

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
00	00	SAVE	保存/重启/恢复出厂	R/W						SAVE[15:0]			
03	03	RRATE	输出速率	R/W									
04	04	BAUD	串口波特率	R/W									
1A	26	IICADDR	设备地址	R/W									
1B	27	LEDOFF	关闭LED灯	R/W									
27	39	READADDR	读取寄存器	R/W									
2E	46	VERSION	版本号	R						VERSION[15:0]			
30	48	YYMM	年月	R/W						MOUTH[15:8]			
31	49	DDHH	日时	R/W						HOUR[15:8]			
32	50	MMSS	分秒	R/W						SECONDS[15:8]			
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									
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	GYROCALTHR	静态检测阈值	R/W						GYROCALTHR[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	MODDELAY	485数据应答延时	R/W						MODDELAY[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，二者组合成一个有符号的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	数据低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):

$$\text{SUMCRC} = 0x55 + \text{TYPE} + \text{DATA1L} + \text{DATA1H} + \text{DATA2L} + \text{DATA2H} + \text{DATA3L} + \text{DATA3H} + \text{DATA4L} + \text{DATA4H}$$

SUMCRC为char型，取校验和的低8位

角速度输出

0x55	0x52	0x00	0x00	WyL	WyH	WzL	WzH	0x00	0x00	SUM
------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	------	------	-----

名称	描述	备注
0x00	无意义	
0x00	无意义	
WyL	角速度Z低8位	角速度y=((WzH<<8) WzL)/32768*2000°/s 【1】
WyH	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+WyL+WyH+WzL+WzH

【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

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	
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]

- 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。

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						
默认值: 0x0000						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th><th>NAME</th><th>FUNCTION</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15:0</td><td>CALIYAW[15:0]</td><td>设置Z轴归零: 0(0x00):Z轴归零</td></tr> </tbody> </table>	Bit	NAME	FUNCTION	15:0	CALIYAW[15:0]	设置Z轴归零: 0(0x00):Z轴归零
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)						

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						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th><th>NAME</th><th>FUNCTION</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15:0</td><td>SAVE[15:0]</td><td>保存: 0x0000 重启: 0x0OFF 恢复出厂: 0x0001</td></tr> </tbody> </table>	Bit	NAME	FUNCTION	15:0	SAVE[15:0]	保存: 0x0000 重启: 0x0OFF 恢复出厂: 0x0001
Bit	NAME	FUNCTION				
15:0	SAVE[15:0]	保存: 0x0000 重启: 0x0OFF 恢复出厂: 0x0001				
示例: FF AA 00 FF 00 (重启)						

RRATE (输出速率)

寄存器名称: RRATE						
寄存器地址: 3 (0x03)						
读写方向: R/W						
默认值: 0x0006						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit</th><th>NAME</th><th>FUNCTION</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15:4</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Bit	NAME	FUNCTION	15:4		
Bit	NAME	FUNCTION				
15:4						

		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
示例: FF AA 03 03 00 (设置1Hz输出)		

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		
		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
3:0	BAUD[3:0]	
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)

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”		

VERSION (版本号)

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	VERSION[15:0]	不同产品, 版本号不一样
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 VL VH XX XX XX XX XX XX SUM VERSION[15:0]=(short)((short)VH<<8) VL		

YYMM~MS (片上时间)

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 (设置日时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)

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)

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)

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，抗震性能减弱，误差减小 GSTATICTHRE[15:0]越小，抗震性能增强，误差增大 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0.1g) ,0x0064=100, 100/10000=0.1(°))

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也可能会增加误差。

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 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
该寄存器需要结合"WZSTATIC"寄存器使用

WZSTATIC (角速度积分阈值)

Bit	NAME	FUNCTION
15:0	WZSTATIC[15:0]	角速度积分阈值= $WZSTATIC[15:0]/1000(^{\circ}/s)$

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
该寄存器需要结合"WZTIME"寄存器使用