

US-UAC-H 水声通信模组说明书 V1.0

1. 产品简介

US-UAC-H 水声通信模组，可实现多种速率的水下通信，最高速率可达 1Kbps；可适用于各种水下机器人，水下设备等，通信距离可达 20 米以上。UA-UAC-H 支持双向半双工通信，可在各种水质中稳定可靠工作，适用于泳池，池塘湖泊，河流等场景。

模组采用 5V 供电，通信接口采用 UART，方便使用单片机或者上位机进行控制，工作稳定可靠。

2. 技术参数

工作电压	5V
工作电流	62mA（接收状态）
	35mA（空闲状态，10S 无收发数据后进入空闲状态）
发射时峰值电流	500mA，工作时的最大电流
发射时平均电流	约 $60+250/T$ （mA）；T 为发射时每 Bit 的周期，单位 ms。 比如 200bps 时（T=5ms），发射时平均电流约： $60+250/5=110$ mA。
环境温度	0℃（液体无浮冰）~50℃
存储温度	-40℃~85℃
通信方向	双向半双工（模组既可发射，也可接收，但两个模组不可同时发射）
通信距离	20 米
测温范围	-6℃~85℃
最大通信速率	1Kbps

表 1：技术参数

3. 产品尺寸及通信接口

3.1 探头尺寸（详细尺寸参考 3D 图纸）

探头尺寸如图 1 所示：

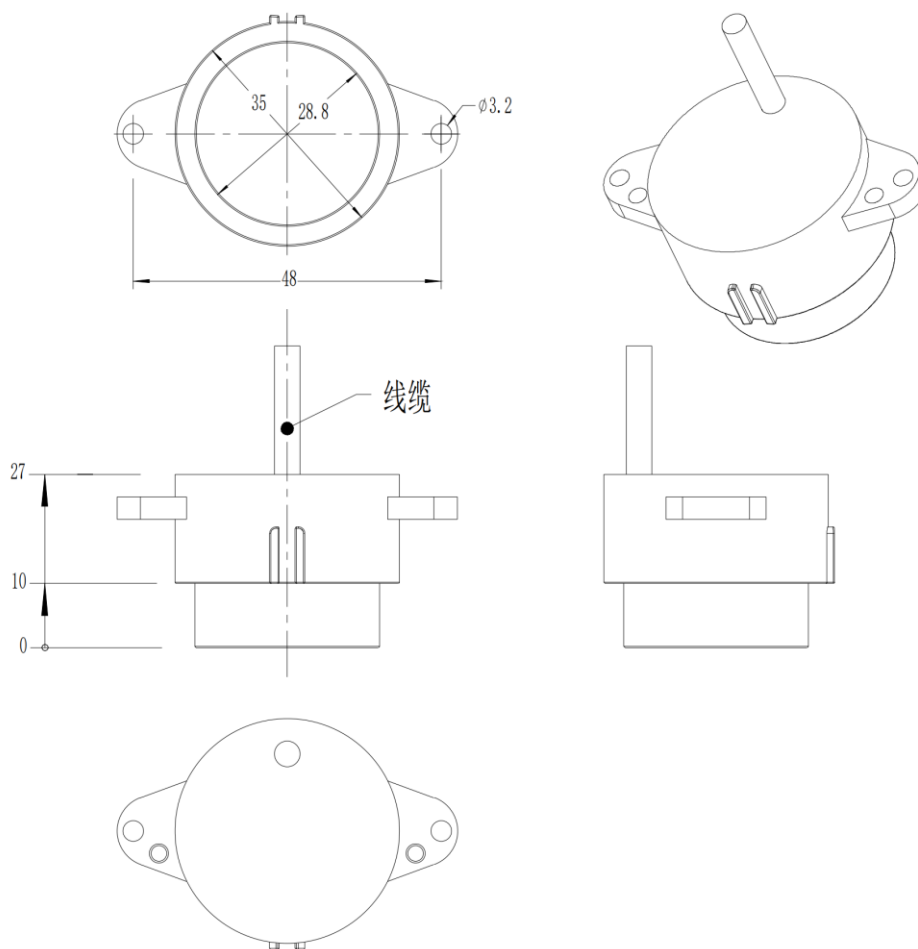


图 1：探头尺寸

3.2 带线尺寸及接口

产品采用 4Pin 接口，5V 供电，采用 UART 通信。

3.2.1 US-UAC-H-W2

如图 2 所示：

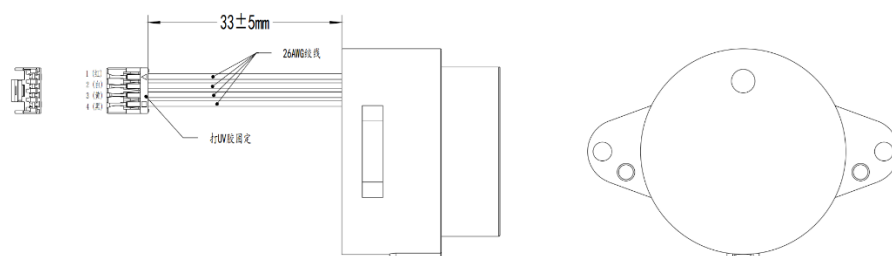


图 2：US-UAC-H-W2 带线尺寸

接头采用 GH1.25-4P 带扣端子，接口定义如下：

编号	1（红色）	2（白色）	3（黄色）	4（黑色）
----	-------	-------	-------	-------

名称	VCC (5V)	TX，接外部 MCU 的 RX	RX，接外部 MCU 的 TX	GND
----	----------	-----------------	-----------------	-----

3.2.2 US-UAC-H-X9

如图 3 所示：

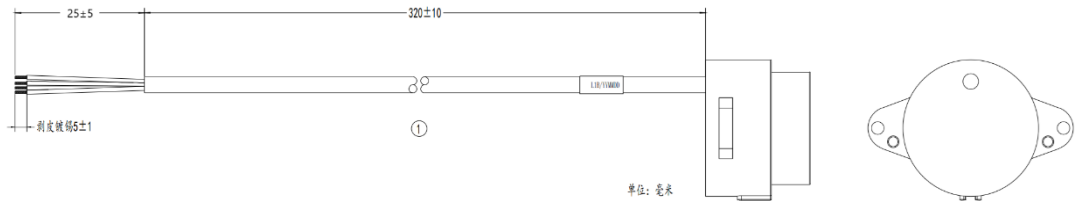


图 3：US-UAC-H-X9 带线尺寸

接口定义如下：

编号	1 (红色)	2 (白色)	3 (黄色)	4 (黑色)
名称	VCC (5V)	TX，接外部 MCU 的 RX	RX，接外部 MCU 的 TX	GND

3.2.3 US-UAC-H-T1

如图 4 所示：

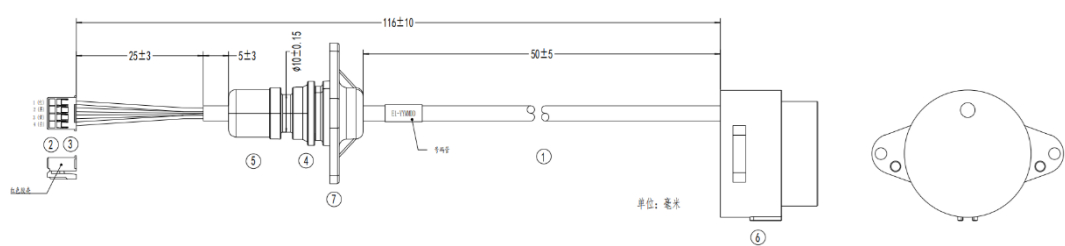


图 4：US-UAC-H-T1 带线尺寸

接头采用 HY2.0-4P 带扣端子，接口定义如下：

编号	1 (红色)	2 (黑色)	3 (黄色)	4 (白色)
名称	VCC (5V)	GND	RX，接外部 MCU 的 TX	TX，接外部 MCU 的 RX

3.3 注意事项

注意事项：VCC 和 GND 不可接反，内部没有防反接保护；接线时请仔细确认，接反可能会造成模块损坏。

4. 工作模式

模组有 2 种工作状态：接收状态，空闲状态。

- 接收状态：模组启动后，自动进入接收状态；连续 10S 没有收发数据，自动进入空闲状态。
- 空闲状态：功耗较低，此时如果远端设备发送水声通信信号，第一个数据包会丢失；如果远端设备连续 10S 没有收发数据，首次通信时，可先发送一条唤醒数据包，然

后再发送正常的通信数据包；或者发送 2 条通信数据包（第一个会丢失，相当于唤醒数据包）。

如果对功耗要求更严格，可直接断电。

在接收状态或空闲状态下，随时可发送水声通信数据。

5. 通信速率及通信时间

模组支持最高通信速率为 1Kbps，支持的通信速率如表 2 和表 3 所示。

表 2 为低速模式的说明，主要用于支架式泳池等多径效应比较明显的地方。

速率 ID	0	1	2	3
波特率	未用	未用	5.13bps	7.69bps
每 Bit 周期 T	--	--	195ms	130ms
单字节数据包发送时间	--	--	约 7.8S	约 5.6S
多字节数据包发送时间(N 字节)	--	--	1580ms+ T* (40+N*8)	1580ms+ T* (40+N*8)
速率 ID	4	5	6	7
波特率	11.56bps	17.36bps	26.04bps	39.06bps
每 Bit 周期 T	86.5ms	57.6ms	38.4ms	25.6ms
单字节数据包发送时间	约 4.0S	约 3.0S	约 2.3S	约 1.9S
多字节数据包发送时间(N 字节)	1363ms+ T* (40+N*8)	1363ms+ T* (40+N*8)	1315ms+ T* (40+N*8)	1315ms+ T* (40+N*8)

表 2：低速模式通信速率说明

表 3 为高速模式

速率 ID	8	9	10 (0X0A)	11 (0X0B)
波特率	58.82bps	87.72bps	133.33bps	200bps
每 Bit 周期 (T)	17ms	11.4ms	7.5ms	5ms
单字节数据包发送时间	约 890ms	约 610ms	约 470ms	约 390ms
多字节数据包发送时间(N 字节)	156ms+ T* (40+N*8)	156ms+ T* (40+N*8)	147ms+ T* (40+N*8)	147ms+ T* (40+N*8)
速率 ID	12 (0X0C)	13 (0X0D)	14 (0X0E)	15 (0X0F)
波特率	303.03bps	454.55bps	666.67bps	1000bps
每 Bit 周期 T	3.3ms	2.2ms	1.5ms	1ms
单字节数据包发送时间	约 310ms	约 280ms	约 260ms	约 240ms

多字节数据包 发送时间(N字节)	129ms+ T* (40+N*8)	129ms+ T* (40+N*8)	127ms+ T* (40+N*8)	127ms+ T* (40+N*8)
---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

表 3：高速模式通信速率说明

6. 通信协议

UART 配置：波特率 115200，数据位 8 位，停止位 1 位，无校验位。

6.1 单字节通信协议格式

6.1.1 主控->传感器

字节编号	0	1	2	3	4
名称	0XFF	Address	CMD	Reply	Speed-Local
说明	开始字节	传感器地址	命令字	确认标志	本数据包的通信速率 ID
字节编号	5	6	7		
名称	Speed-Remote	Data	Checksum		
说明	远端设备回复的通信速率 ID	单字节数据	校验和		

表 4：唤醒及单字节通信协议格式，主控->传感器

Address：设备地址，0XFF 为广播地址，所有设备均会响应。

CMD：命令字，通过 CMD 来区分不同的指令。

Reply：确认标志，Reply=0 时，不需要回复确认；当前版本只支持 Reply=0；

Speed-Local：本数据包发送时的通信速率。

Speed-Remote：建议接收方使用的通信速率； 0 表示无效，由接收方自己确定。

Data：发送的数据。

Checksum：校验和，Checksum 之前所有字节加起来，取低字节；即：0XFF+Address+...+Data，取低字节。

6.1.2 传感器->主控

字节编号	0	1	2	3	4
名称	0XFF	Address	CMD	Reply	Speed-Local
说明	开始字节	传感器地址	命令字	确认标志	本数据包的通信速率

字节编号	5	6	7		
名称	Speed-Remote	Data	Checksum		
说明	远端设备回复的通信速率	单字节数据	校验和		

表 5：唤醒及单字节通信协议格式，传感器->主控
同主控->传感器

6.2 空闲唤醒通信协议

6.2.1 主控->传感器

CMD=0X00;

Reply=0X00;

Speed-Local=0X00;

Speed-Remote=0X00;

Data=0X00;

唤醒指令举例（16 进制，本例使用广播地址 0XFF）：FF FF 00 00 00 00 00 FE

6.2.2 传感器->主控

唤醒指令（水声数据包）发送完成完之后，传感器回复给主控的数据包。

CMD=0X10;

Reply=0X00;

Speed-Local=0X00;

Speed-Remote=0X00;

Data=0X00;

举例（设备地址为 0）：FF 00 10 00 00 00 00 0F

6.3 单字节发送通信协议格式

6.3.1 主控->传感器

CMD=0X70;

Reply=0X00;

Speed-Local：本数据包通信速率 ID

Speed-Remote：建议远端设备使用的通信速率 ID，0X00 表示由远端设备自定。

Data：发送的数据

举例：FF FF 70 00 0A 08 55 D5;

说明：本例使用的广播地址 0XFF，0X70 表示发送单个字节数据，0X00 表示本数据包不需要确认回复，0X0A 表示本数据包发送时的通信速率为 133.33bps，0X08 表示建议确认数据包速率为 58.82bps，0X55 表示发送的水声数据，0XD5 为校验和。

6.3.2 传感器->主控

传感器发送完成后，会给主控回复，CMD=0X80，数据字段 Data=0。

举例：FF 00 80 00 0A 08 00 91

6.4 单字节接收通信协议格式

传感器->主控

当传感器接收到一个单字节的（水声通信）数据包，会通过串口发送给主控，CMD=0X81。

举例：FF 00 81 00 0A 08 55 E7

其中 0X00 表示本传感器地址，0X81 表示接收到 1 个字节水声通信数据，0X00 表示不需要确认，0X0A 表示本数据包的速率为 133.33bps, 0X08 为建议接收方（本设备）使用的通信速率，0X55 为水声通信数据，0XE7 为校验和。

6.5 读取版本号通信协议格式

6.5.1 主控->传感器

CMD=0X74；其他未用字段为 0；

格式：

起始字节	地址	CMD	D1	D2	D3	D4	Checksum
0XFF	0XFF	0X74	00	00	00	00	0X72

举例：FF FF 74 00 00 00 00 72

6.5.2 传感器->主控

CMD=0X84。

格式：

起始字节	模组地址	CMD	硬件主版本号	硬件副版本号	固件主版本号	固件副版本号	校验和
0XFF	Address	0X84					Checksum

起始字节-地址-CMD-HW_H-

举例：FF 00 84 01 01 01 02 88，则硬件版本号为 V1.1，固件版本号为 V1.2。

6.6 读取信号曲线

6.6.1 主控->传感器

CMD=0X0F，格式如下：

起始字节	地址	CMD	D1	D2	D3	D4	Checksum
0XFF	0XFF	0X0F	00	FF	FF	00	0X0B

举例：FF FF 0F 00 FF FF 00 0B

6.6.2 传感器->主控

模组会返回约 10S 的信号曲线，每 0.5ms 左右返回一个数据包，持续返回约 2 万个数据包，数据可绘制成曲线。

数据包结构

起始字节	CH0_H	CH0_L	CH1_H	CH1_L
0xFF	CH0 高字节	CH0 低字节	CH1 高字节	CH1 低字节

CH0 当前时刻信号值为: $\text{Value_CH0} = \text{CH0_H} \ll 8 + \text{CH0_L}$;

CH1 当前时刻信号值为: $\text{Value_CH1} = \text{CH1_H} \ll 8 + \text{CH1_L}$;

结束数据包: 当读取结束时, 会发送如下数据包:

起始字节	CH0_H	CH0_L	CH1_H	CH1_L
0xFE	0xFE	0xFE	0xFE	0xFE

即当上位机收到起始字节为 0xFE 时, 表示读取结束。

7. 固件升级

模组支持通过 Ymodem 协议进行固件升级

7.1 固件升级指令

7.1.1 主控->传感器

主控下发如下指令, 可使模组进入固件升级模式。

起始字节	地址	CMD	D1	D2	D3	D4	Checksum
0xFF	0xFF	0x01	00	00	00	00	0xFF

7.1.2 传感器->主控

模组进入固件升级模式前, 会回复如下数据包。

起始字节	地址	CMD	D1	D2	D3	D4	Checksum
0xFF	Address	0x11	00	00	00	00	Checksum

7.2 强制进入固件升级模式

在模组重启期间, 上位机 (主控) 连续发送握手数据包 (比如间隔 100ms); 模组重启 0.5S 后, 开始尝试接收数据, 如果在重启后的 1S 内收到 3 次握手数据包, 则模组自动进入固件升级模式, 然后发送“C”。

握手数据包如下:

起始位	数据 1	数据 2	CRC8
0xFF	0F	55	2D

7.2 Ymodem 升级及协议

当模组收到固件升级指令后, 会重启并进入固件升级模式; 在固件升级模式下, 模组会发送“C”, 等待 60S 进行固件升级, 如果 60S 内未收到 YModem 指令, 模组会自动退出固件升级模式; 非固件升级时, 模组正常重启不会发送“C”。

升级成功后, 自动运行程序。

7.3 固件升级时序图

如图 5 所示:

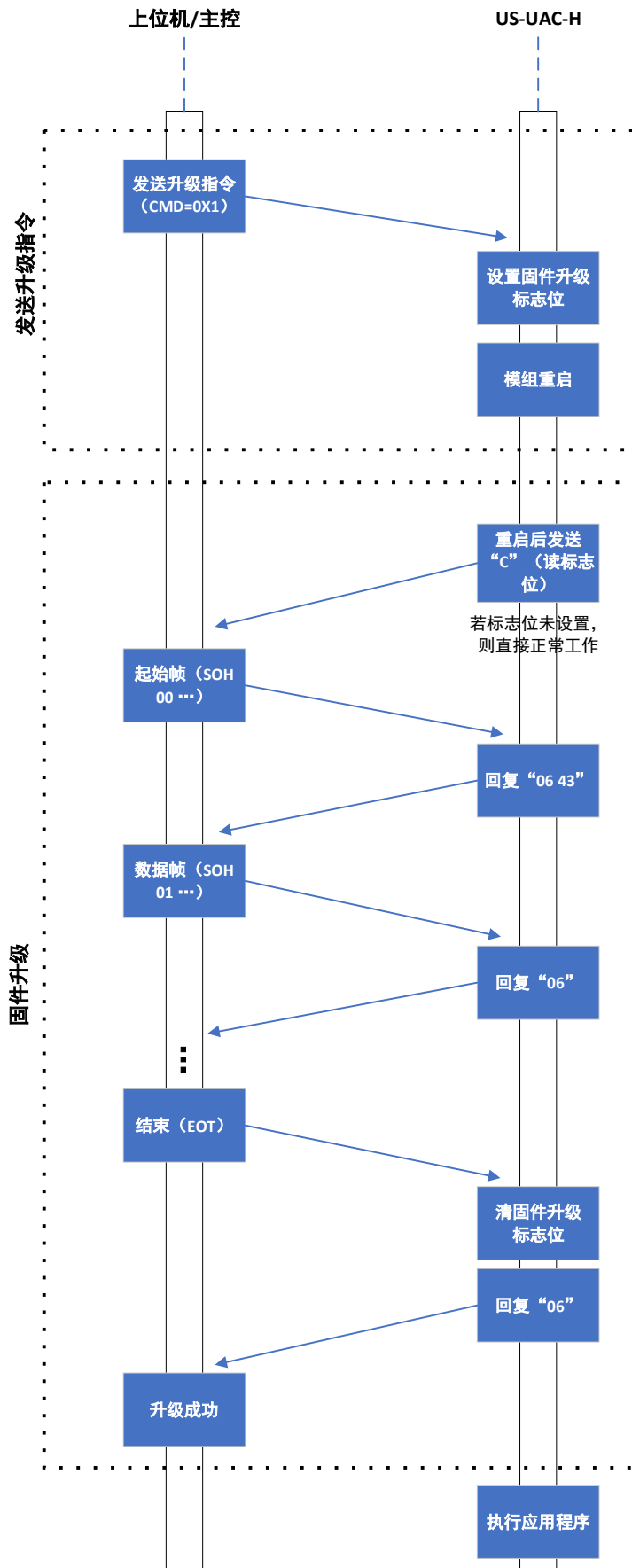


图 5: 固件升级时序图