xA0, 0xB0, 0xC0, 0xD0, 0xF0 數據包

數據幀配置為 0x91 數據包

AT指令

AT+ID

AT+INFO

AT+ODR

AT+BAUD

AT+EOUT

AT+RST

AT+SEYAW

AT+SETPTL

AT+URFR

附錄A - 評估板

評估板簡介

從評估板上取下產品

附錄B - 韌體升級與恢復出廠設定

簡介

Hi226 是一款超低成本、高性能、小體積、低延時的慣性測量單元 (IMU)。本產品整合了三軸加速度計、三軸陀螺儀和一款微控制器。可輸出經過感測器融合算法計算得到的基於當地地理坐標的三維方位數據，包含無絕對參考的相對航向角、俯仰角和橫滾角。同時也可以輸出校准過的原始的感測器數據。

典型應用：

- 掃地機/室內小型機器人/低速雲台控制

主要特性

板載感測器

- 三軸陀螺儀，最大量程： $\pm 2000^\circ/\text{s}$
- 三軸加速度計，最大量程： $\pm 8\text{G}$

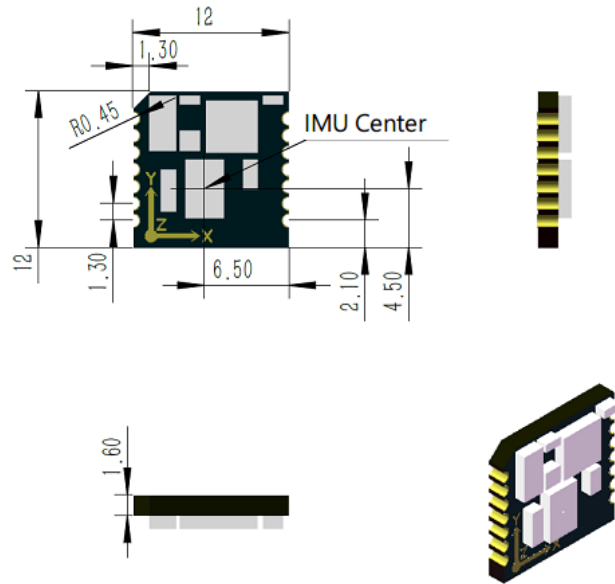
通訊接口及供電

- 序列埠 (兼容 TTL 可直接與 5V 或 3.3V 序列埠設備連接)
- 供電電壓：3.3 (+/- 100 mV)
- 最大峰值功耗：32mA

硬體參數

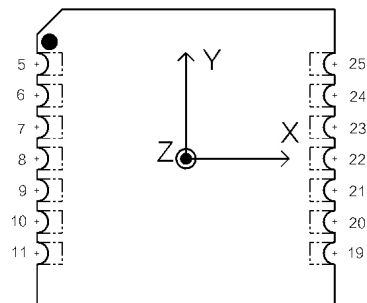
參數	描述
輸出數據接口	UART (TTL 1.8V - 5.0V)
工作電壓	3.3V ($\pm 100\text{mV}$)
功耗	86mW @3.3V
溫度範圍	-20°C - 85 °C
最大輸出速率	400Hz
尺寸	12 x 12 x 2.6mm (W x L x H)
板載感測器	三軸加速度計 三軸陀螺儀

尺寸



符號	最小值	典型值	最大值	單位
A1	-	11	-	mm
B	-	11	-	mm
D	-	12	-	mm
E	-	12	-	mm
H	2.5	2.6	2.7	mm
a	-	1.5	-	mm
b	-	0.9	-	mm
c	-	1	-	mm
e	-	1.27	-	mm
f	-	1	-	mm

引腳定義



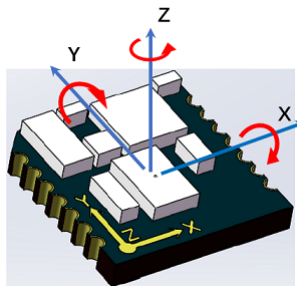
引腳號	名稱	說明
5	GND	GND
6	VCC	電源 3.3V
7	SYNC_OUT	數據輸出同步，內部上拉。無數據輸出時為高電平(空閒)。一幀數據開始發送時變為低電平。一幀數據發送完成後，返回高電平(空閒)。不使用時需懸空
8	RXD	模組序列埠接收 UART RXD(接 MCU 的 TXD)
9	TXD	模組序列埠發送 UART TXD (接 MCU 的 RXD)
10	SYNC_IN	數據輸入同步：內部上拉。當模組檢測到下降沿時，會輸出一幀數據。不使用時需懸空
11	N/C	保留
19	GND	GND
20	RST	復位，內部上拉。 $>10\mu\text{S}$ 低電平復位模組。無需要外接阻容。建議接到MCU的GPIO引腳以實現軟體復位
21	N/C	保留
22	N/C	保留
23	N/C	保留
24	GND	GND
25	N/C	保留

坐標系定義

載體系使用 前-左-上(FLU)右手坐標系。其中歐拉角旋轉順序為 ZYX(先轉Z軸，再轉Y軸，最後轉X軸)旋轉順序。具體定義如下：

- 繞 Z 軸方向旋轉：航向角(也稱Yaw 或 ψ (讀作:psi)) 範圍： $-180^\circ - 180^\circ$
- 繞 Y 軸方向旋轉：俯仰角(也稱Pitch 或 θ (讀作:theta)) 範圍： $-90^\circ - 90^\circ$
- 繞 X 軸方向旋轉：橫滾角(也稱Roll 或 ϕ (讀作:phi)) 範圍： $-180^\circ - 180^\circ$

如果將模組視為飛行器的話。X 軸應視為機頭方向。當感測器系與慣性系重合時，歐拉角的理想輸出為：Pitch = 0° ，Roll = 0° ，Yaw = 0°



性能指標

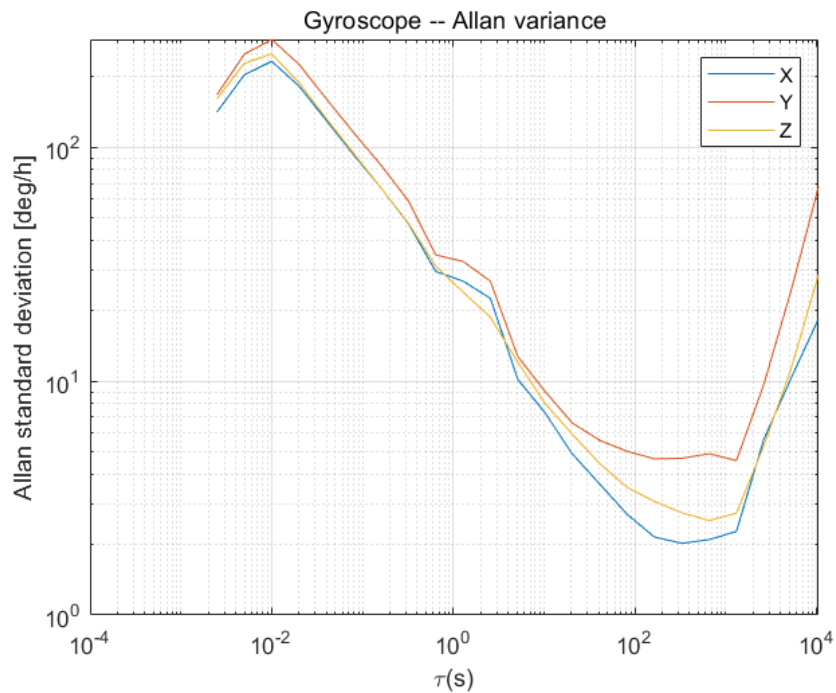
姿態角輸出精度

姿態角	典型值
橫滾角\俯仰角 - 靜態誤差	0.8°
橫滾角\俯仰角 - 動態誤差	2.5°
運動中航向角精度(30min, 水平平穩運動, 類掃地機運動模式)	<10°

陀螺儀

參數	值	備注
測量範圍	$\pm 2000^\circ/\text{s}$	
分辨率	$0.01^\circ/\text{s}$	
內部採樣頻率	1KHz	
零偏穩定性	$8^\circ/\text{h}$	@25°C, 1σ
零偏重複性	$0.12^\circ/\text{s}$	@25°C, 1σ
非正交誤差	$\pm 0.1\%$	@25°C, 1σ
隨機游走	$0.6^\circ/\sqrt{\text{hr}}$	@25°C, 1σ
刻度非線性度	$\pm 0.1\%$	滿量程時(最大)
刻度系數誤差	$\pm 0.4\%$	出廠前校準後
加速度敏感性	$0.1^\circ/\text{s/g}$	

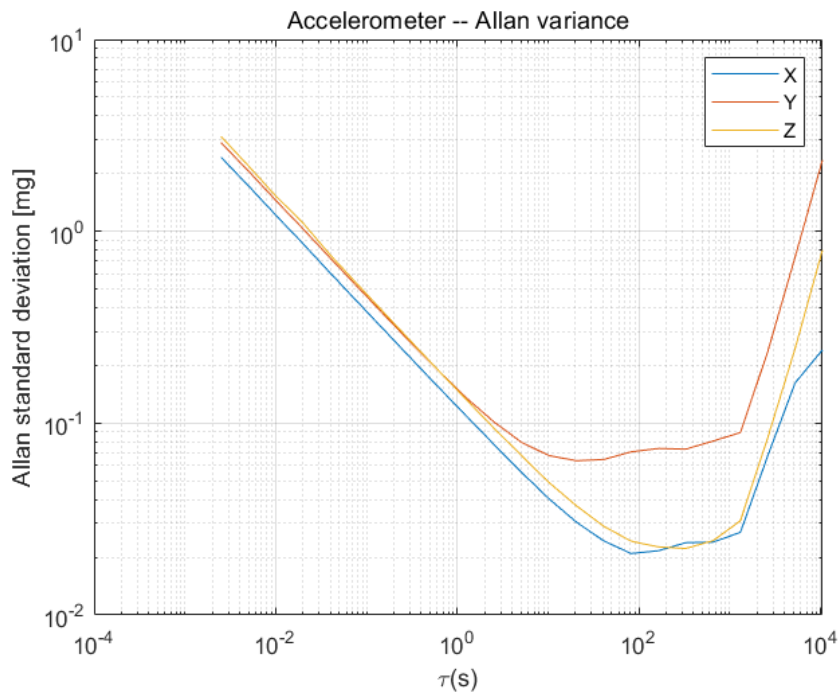
陀螺Allan方差曲線



加速度計

參數	值	備注
測量範圍	±8G (1G = 1x 重力加速度)	
分辨率	1uG	
內部採樣頻率	1KHz	
零偏穩定性	60uG	@25°C, 1σ
零偏重復性	4.8mG	@25°C, 1σ
非正交誤差	±0.1%	
隨機游走	$0.08m/s\sqrt{h}$	@25°C, 1σ
刻度系數誤差	±0.3% (滿量程時)	出廠前校淮後
全溫範圍溫度變化	2mg	-20 - 85°

加速度Allan方差曲線



模組數據接口參數

參數	值
序列埠輸出速率	9600/115200/460800/921600可選
幀輸出速率	1/25/50/100/200/400Hz 可選

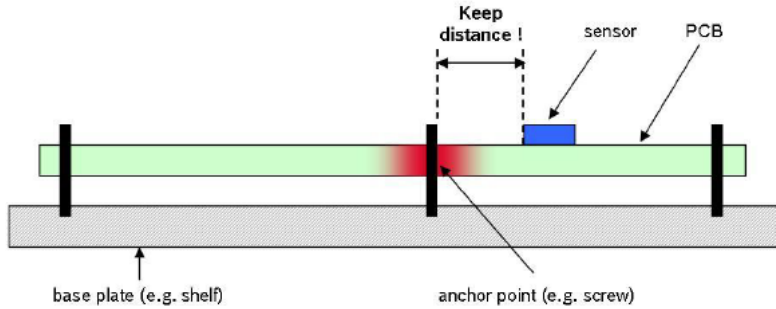
感測器校淮

加速度計和陀螺儀

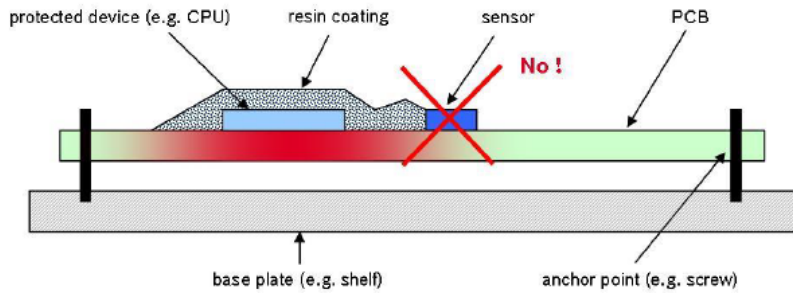
加速度計和陀螺儀在出廠前經過比例因子誤差、非正交誤差和零偏誤差校准，校准參數保存在模組內部。其中陀螺儀出廠前還經過溫補校准，校准參數保存在模組內部。

安裝及焊接

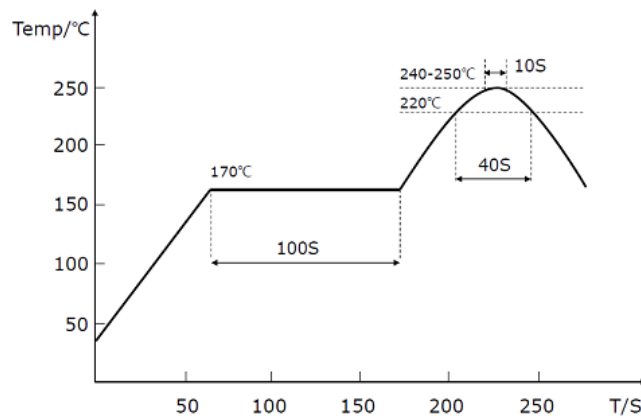
1. 安裝位置請遠離PCB容易形變點，盡量遠離PCB邊緣(>30mm)，遠離PCB定位螺絲孔(>10mm)等。



2. 安裝位置請遠離強磁設備，如電機、喇叭等強磁器件。
3. 組裝好的PCB不得使用超聲波清潔儀進行清潔。
4. 本產品不可使用塑封或噴塗三防漆，噴漆或塑封會造成感測器應力改變進而影響性能。



5. 推薦回流焊的爐溫曲線圖如下：



注意

回流焊最後階段需要自然冷卻，不能開啟爐子強制風冷卻，否則嚴重影響產品性能。

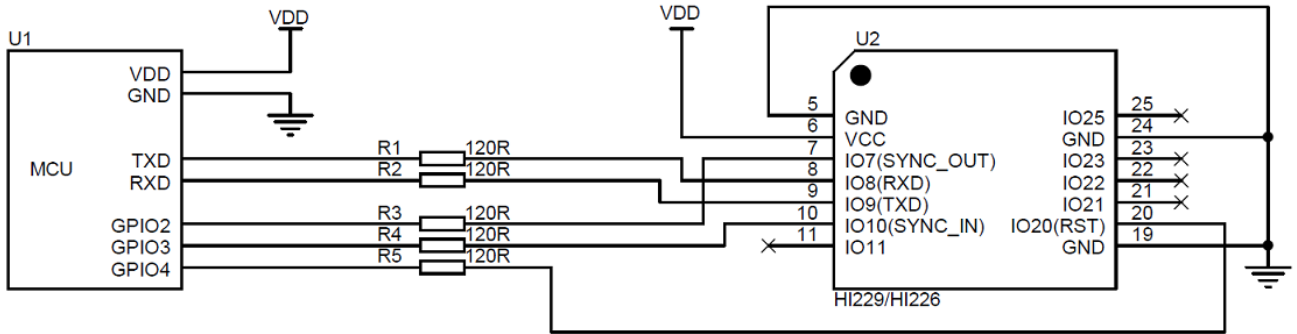
應用指南

模組與PC機連接

建議使用評估板與PC機進行連接，評估板板載USB供電及USB轉序列埠功能，可以方便的配合PC機上的評估軟體進行性能測試。具體請參見附錄中的評估板一節。

模組與MCU進行連接

模組與MCU通過TTL電平的序列埠進行連接，建議模組的RST引腳建議接到MCU的GPIO上。方便MCU強制復位模組。



注意

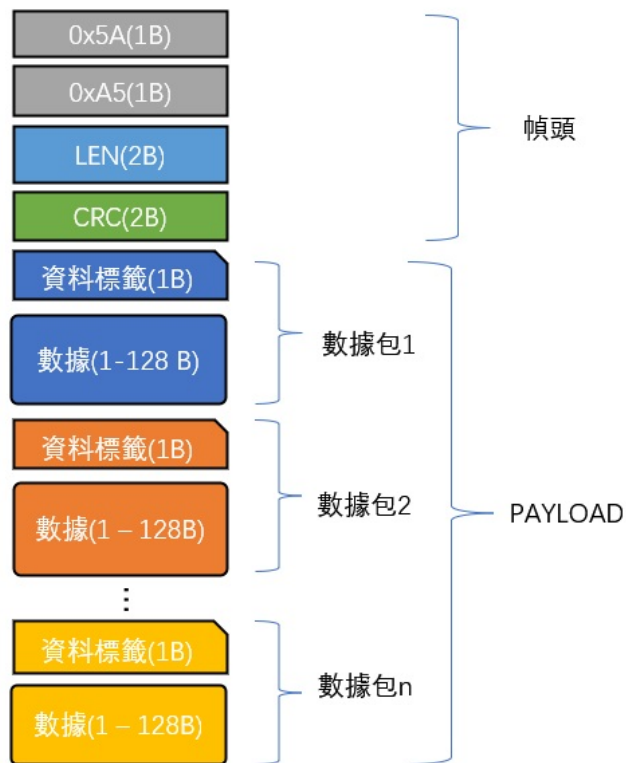
1. 如不使用同步輸入 (SYNC_IN) 和同步輸出功能 (SYNC_OUT) 可不接 SYNC_IN 和 SYNC_OUT。
2. 120Ω 電阻的作用是為方便調試，並防止 MCU 和模組電平不匹配，可以去掉，建議保留。
3. VCC 的電壓範圍具體參閱手冊說明
4. 模組內置上電復位電路，RST 可以不接，但是建議接到主機一個 GPIO 上來實現軟體復位。

序列埠通訊協議

模組上電後，默認按出廠幀率 (通常為 100) 輸出幀數據，幀格式如下：

- 1 序列埠數據幀結構：
- 2 <幀頭 (0x5A)><幀類型 (0xA5)><長度><CRC 校驗><數據域>

域名稱	值	長度 (字節)	說明
幀頭	0x5A	1	固定為 0x5A
幀類型	0xA5	1	固定為 0xA5
長度	1-512	2	幀中數據域的長度，低字節在前。長度表示數據域的長度 (不包含幀頭，幀類型，長度，CRC)
CRC 校驗	-	2	除 CRC 本身外其餘所有字段 (幀頭，幀類型，長度，數據域) 的 16 位 CRC 校驗和。LSB (低字節在前)
數據域	-	1-512	一幀攜帶的數據。由若干個子數據包組成。每個數據包包含數據包標籤和數據兩部分。標籤決定了數據的類型及長度。



CRC實現函數：

```

1  /*
2     currectCrc: previous crc value, set 0 if it's first section
3     src: source stream data
4     lengthInBytes: length
5  */
6  static void crc16_update(uint16_t *currectCrc, const uint8_t *src, uint32_t lengthInBytes)
7  {
8     uint32_t crc = *currectCrc;
9     uint32_t j;
10    for (j=0; j < lengthInBytes; ++j)
11    {
12        uint32_t i;
13        uint32_t byte = src[j];
14        crc ^= byte << 8;
15        for (i = 0; i < 8; ++i)
16        {
17            uint32_t temp = crc << 1;
18            if (crc & 0x8000)
19            {
20                temp ^= 0x1021;
21            }
22            crc = temp;
23        }
24    }
25    *currectCrc = crc;
26 }

```

序列埠數據包

數據包總覽

數據包標籤	數據包長度(包含標籤1字節)	名稱	備注
0x90	2	用戶ID	
0xA0	7	經過出廠校準後加速度	
0xB0	7	經過出廠校準後角速度	
0xC0	7	磁場強度	
0xD0	7	歐拉角	
0xD1	17	四元數	
0xF0	5	氣壓	輸出0
0x91	76	IMUSOL(IMU數據集合)	推薦使用

產品支援數據包列表

0x90(用戶ID)

共2字節·用戶設置的ID。

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0x90
1	uint8_t	1	-	用戶ID

0xA0(加速度)

共7個字節·LSB。輸出感測器的原始加速度

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0xA0
1	int16_t	2	0.001G(1G = 1重力加速度)	X軸加速度
3	int16_t	2	0.001G	Y軸加速度
5	int16_t	2	0.001G	Z軸加速度

0xB0(角速度)

共7字節·LSB。輸出感測器的原始角速度

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0xB0
1	int16_t	2	0.1°/s	X軸角速度
3	int16_t	2	0.1°/s	Y軸角速度
5	int16_t	2	0.1°/s	Z軸角速度

0xC0(磁場強度)

共7字節·LSB。輸出感測器的原始磁場強度

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0xC0
1	int16_t	2	0.001Gauss	X軸磁場強度
3	int16_t	2	0.001Gauss	Y軸磁場強度
5	int16_t	2	0.001Gauss	Z軸磁場強度

0xD0(歐拉角)

共7字節·LSB。格式為int16。共三個軸·每個軸占2 個字節·順序為Pitch/Roll/Yaw。接收到Roll, Pitch 為物理值乘以100後得到的數值·Yaw 為乘以10 得到的數值。

例：當接收到的Yaw = 100 時·表示航向角為10°

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0xD0
1	int16_t	2	0.01°	Pitch(俯仰角)
3	int16_t	2	0.01°	Roll(橫滾角)
5	int16_t	2	0.1°	Yaw(航向角)

0xD1(四元數)

共17字節·格式為float。共4個值·順序為:W X Y Z。每個值占4 字節(float)·整個四元數為4個float·LSB。

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0xD1
1	float	4	-	W
5	float	4	-	X
9	float	4	-	Y
13	float	4	-	Z

0xF0(氣壓)

共5字節·格式為float。(只針對有氣壓感測器的產品)

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0xF0
1	float	4	Pa	大氣壓

0X91(IMUSOL)

共76字節·新加入的數據包·用於替代A0,B0,C0,D0,D1等老的數據包。整合了IMU的感測器原始輸出和姿態解算數據·其中所有數據段均為LSB。

字節偏移	類型	大小	單位	說明
0	uint8_t	1	-	數據包標籤:0x91
1	uint8_t	1	-	ID
2	-	2	-	保留
4	float	4	Pa	氣壓(部分型號支援)
8	uint32_t	4	ms	時間戳資訊·從系統開機開始累加·每毫秒增加1
12	float	12	1G(1G = 1重力加速度)	經過出廠校準後加速度,XYZ三個軸·每個軸為4字節float型
24	float	12	deg/s	經過出廠校準後角速度,XYZ三個軸·每個軸為4字節float型
36	float	12	uT	磁場強度,XYZ三個軸·每個軸為4字節float型
48	float	12	deg	節點歐拉角 順序為:橫滾角(Roll)·俯仰角(Pitch)·航向角(Yaw)·每個角度為4字節float型
60	float	16	-	節點四元數集合,順序為WXYZ,每個值為4字節float

出廠默認數據包

出廠默認一幀中攜帶數據包數據定義如下:

產品	默認輸出數據包
Hi226	91
HI229	91
CH100	91
CH110	91

數據幀結構示例

數據幀配置為 0x90,0xA0,0xB0,0xC0,0xD0,0xF0 數據包

使用序列埠助手採樣一幀數據,共41字節,前6字節為幀頭,長度和CRC校驗值。剩餘35字節為數據域。假設數據接收到C語言陣列buf中。如下所示:

```
5A A5 23 00 FD 61 90 00 A0 55 02 3D 01 E2 02 B0 FE FF 17 00 44 00 C0 80 FF 60 FF 32 FF D0 64 F2 6C 0E BB 01 F0 00 00 00 00
```

- 第一步:判斷幀頭·得到數據域長度和幀CRC:

幀頭: 5A A5

幀數據域長度: 23 00: $(0x00 \ll 8) + 0x23 = 35$

幀CRC校驗值: FD 61: $(0x61 \ll 8) + 0xFD = 0x61FD$

- 第二步: 校驗CRC

```

1  uint16_t payload_len;
2  uint16_t crc;
3
4  crc = 0;
5  payload_len = buf[2] + (buf[3] << 8);
6
7  /* calculate 5A A5 and LEN filed crc */
8  crc16_update(&crc, buf, 4);
9
10 /* calculate payload crc */
11 crc16_update(&crc, buf + 6, payload_len);

```

得到CRC值為0x61FD，與幀攜帶的CRC值相同，幀CRC校驗通過。

- 第三步：接收數據

90 00 : ID 數據包, 0x90為數據包標籤, ID = 0x00.

A0 55 02 3D 01 E2 02 :加速度數據包,0xA0為數據包標籤·三軸加速度為:

X軸加速度= (int16_t)((0x02<<8)+ 0x55) = 597(單位為mG)

Y軸加速度 = (int16_t)((0x01<<8)+ 0x3D) = 317

Z軸加速度= (int16_t)((0x02<<8)+ 0xE2) = 738

B0 FE FF 17 00 44 00 :角速度數據包,0xB0為數據包標籤·三軸角速度為:

X軸角速度= (int16_t)((0xFF<<8)+ 0xFE) = -2(單位為0.1°/s)

Y軸角速度 = (int16_t)((0x00<<8)+ 0x17) = 23

Z軸角速度= (int16_t)((0x00<<8)+ 0x44) = 68

C0 80 FF 60 FF 32 FF :磁場數據包,0xC0為數據包標籤·三軸磁場為:

X軸角速度= (int16_t)((0xFF<<8)+ 0x80) = -128 (單位為0.001Gauss)

Y軸角速度 = (int16_t)((0xFF<<8)+ 0x60) = -160

Z軸角速度= (int16_t)((0xFF<<8)+ 0x32) = -206

D0 64 F2 6C 0E BB 01 歐拉角數據包, 0xD0為數據包標籤

Pitch= (int16_t)((0xF2<<8)+ 0x64) / 100 = -3484 / 100 = -34.84 °

Roll= (int16_t)((0x0E<<8)+ 0x6C) / 100 = 3692 / 100 = 36.92°

Yaw = (int16_t)((0x01<<8)+ 0xBB) / 10 = 443 / 10 = 44.3°

F0 00 00 00 00 氣壓數據包·0xF0為數據包標籤

```

1  float prs;
2  prs = memcpy(&prs, &buf[37], 4);

```

最後得到結果:

1	id	:	0		
2	acc(G)	:	0.597	0.317	0.738
3	gyr(deg/s)	:	-0.200	2.300	6.800
4	mag(uT)	:	-12.800	-16.000	-20.600
5	euL(R/P/Y)	:	36.920	-34.840	44.300

數據幀配置為 0x91 數據包

使用序列埠助手採樣一幀數據,共82字節,前6字節為幀頭,長度和CRC校驗值。剩餘76字節為數據域。假設數據接收到C語言陣列 `buf` 中。如下所示:

```
5A A5 4C 00 6C 51 91 00 A0 3B 01 A8 02 97 BD BB 04 00 9C A0 65 3E A2 26 45 3F 5C E7 30 3F E2 D4 5A
C2 E5 9D A0 C1 EB 23 EE C2 78 77 99 41 AB AA D1 C1 AB 2A 0A C2 8D E1 42 42 8F 1D A8 C1 1E 0C 36 C2
E6 E5 5A 3F C1 94 9E 3E B8 C0 9E BE BE DF 8D BE
```

- 第一步:判斷幀頭,得到數據域長度和幀CRC:

幀頭: `5A A5`

幀數據域長度: `4C 00`: $(0x00 \ll 8) + 0x4C = 76$

幀CRC校驗值: `6C 51`: $(0x51 \ll 8) + 0x6C = 0x516C$

- 第二步:校驗CRC

```
1 | uint16_t payload_len;
2 | uint16_t crc;
3 |
4 | crc = 0;
5 | payload_len = buf[2] + (buf[3] << 8);
6 |
7 | /* calculate 5A A5 and LEN filed crc */
8 | crc16_update(&crc, buf, 4);
9 |
10 | /* calculate payload crc */
11 | crc16_update(&crc, buf + 6, payload_len);
```

得到CRC值為0x516C。幀CRC校驗通過。

- 第三步:接收數據

從 `0x91` 開始為數據包的數據域。在C語言中可以定義結構體來方便的讀取數據:

定義0x91數據包結構體如下:

```
1 | __packed typedef struct
2 | {
3 |     uint8_t    tag;           /* 數據標籤:0x91 */
4 |     uint8_t    id;           /* 模組ID */
5 |     uint8_t    rev[2];
6 |     float      prs;           /* 氣壓 */
7 |     uint32_t   ts;           /* 時間戳 */
8 |     float      acc[3];       /* 加速度 */
9 |     float      gyr[3];       /* 角速度 */
10 |    float      mag[3];        /* 地磁 */
11 |    float      eul[3];        /* 歐拉角: Roll,Pitch,Yaw */
12 |    float      quat[4];       /* 四元數 */
13 | }id0x91_t;
```

`__packed` 為編譯器關鍵字(Keil下),表示結構體按字節緊對齊,結構體每一個元素一一對應0x91數據包的結構定義。接收數據時將接收到的陣列直接memcpy到結構體即可:(注意定義結構體時必須4字節對齊),其中 `buf` 指向幀頭, `buf[6]` 指向幀中數據域。

```
1 | /* 接收數據並使用0x91數據包結構定義來解釋數據 */
2 | __align(4) id0x91_t dat; /* struct must be 4 byte aligned */
3 | memcpy(&dat, &buf[6], sizeof(id0x91_t));
```

最後得到dat數據結果:

```
1 id : 0
2 timestamp : 310205
3 acc : 0.224 0.770 0.691
4 gyr : -54.708 -20.077 -119.070
5 mag : 19.183 -26.208 -34.542
6 euL(R/P/Y) : 48.720 -21.014 -45.512
7 quat : 0.855 0.310 -0.310 -0.277
```

AT指令

當使用序列埠與模組通訊時，模組支援AT 指令集配置/查看模組參數。AT 指令總以ASCII 碼 **AT** 開頭，後面跟控制字符，最後以回車換行 `\r\n` 結束。

使用上位機輸入AT指令：



使用序列埠調試助手進行測試：

AT+ID

設置模組用戶ID

例 **AT+ID=1**

AT+INFO

打印模組資訊，包括產品型號，版本，韌體發布日期等。

AT+ODR

設置模組序列埠輸出速率。掉電保存，復位模組生效

例 設置序列埠輸出速率為100Hz: **AT+ODR=100**

注意：當ODR設置為比較高時(如200)，默認的115200鮑率可能不滿足輸出頻寬要求，此時需要將模組鮑率設高(如921600)後，模組才能按設置的ODR輸出數據幀。輸出幀率可以為1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 400Hz。

AT+BAUD

設置序列埠鮑率，可選值：9600/115200/460800/921600`

例 **AT+BAUD=115200**

注意

- 使用此指令需要特別注意，輸入錯誤鮑率後會導致無法和模組通訊
- 鮑率參數設置好後掉電保存，復位模組生效。上位機的鮑率也要做相應修改。
- 升級韌體時，需要切換回115200 鮑率。

AT+EOUT

序列埠輸出開關

例 打開序列埠輸出 **AT+EOUT=1** 關閉序列埠輸出 **AT+EOUT=0**

AT+RST

復位模組

例 **AT+RST**

AT+SETYAW

設置航向角，格式為 **AT+SETYAW=<MODE>, <VAL>**

- **MODE=0** 絕對模式：將航向角直接設置為VAL的值。如 **AT+SETYAW=0, 90** 將航向角直接設置為90°
- **MODE=1** 相對模式：將原航向角遞增VAL值。如 **AT+SETYAW=1, -10.5** 將航向角遞增-10.5°，如原來為30°，發送命令後航向角變為19.5°。

AT+SETPTL

設置輸出協議：

設置一幀中所包含的數據包：格式為 **AT+SETPTL=<ITEM_ID>, <ITEM_ID> ...**

例

- 配置模組輸出：91數據包(IMUSOL)，指令為：**AT+SETPTL=91**
- 配置模組輸出：加速度(A0)，角速度(B0)，整形格式歐拉角(D0)和四元數(D1)的指令為：**AT+SETPTL=A0, B0, D0, D1**

AT+URFR

這條指令提供了旋轉感測器XYZ軸的接口，可用於任意角度的垂直安裝。

AT+URFR=C00,C01,C02,C10,C11,C12,C20,C21,C22

其中 C_{nm} 支援浮點數

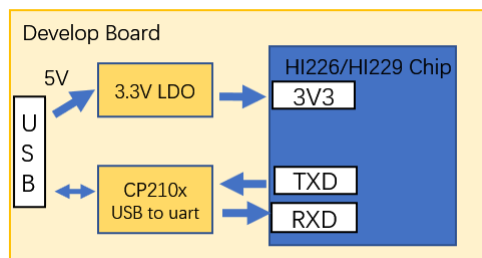
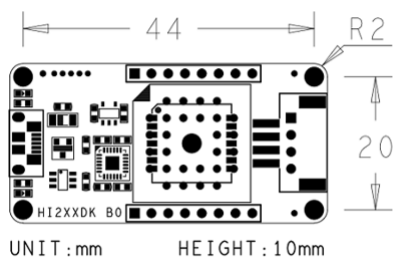
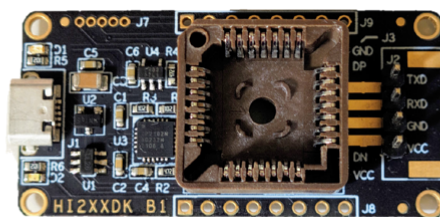
$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_U = \begin{bmatrix} C00 & C01 & C02 \\ C10 & C11 & C12 \\ C20 & C21 & C22 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_B$$

其中 $\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_U$ 為旋轉後的感測器坐標系下感測器數據， $\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_B$ 為旋轉前感測器坐標系下感測器數據

下面是幾種常用旋轉舉例：

- 新感測器坐標系為 繞原坐標系X軸 旋轉 90° (適用於垂直安裝:Y軸正方向朝下) · 輸入命令：
AT+URFR=1,0,0,0,0,1,0,-1,0
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系X軸 旋轉 -90° (適用於垂直安裝:Y軸正方向朝上) · 輸入命令：
AT+URFR=1,0,0,0,0,-1,0,1,0
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系X軸 旋轉180° · 輸入命令：**AT+URFR=1,0,0,0,-1,0,0,0,-1**
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系Y軸 旋轉 90° (適用於垂直安裝:X軸正方向朝上) · 輸入命令：
AT+URFR=0,0,-1,0,1,0,1,0,0
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系Y軸 旋轉 -90° (適用於垂直安裝:X軸正方向朝下) · 輸入命令：
AT+URFR=0,0,1,0,1,0,-1,0,0
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系Y軸 旋轉180° · 輸入命令：**AT+URFR=-1,0,0,0,1,0,0,0,-1**
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系Z軸 旋轉90° · 輸入命令：**AT+URFR=0,-1,0,1,0,0,0,0,1**
- 新感測器坐標系為 繞原坐標系Z軸 旋轉-90° · 輸入命令：**AT+URFR=0,1,0,-1,0,0,0,0,1**
- 恢復出廠默認值：**AT+URFR=1,0,0,0,1,0,0,0,1**

附錄A - 評估板



評估板簡介

提供供電+USB轉序列埠功能，方便客戶快速評估產品。

資料包中包含CP2104 USB-UART 驅動程序，將USB線連接電腦和模組，打開資料包中的上位機，連接序列埠，默認狀態下，模組會以115200鮑率輸出入廠默認的數據包。

從評估板上取下產品

模組默認被嵌入評估板的PLCC28 插槽中，如需取出模組，請按如下步驟操作：

- 斷電，準備好細螺絲刀或鑷子
- 從PLCC 插座或者背面圓形空洞內將模組撬出或頂出。

注意

- 評估板是為了快速驗證，評估模組性能。本身不帶有任何其他計算功能。
- USB 接口本身不適合於工業級場景或者高運動場合的電氣連接，如果您的應用為高運動環境（動作捕捉等），**不建議在您的產品中直接使用評估板。**

附錄B - 韌體升級與恢復出廠設定

本產品支援升級韌體，正常使用下不需要自行升級韌體。

韌體升級步驟：

- 連線模組，打開上位機，將模組和上位機鮑率都設定為115200，打開韌體更新視窗
- 點選連線按鈕，如出現模組連線資訊，則說明升級系統準備就緒，點選"開啟"選擇附檔名為.hex 的韌體，然後點"寫入"。
- 完成後會提示完成，此時關閉串列埠，重新給模組上電，模組升級完成。

