

HWT101协议

寄存器表

ADDR (Hex)	ADDR (Dec)	REGISTER NAME	FUNCTION	SERIAL I/F	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
00	00	SAVE	保存/重启/恢复出厂	R/W	SAVE[15:0]															
01	01	CALSE	手动获取零偏	R/W																CALIB
03	03	RRATE	输出速率	R/W													RRATE[3:0]			
04	04	BAUD	串口波特率	R/W													BAUD[3:0]			
1A	26	IICADDR	设备地址	R/W									IICADDR[7:0]							
1B	27	LEDOFF	关闭LED灯	R/W																LED
27	39	READADDR	读取寄存器	R/W									READADDR[7:0]							
2E	46	VERSION	版本号	R	VERSION[15:0]															
30	48	YYMM	年月	R/W	MOUTH[15:8]							YEAR[7:0]								
31	49	DDHH	日時	R/W	HOUR[15:8]							DAY[7:0]								
32	50	MMSS	分秒	R/W	SECONDS[15:8]							MINUTE[7:0]								
33	51	MS	毫秒	R/W	MS[15:0]															
38	56	GY	角速度Y	R	GY[15:0]															
39	57	GZ	角速度Z	R	GZ[15:0]															
3F	63	Yaw	航向角	R	Yaw[15:0]															
41	65	AUTOPTP	自动获取零偏峰峰值	R/W	AUTOPTP[15:0]															
43	67	AUTOT	自动获取零偏时间	R/W	AUTOT[15:0]															
44	68	AUTOTH	自动获取零偏阈值	R/W	AUTOTH[15:0]															
48	72	WORKMODE	工作模式	R/W														WORKMODE[2:0]		
4A	74	GYROPTP	Z轴静止峰峰值	R/W	GYROPTP[15:0]															
4B	75	GPTPTIME	Z轴峰峰值获取时间	R/W	GPTPTIME[15:0]															
4C	76	GYROBAIS	Z轴零偏值	R/W	GYROBAIS[15:0]															
4D	77	GBAISTIME	Z轴零偏获取时间	R/W	GYROBAIS[15:0]															

4E	78	GSTATICTHRE	Z轴静止阈值	R/W	GSTATICTHRE[15:0]
4F	79	GSTATICTIME	Z轴稳定时间	R/W	GSTATICTIME[15:0]
50	80	PGSCALE	Z轴标定因素P	R/W	PGSCALE[15:0]
52	82	GSCALERANGE	Z轴校准角度	R/W	GSCALERANGE[15:0]
61	97	GYROCALITHR	静态检测阈值	R/W	GYROCALITHR[15:0]
63	99	GYROCALTIME	陀螺仪自动校准时间	R/W	GYROCALTIME[15:0]
6A	106	WERROR	陀螺仪变化值	R/W	GYROPTP[15:0]
6E	110	WZTIME	角速度连续静止时间	R/W	WZTIME[15:0]
6F	111	WZSTATIC	角速度积分阈值	R/W	WZSTATIC[15:0]
74	116	MODEDELAY	485数据应答延时	R/W	MODEDELAY[15:0]
76	118	CALIYAW	Z轴角度归零	R/W	CALIYAW[15:0]

读格式

- 数据是按照16进制方式发送的，不是ASCII码。
- 每个数据分低字节和高字节依次传送，二者组成一个有符号的short类型的数据。例如数据DATA1，其中DATA1L为低字节，DATA1H为高字节。转换方法如下：假设DATA1为实际的数据，DATA1H为其高字节部分，DATA1L为其低字节部分，那么：DATA1=(short)((short)DATA1H<<8|DATA1L)。这里一定要注意DATA1H需要先强制转换为一个有符号的short类型的数据以后再移位，并且DATA1的数据类型也是有符号的short类型，这样才能表示出负数。

协议头	数据内容	数据低8位	数据高8位	数据低8位	数据高8位	数据低8位	数据高8位	数据低8位	数据高8位	SUMCRC
0x55	TYPE 【1】	DATA1L[7:0]	DATA1H[15:8]	DATA2L[7:0]	DATA2H[15:8]	DATA3L[7:0]	DATA3H[15:8]	DATA4L[7:0]	DATA4H[15:8]	SUMCRC 【2】

【1】TYPE(数据内容):

TYPE	备注
0x52	角速度
0x53	角度

【2】SUMCRC(数据和校验):

SUMCRC=0x55+TYPE+DATA1L+DATA1H+DATA2L+DATA2H+DATA3L+DATA3H+DATA4L+DATA4H

SUMCRC为char型，取校验和的低8位

角速度输出

0x55	0x52	0x00	0x00	RWzL	RWzH	WzL	WzH	0x00	0x00	SUM
名称	描述	备注								
0x00	无意义									
0x00	无意义									
RWzL	原始角速度Z低8位	原始角速度Z=((RWzH<<8) RWzL)/32768*2000°/s【1】								
RWzH	原始角速度Z高8位									
WzL	角速度Z低8位	角速度Z=((WzH<<8) WzL)/32768*2000°/s【2】								
WzH	角速度Z高8位									
0x00	无意义									
0x00	无意义									
SUM	校验和	SUM=0x55+0x52+RWzL+RWzH+WzL+WzH								

- 【1】角速度Y的原始数据
- 【2】角速度Z的原始数据经过校准后得到的角速度Z

角度输出

0x55	0x53	0x00	0x00	0x00	0x00	YawL	YawH	VL	VH	SUM
名称	描述	备注								
0x00	无意义									
0x00	无意义									
0x00	无意义									
0x00	无意义									
YawL	偏航角Z低8位	偏航角Z=((YawH<<8) YawL)/32768*180(°)								
YawH	偏航角Z高8位									
VL	版本号低8位	版本号计算公式：版本号=(VH<<8) VL								
VH	版本号高8位									

SUM	校验和	SUM=0x55+0x53+YawH+YawL+VL+VH
-----	-----	-------------------------------

写格式

协议头	协议头	寄存器	数据低8位	数据高8位
0xFF	0xAA	ADDR	DATAL[7:0]	DATAH[15:8]

- 以下数据，全部使用Hex码16进制
- 每个数据分低字节和高字节依次传送，二者组合成一个有符号的short类型的数据。例如数据DATA，其中DATAL为低字节，DATAH为其高字节。转换方法如下：假设DATA为实际的数据，DATAH为其高字节部分，DATAL为其低字节部分，那么：DATA=(short)((short)DATAH<<8|DATAL)。这里一定要注意DATAH需要先强制转换为一个有符号的short类型的数据以后再移位，并且DATA的数据类型也是有符号的short类型，这样才能表示出负数。

注意：

- 所有的设置，都需要先操作解锁寄存器(KEY) FF AA 69 88 B5
- 所有的设置配置后都要保存（KEY）FF AA 00 00 00
- 所有的设置指令执行后要做延时处理

SAVE（保存/重启/恢复出厂）

寄存器名称: SAVE 寄存器地址: 0 (0x00) 读写方向: R/W 默认值: 0x0000		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	SAVE[15:0]	保存: 0x0000 重启: 0x00FF 恢复出厂: 0x0001
示例：FF AA 00 FF 00（重启）		

CALSW（手动获取零偏）

寄存器名称: CALSW 寄存器地址: 1 (0x01) 读写方向: R/W 默认值: 0x0000		
Bit	NAME	FUNCTION
15:1		无效

0	CALSW	0: 退出获取零偏 1: 进入获取零偏
<p>示例:</p> <p>FF AA 01 01 00  进入获取零偏, 务必保持静止, 否则会导致数据错误等待, 具体时长由用户决定</p> <p>FF AA 01 00 00  退出获取零偏</p> <p>注: 一般机器人静止后, 发送进入获取零偏, 等机器人要启动之前, 发送退出获取零偏</p>		

RRATE (输出速率)

<p>寄存器名称: RRATE</p> <p>寄存器地址: 3 (0x03)</p> <p>读写方向: R/W</p> <p>默认值: 0x0006</p>		
Bit	NAME	FUNCTION
15:4		
3:0	RRATE[3:0]	设置输出速率: 0001(0x01): 0.2Hz 0010(0x02): 0.5Hz 0011(0x03): 1Hz 0100(0x04): 2Hz 0101(0x05): 5Hz 0110(0x06): 10Hz 0111(0x07): 20Hz 1000(0x08): 50Hz 1001(0x09): 100Hz 1011(0x0B): 200Hz 1011(0x0C): 500Hz 1101(0x0D):1000HZ
<p>示例: FF AA 03 03 00 (设置1Hz输出)</p>		

BAUD (串口波特率)

寄存器名称: BAUD  
寄存器地址: 4 (0x04)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0002

Bit	NAME	FUNCTION
15:4		
3:0	BAUD[3:0]	设置串口波特率： 0001(0x01): 4800bps 0010(0x02): 9600bps 0011(0x03): 19200bps 0100(0x04): 38400bps 0101(0x05): 57600bps 0110(0x06): 115200bps 0111(0x07): 230400bps

示例：FF AA 04 06 00 （设置串口波特率115200）

IICADDR（设备地址）

寄存器名称: IICADDR  
寄存器地址: 26 (0x1A)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0050

Bit	NAME	FUNCTION
15:8		
7:0	IICADDR[7:0]	设置设备地址，用于I2C使用 0x01~0x7F

示例：FF AA 1A 02 00 （设置设备地址为0x02）

LEDOFF（关闭LED灯）

寄存器名称: LEDOFF  
寄存器地址: 27 (0x1B)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0000

Bit	NAME	FUNCTION
15:1		
0	LEDOFF	1: 关闭LED灯 0: 打开LED灯
示例：FF AA 1B 01 00（关闭LED灯）		

READADDR（读取寄存器）

寄存器名称: READADDR 寄存器地址: 39 (0x27) 读写方向: R/W 默认值: 0x00FF		
Bit	NAME	FUNCTION
15:8		
7:0	READADDR[7:0]	读取寄存器范围： 请参考 “寄存器表”
示例： 发送：FF AA 27 34 00（读取加速度X轴0x34） 返回：55 5F AXL AXH AYL AYH AZL AZH GXL GXH SUM 具体请参考“读格式”章节的“读取寄存器返回值”		

VERSIONL~VERSIONH（版本号）

寄存器名称: VERSIONL~VERSIONH 寄存器地址: 46~47 (0x2E~0x2F) 读写方向: R 默认值: 无		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	VERSIONL[15:0]	
15:0	VERSIONH[15:0]	

示例：  
发送：FF AA 27 2E 00（读取版本号，0x27表示读取，0x2E是版本号寄存器）  
返回：55 5F VLL VLH VHL VHH XX XX XX SUM  
VERSION=(VHH<<24)|(VHL<<16)|(VLH<<8)|VLL  
例如：  
读取后返回：55 5F 01 41 EF 89 XX XX  
转成二进制：1000 1001 1110 1111 0100 0001 0000 0001  
紫色部分为产品版本(17bit)：000 1001 1110 1111 01 = 10173  
蓝色部分为硬件版本(6bit)：00 0001 = 1  
红色部分为软件版本(8bit)：0000 0001 = 1  
最终版本号：100173.1.1

YYMM~MS（片上时间）

寄存器名称: YYMM~MS  
寄存器地址: 48~51 (0x30~0x33)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0000

Bit	NAME	FUNCTION
15:8	YYMM[15:8]	月
7:0	YYMM[7:0]	年
15:8	DDHH[15:8]	时
7:0	DDHH[7:0]	日
15:8	MMSS[15:8]	秒
7:0	MMSS[7:0]	分
15:0	MS[15:0]	毫秒



示例：  
FF AA 30 16 03 （设置年月22-03）  
FF AA 31 0C 09 （设置日時12-09）  
FF AA 32 1E 3A （设置分秒30:58）  
FF AA 33 F4 01 （设置毫秒500）  
示例：  
发送： FF AA 27 30 00 （读取版本号， 0x27表示读取， 0x30是年月寄存器）  
返回： 55 5F YYMM[7:0] YYMM[15:8] DDHH[7:0] DDHH[15:8] MMSS[7:0] MMSS[15:8] MS[7:0] MS[15:8]  
SUM

GY~GZ（角速度）

寄存器名称: GY~GZ		
寄存器地址: 56~57 (0x38~0x39)		
读写方向: R		
默认值: 0x0000		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GY[15:0]	角速度Y=GY[15:0]/32768*2000°/s 【1】
15:0	GZ[15:0]	角速度Z=GZ[15:0]/32768*2000°/s 【2】

- 【1】角速度Z的原始数据  
【2】角速度Z的原始数据经过校准后得到的角速度Z

Yaw（偏航角）

寄存器名称: Yaw		
寄存器地址: 63 (0x3F)		
读写方向: R		
默认值: 0x0000		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	Yaw[15:0]	航向角Z=Yaw[15:0]/32768*180°

WORKMODE（Z轴运行模式）

寄存器名称: WORKMODE  
寄存器地址: 72 (0x48)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0000

Bit	NAME	FUNCTION
15:4		
3:0	WORKMODE[3:0]	设置Z轴运行模式: 0000(0x00): 正常数据模式 0001(0x01): 求峰峰值模式 0010(0x02): 求零偏模式 0011(0x03):求标度因素模式

示例：发送：FF AA 48 01 00 （自动获取零偏）

GYROPTP（Z轴静止峰峰值）

寄存器名称: GYROPTP  
寄存器地址: 74 (0x4A)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0000

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GYROPTP[15:0]	在计算零偏时使用的参数，为传感器自动获取无需设置

在向“WORKMODE”寄存器写入0x01进入“求峰峰值模式”，在此模式下传感器自动计算"GPTPTIME"所设置的时间内Z轴角速度最大值与最小值并记录在"GYROPTP"中。在“求零偏模式”下会使用到此数据进行零偏的计算过滤。

Z轴静止峰峰值=GYROPTP/1000（°/s）

示例：

发送：FF AA 27 4A 00 （读取Z轴静止峰峰值）  
返回：55 5F 64 00 XX XX XX XX XX XX SUM  
0x0064=100，Z轴静止峰峰值 = 100/1000=0.1（°/s）

GPTPTIME（Z轴峰峰值获取时间）

寄存器名称: GPTPTIME

寄存器地址: 75 (0x4B)

读写方向: R/W

默认值: 0x000A

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GPTPTIME[15:0]	计算峰峰峰值时间，默认10S

示例：发送：FF AA 4B 0A 00（设置Z轴峰峰值获取时间为10S）

进入“求峰峰值模式”后，获取"GPTPTIME"时间内Z轴角速度最大值与最小值之差，存储在"GYROPTP"中，并且在“求零偏模式”下会使用到此数据进行零偏的计算过滤。

GYROBAIS（Z轴零偏值）

寄存器名称: GYROBAIS

寄存器地址: 76 (0x4C)

读写方向: R/W

默认值: 0x0000

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GYROBAIS[15:0]	水平陀螺仪零偏值，可通过“求零偏模式”获取

Z轴水平陀螺仪在静止放置下有一定零偏值，可通过此零偏值消除静止时的角速度。零偏值可通过自动获取零偏自动计算得出。进入“求零偏模式”根据"GYROPTP"的峰峰值与"GBAISTIME"零偏获取时间自动计算零偏值。

Z轴零偏值=GYROBAIS/1000（°/s）

示例：

发送：FF AA 27 4C 00（读取Z轴静止峰峰值）

返回：55 5F 64 00 XX XX XX XX XX XX SUM

0x0064=100，Z轴静止峰峰值 = 100/1000=0.1（°/s）

GBAISTIME（Z轴零偏获取时间）

寄存器名称: GBAISTIME

寄存器地址: 77 (0x4D)

读写方向: R/W

默认值: 0x000A

Bit	NAME	FUNCTION
-----	------	----------

15:0	GBAISTIME[15:0]	水平陀螺仪零偏值计算所需时间
示例：发送：FF AA 4D 0A 00（设置Z轴零偏获取时间为10S） 获取Z轴零偏所需时间，在获取零偏时根据此时间进行零偏值获取。		

GSTATICTHRE（Z轴静止阈值）

寄存器名称: GSTATICTHRE 寄存器地址: 78 (0x4E) 读写方向: R/W 默认值: 0x0032		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GSTATICTHRE[15:0]	GSTATICTHRE[15:0]越大，抗震性能增强，误差增大 GSTATICTHRE[15:0]越小，抗震性能减弱，误差减小 默认值50
Z轴水平陀螺仪在静止放置下有轻微数据抖动，此参数可以将这些轻微抖动滤除。在角速度小于"GSTATICTHRE"设置值并且持续"GSTATICTIME"设置的时间时视为静止，Z轴角速度为零。在用于有抖动的场景抖动引起Z轴累加时可适当将此参数调大，在用于非常缓慢匀速转动的场景可适当将此参数调小。 Z轴零偏值=GSTATICTHRE/1000（°/s） 示例： 发送：FF AA 4E 64 00（（设置Z轴静止阈值0.1°/s）,0x0064=100，100/1000=0.1（°/s））		

GSTATICTIME（Z轴稳定时间）

寄存器名称: GSTATICTIME 寄存器地址: 79 (0x4F) 读写方向: R/W 默认值: 0x0064		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GSTATICTIME[15:0]	Z轴判断静止时间
Z轴静止判断时间阈值。在角速度小于"GSTATICTHRE"设置值并且持续"GSTATICTIME"设置的时间时视为静止。如对稳定时间要求较高可适当调小此参数。调小此参数可加快稳定时间但同时可能会增加误差。 Z轴稳定时间=GSTATICTIME/1000（s） 示例： 发送：FF AA 4F 32 00（（设置Z轴稳定时间0.05s）,0x0032=50，50/1000=0.05(°)）		

PGSCALE（Z轴标定因素P）

寄存器名称: PGSCALE  
寄存器地址: 80 (0x50)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x2710

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	PGSCALE[15:0]	范围：0~20000 此参数为出厂使用高精度转台写入，请勿修改

Z轴陀螺仪测量时存在误差，出厂时会使用高精度转台测量此误差，并将此参数写入传感器中。非必要情况下请勿修改此参数。此参数可在“求标度因素模式”中自动计算，在进入“求标度因素模式”后将传感器旋转"GSCALERANGE"设置的角度即可计算出标定因素。

Z轴标定因素P=PGSCALE/10000.0

示例：

发送：FF AA 27 50 00（读取Z轴标定因素P）  
返回：55 5F 74 27 XX XX XX XX XX XX SUM  
0x2747 = 10100，读取Z轴标定因素P = 10100/10000=1.01

GSCALERANGE（Z轴角度标定量程）

寄存器名称: GSCALERANGE  
寄存器地址: 82 (0x52)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x02D0

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GSCALERANGE[15:0]	在标定因素时需要根据此参数标定

示例：

发送：FF AA 52 68 01（（设置Z轴校准角度360），0x0168=360）  
Z轴“求标度因素模式”下所需要旋转的角度，一般设置为360°的整数倍。

GYROCALITHR（陀螺仪静止阈值）

寄存器名称: GYROCALITHR  
寄存器地址: 97 (0x61)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x0000

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GYROCALITHR[15:0]	设置陀螺仪静止阈值： 陀螺仪静止阈值=GYROCALITHR[15:0]/1000(°/s)
示例： FF AA 61 32 00（设置陀螺仪静止阈值为0.05°/s，0x0032=50，50/1000=0.05(°/s)） 当角速度变化小于0.05°/s时，且持续"GYROCALTIME"的时间，传感器识别为静止，自动把小于0.05°/s的角速度归零 陀螺仪静止阈值的大小设置规律，可通过读取"WERROR"寄存器的值来确定，一般设置的规律是： GYROCALITHR=WERROR*1.2，单位：°/s 该寄存器需要需要结合GYROCALTIME寄存器使用		

GYROCALTIME（陀螺仪自动校准时间）

寄存器名称: GYROCALTIME 寄存器地址: 99 (0x63) 读写方向: R/W 默认值: 0x03E8		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	GYROCALTIME[15:0]	设置陀螺仪自动校准时间
示例：设置陀螺仪自动校准时间500ms FF AA 63 F4 01 当角速度变化小于"GYROCALITHR"时，且持续500ms的时间，传感器识别为静止，自动把小于0.05°/s的角速度归零 该寄存器需要需要结合GYROCALITHR寄存器使用		

WERROR（陀螺仪变化值）

寄存器名称: WERROR 寄存器地址: 106 (0x6A) 读写方向: R 默认值: 0x0000		
Bit	NAME	FUNCTION
15:0	WERROR[15:0]	陀螺仪变化值=WERROR[15:0]/1000*180/3.1415926(°/s) 在传感器静止放置时，可通过该寄存器的变化，来设定"GYROCALITHR"寄存器

WZTIME（角速度连续静止时间）

寄存器名称: WZTIME  
寄存器地址: 110 (0x6E)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x01F4

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	WZTIME[15:0]	角速度连续静止时间

示例：设置角速度连续静止时间500ms  
FF AA 6E F4 01  
当角速度小于"WZSTATIC"时，且持续500ms，则角速度输出为0，且Z轴航向角不积分  
该寄存器需要需要结合"WZSTATIC"寄存器使用

WZSTATIC（角速度积分阈值）

寄存器名称: WZSTATIC  
寄存器地址: 111 (0x6F)  
读写方向: R/W  
默认值: 0x012C

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	WZSTATIC[15:0]	角速度积分阈值=WZSTATIC[15:0]/1000(°/s)

示例：设置角速度积分阈值为0.5°/s  
FF AA 6F F4 01  
当角速度大于0.5°/s时，Z轴航向角开始对加速度进行积分  
当角速度小于0.5°/s时，且持续寄存器"WZTIME"所设置的时长时，角速度输出为0，且Z轴航向角不积分  
该寄存器需要需要结合"WZTIME"寄存器使用

CALIYAW（Z轴角度归零）

寄存器名称: CALIYAW  
寄存器地址: 118(0x76)  
读写方向: R/W

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	CALIYAW[15:0]	设置Z轴归零： 0(0x00):Z轴归零

示例：FF AA 76 00 00（Z轴角度归零）