

目录:

目录:	1
1 上位机协议	2
1.1.对树莓派	2
1.1.1 节点管理类 N.....	2
1.1.2 使命下载类 A.....	2
1.1.3 参数设置类 S.....	3
1.1.4 数据问询类 D.....	3
1.2.对 STM32	4
1.2.1 电源控制类 R.....	4
注:实际可控制开关的设备仅磁力仪,声通机,水下灯,北斗 GPS,高度计; 温深仪和无线电台始终开启	4
1.2.2 遥控控制类 M.....	4
1.3.对声通机(甲板单元) 115200	9
2 树莓派协议	9
2.1 对上位机	9
2.1.1 命令应答类	9
2.1.2 数据回复类	10
2.2 对 STM32.....	11
2.2.1 运动控制类 Z.....	11
2.2.2 安全机制类	11
2.3.对声通机(水下单元) 115200.....	12
3 STM32 协议	12
3.1 上行应答类	12
3.2 上行数据类	13

1 上位机协议

1.1.对树莓派

1.1.1 节点管理类N

通过网络通信向树莓派发送节点控制指令。指令格式如下：

固定帧头	固定字符	功能字符	参数字符	固定帧尾
@	N	S	COOCCC	\$
@	N	I		\$

功能字符含义：

S 表示对相应节点的设置（打开或关闭），I 表示要求获取各节点当前状态。

参数字符含义：

参数字符共六个字节，O 表示打开，C 表示关闭。

第 1 个	第 2 个	第 3 个	第 4 个	第 5 个	第 6 个
Pi	STM32	BDGPS	UACM	CAMERA	AUTO

1.1.2 使命下载类A

通过网络将使命文本以行的形式发送给树莓派。

每行指令格式如下：

固定帧头	固定字符	功能代码	行数	目前行数	数据报文	固定帧尾
@	A	_1	两个字符	两个字符	自定义	\$

_1 功能字符对应功能表：

_1	功能	说明
A	启动已经下载的使命	一个字符
C	清空已经下载的使命文件	一个字符
W	ZA 字段	一个字符
备用	备用	一个字符

注：除_1 位‘W’，行数和目前行数位不为空，其余命令行数和目前行数为空。

行数为两个字符可以表示范围：0~65535

1.1.3 参数设置类S

通过网络通信向树莓派发送相应设置指令。

指令格式如下：

固定帧头	固定字符	功能代码	分隔符	设置内容	分隔符	固定帧尾
@	S	_1	,	////////	,	\$

_1 功能字符对应功能表：

_1	功能	案例说明（分割符‘,’）	案例说明
T	同步 PC 时间固定 14 字长	@ST,2025/01/11 16:56:06,\$	设置时间为 2025 年 1 月 11 日 16 点 56 分 06 秒
P	用于设定安全参数	@SP,1000,5,200,10,\$	设置安全参数，1000m 半径，5min，200m 水深，低压 10V（如果设置位为空或无效数据，维持上一个值）
备用	备用	一个字符	备用

1.1.4 数据问询类D

通过网络通信向树莓派发送相应设置指令。用于获取一帧树莓派的数据

指令格式如下：

固定帧头	固定字符	功能代码	固定帧尾
@	D	U	\$

上位机收到的数据回复格式见 2.1.2

1.2.对 STM32

1.2.1 电源控制类 R

通过网络通信向树莓派发送传感器电源控制指令。指令格式如下：

固定帧头	固定字符	功能字符	参数字符	固定帧尾
@	R	S	COOCCCO	\$
@	R	I		\$

参数字符含义：

参数字符共七个字节，O 表示打开，C 表示关闭。

第 1 个	第 2 个	第 3 个	第 4 个	第 5 个	第 6 个	第 7 个
温深仪	高度计	BDGPS	UACM	无线电台	磁力仪	水下灯

注:实际可控制开关的设备仅磁力仪,声通机,水下灯,北斗 GPS,高度计;温深仪和无线电台始终开启

1.2.2 遥控控制类 M

任意 M 命令将使 STM32 进入手柄模式,不可在非手柄控制场合使用 M 命令

命令不定长,参数长度可变,格式如下：

命令类型	命令属性	帧头	控制参数	分隔符	控制参数	帧尾
运动控制	单推进器控制	@MT	推进器编号	,	推进器转速挡位	\$
	舵板控制	@MD	角度增减命令	,	舵机编号&角度	\$
	平动控制	@MM	平动控制命令		平动速度参数	\$
	转动控制	@MR	转动控制命令		转动速度参数	\$
	摇杆航行控制	@MS	速度参数	,	角度参数	\$
	摇杆姿态控制	@MP	力度参数	,	方位参数	\$

注:以下面的具体定义为准

@MT 命令具体控制参数定义:

推进器编号			推进器挡位	
ASCII	定义	分隔符	ASCII	定义
1	左后主推	,	-12~12	正档位正转,负档位反转 12 档最大转速 (实测 10 档转速已达最大) 0 档停转 垂推向下安装, 垂推正转即上浮
2	右后主推			
3	左前垂推			
4	右前垂推			
5	后垂推			

例:@MT1,-10\$

@MD 命令具体控制参数定义:

角度增减命令		舵机编号			角度值
ASCII	定义	ASCII	定义	分隔符	ASCII
A	增减角度	1	左舵板	,	增量值,整数
S	指定角度	2	右舵板		$-15 \leq \text{angle} \leq 22$
		3	左右舵板		

注: 指定角度时,0° 舵板水平,舵板角度向上最大 22° 向下最大-15°

例:@MDA2,-2\$ 右舵向下转 2° @MDS3,20\$ 两舵转到 20°

针对非手柄控制时需要操作舵板的场合,定义@D 命令

@D 命令具体控制参数定义:

角度增减命令		舵机编号			角度值
ASCII	定义	ASCII	定义	分隔符	ASCII
A	增减角度	1	左舵板	,	增量值,整数
S	指定角度	2	右舵板		$-15 \leq \text{angle} \leq 22$
		3	左右舵板		

例:@DA2,-2\$ 右舵向下转 2° @DS3,20\$ 两舵转到 20°

@MM 命令具体控制参数定义：

平动控制命令		平动速度参数	
ASCII	定义	ASCII	定义
F	前进	0~12	0 档停止 12 档满速
B	后退		
U	上浮		
D	下潜		

例:@MMF10\$

@MR 命令具体控制参数定义：

转动控制命令		转动速度参数	
ASCII	定义	ASCII	定义
L	左转	0	停止
R	右转	1	很慢
B	前倾	2	较慢
F	后倾	3	一般
U	左倾	4	较敏捷
D	右倾	5	非常敏捷

例:@MRL5\$

注：

- 左转——沿 yaw 角旋转，俯视情况下 AUV 以逆时针旋转，或者说头部左转
- 右转——沿 yaw 角旋转，俯视情况下 AUV 以顺时针旋转，或者说头部右转
- 前倾——沿 pitch 角旋转，左舷看进去情况下 AUV 以逆时针旋转，或者说头部下压
- 后倾——沿 pitch 角旋转，左舷看进去情况下 AUV 以顺时针旋转，或者说头部上抬
- 左倾——沿 roll 角旋转，艏部看进去情况下 AUV 以逆时针旋转，或者说左翼下压
- 右倾——沿 roll 角旋转，艏部看进去情况下 AUV 以顺时针旋转，或者说右翼下压

@MS 命令具体控制参数定义：

速度参数		分隔符	角度参数	
ASCII 示例	定义	ASCII	ASCII 示例	定义
79	1-120 的一个正数	,	-135	-180 到 180 的一个整数，其中 0-90 表示第一象限，0~-90 表示第四象限，正西有 180 到-180 的跳变

例:@MS120,-90\$

@MP 命令具体控制参数定义：

力度参数		分隔符	方位参数	
ASCII 示例	定义	ASCII	ASCII 示例	定义
79	1-120 的一个正数	,	-135	-180 到 180 的一个整数，其中 0-90 表示第一象限，0~-90 表示第四象限，正西有 180 到-180 的跳变

例：@MP120,-90\$

1.3.对声通机（甲板单元）115200

格式说明：

固定字符	固定字符	内容字长	固定目的地址	发送内容	校验低位	校验高位
0X23	0X02	2 字节	0X01	≤3200 字节	Modbus CRC-16	

内容字长：为两个字节，取值范围为 0X0001~0X0C80,即 1~3200 字节。

发送内容：为前两节定义的协议

2 树莓派协议

2.1 对上位机

2.1.1 命令应答类

通过网络通信向 PC 端发送命令应答帧。指令格式如下：

固定帧头	固定字符	固定字符	固定字符	固定字符	功能字符 1	功能字符 2	返回内容	固定帧尾
@	A	C	K	_	_1	_2	_3	\$

功能字符对应应答命令表：

对应回复命令类型	_1	_2	_3	说明
节点管理类 N	N	S	S	表明节点进程开启关闭完毕
	N	I	一个字符	_3 该字符是 8 位，位上为 1 表示开启 0 表示关闭。位对应进程见 1.1.1
使命下载类 A	A	A	A	表明成功使能使命文件
	A	C	C	表明成功清空使命文件
	A	W	W	表明成功写入使命文件
参数设置类 S	S	T	T	表明成功同步时间
	S	P	P	表明成功设置安全参数
保留	保留	保留	保留	保留

2.1.2 数据回复类

通过网络通信向 PC 端发送数据上行帧。指令格式如下：

```
@2025-01-19-  
23:26:25,120.1535765,30.2874595,20,100,0,0,0,0,0,0,36,360,53191,53191,53191,  
53191,53191,53191,53191,53191,53191,1200,1200,1200,1200,1200,1200,1200$
```

帧头	数据格式 (ASCII 码)						帧尾
@VS	时间戳	经度	纬度	高程	地面速度	地面航向	\$
	2025-01-19-23:26:25	120.1535765	30.2874595	20	100	0	
	艏向	俯仰	横滚	温度	深度	高度	
	0	0	0	0	0	0	
	控制电池	动力电池	前置磁力仪 x	前置磁力仪 y	前置磁力仪 z	左置磁力仪 x	
	36	360	53191	53191	53191	53191	
	左置磁力仪 y	左置磁力仪 z	右置磁力仪 x	右置磁力仪 y	右置磁力仪 z	左主推 PWM	
	53191	53191	53191	53191	53191	1200	
	右主推 PWM	后垂推 PWM	左垂推 PWM	右垂推 PWM	舵机 1	舵机 2	
	1200	1200	1200	1200	1200	1200	

2.2 对 STM32

2.2.1 运动控制类 Z

任意 ZA 命令将使 STM32 进入自动模式

通过串口通信向树莓派发送传感器电源控制指令。指令格式如下：

命令类型	命令属性	帧头	控制码	控制挡位	帧尾	说明挡位单位
使命运动控制	前进	@ZA	F	0~12	\$	ASCII
	后退	@ZA	B	0~12	\$	ASCII
	左转	@ZA	L	0~12	\$	ASCII
	右转	@ZA	R	0~12	\$	ASCII
	上浮	@ZA	U	0~12	\$	ASCII
	下潜	@ZA	D	0~12	\$	ASCII
	定深	@ZA	S	ASCII 整数	\$	m
	定高	@ZA	E	ASCII 整数	\$	m
	定艏	@ZA	H	ASCII 整数,可以是负值	\$	度
	定姿	@ZA	A	ASCII 整数,可以是负值 格式:pitch 角,';'分隔符,roll 角	\$	度
	定速	@ZA	V	ASCII 整数	\$	m/s

注:没有速度传感器,定速无法实现;

2.2.2 安全机制类

命令类型	命令属性	帧头	控制码	控制挡位 (一个字符)	帧尾	说明挡位单位
使命运动控制	紧急停转	@ZA	X	0	\$	
	紧急上浮	@ZA	W	F	\$	

2.3.对声通机(水下单元) 115200

格式说明：

固定字符	固定字符	内容字长	固定目的地址	发送内容	校验低位	校验高位
0X23	0X02	2 字节	0X02	≤3200 字节	Modbus CRC-16	

内容字长：为两个字节，取值范围为 0X0001~0X0C80,即 1~3200 字节。

发送内容：为前两节定义的协议

3 STM32 协议

3.1 上行应答类

通过网络通信向 PC 端发送命令应答帧。指令格式如下：

固定帧头	固定字符	固定字符	固定字符	固定字符	功能字符 1	功能字符 2	返回内容	固定帧尾
@	A	C	K	_	_1	_2	Y/N	\$

功能字符对应应答命令表：

对应回复命令类型	_1	_2	_3	说明
电源控制类 R(上位机)	R	S	S	表明成功设置传感器电源
	R	I	1 个字符	_3 该字符 8 位，位上为 1 表示开启 0 表示关闭。位对应设备见 1.2.1;设备第一个(温深仪)对应字符最低位
自动运动控制类 Z(树莓派)	Z	控制码	Y/N	功能码对应关系见 2.2.1

3.2 上行数据类

通过串口通信向树莓派端发送数据上行帧。指令格式如下：

波特率：9600bps
通信模式：周期式
发送周期：2 秒
正常情况下数据格式：数据帧长度：86 字节（定长，含帧头帧尾）

帧头 (ASCII)	数据格式（二进制数）						帧尾 (ASCII)
@SD	横滚角 Roll	俯仰角 Pitch	航向角 Yaw	温度 ° C	深度 m	高度 m	\$
	float32	float32	float32	float32	float32	float32	
	前磁 X	前磁 Y	前磁 Z	左磁 X	左磁 Y	左磁 Z	
	float32	float32	float32	float32	float32	float32	
	右磁 X	右磁 Y	右磁 Z	左主推 PWM	右主推 PWM	后垂推 PWM	
	float32	float32	float32	uint16	uint16	uint16	
	左垂推 PWM	右垂推 PWM	左舵机 PWM	右舵机 PWM	控制电池 (12V)	动力电池 (48V)	
	uint16	uint16	uint16	uint16	uint16	uint16	
	校验位 CRC32						
	uint32						

注:航向角 Yaw 为 AUV 与地理北方夹角,0°为正北,-90°为正东,90°为正西,±180° 为正南;

横滚角 Roll -90~90 左倾为负值,右倾为正值;

俯仰角 Pitch -180~180 前倾为负值,后仰为正值;

磁数据单位为 uT;量程为±100uT

CRC 校验使用以太网多项式 0x04C11DB7,使用 STM32 硬件校验,软件实现与通常的软件 CRC 校验不同,见”32CRC 校验软件实现.c”