

# 数据协议文本

## 目录:

### 1 上位机协议

#### 1.对树莓派

##### 1.1.1 节点管理类 N

##### 1.1.2 使命下载类 A

##### 1.1.3 参数设置类 S

##### 1.1.4 数据问询类 D

#### 2.对 STM32

##### 1.2.1 电源控制类 R

##### 1.2.2 遥控控制类 M

#### 3.对声通机器

##### 1.3.1 报文发送类

##### 1.3.2 报文接收类

### 2 树莓派协议

#### 1 对上位机

##### 2.1.1 命令应答类

##### 2.1.2 数据回复类

#### 2 对 STM32

##### 2.2.1 运动控制类

##### 2.2.2 安全机制类

#### 3.对声通机器

##### 2.3.1 报文发送类

##### 2.3.2 报文接收类

### 3 STM32 协议

#### 3.1 上行数据类

#### 3.2 上行应答类

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   |

1.2.2 遥控控制类 M

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 | 推进器测试  | @MT | 推进器编号  | ,   | 推进器转速挡位 | \$ |
|      | 舵机测试   | @MD | 角度增减命令 |     | 舵机编号    | \$ |
|      | 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    | \$ |

@MT 命令具体控制参数定义：

| 推进器编号 |      | 推进器转速挡位 |   |
|-------|------|---------|---|
| ASCII | 定义   | ASCII   | 定义  |
| 1     | 左后主推 | -12~12  | 正档位正转<br>负档位反转<br>12 档最大转速<br>0 档停转<br>垂推向下安装,<br>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  |         |   |

@MD 命令具体控制参数定义：

| 角度增减命令 |      | 舵机编号  |     |
|--------|------|-------|-----|
| ASCII  | 定义   | ASCII | 定义  |
| P      | 增加角度 | 1     | 左舵机 |
| M      | 减小角度 | 2     | 右舵机 |

@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<br>12 档满速 |
| B      | 后退 |        |                 |
| U      | 上浮 |        |                 |
| D      | 下潜 |        |                 |

@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 |

| 转动控制命令 |    | 转动速度参数 |      |
|--------|----|--------|------|
| U      | 左倾 | 4      | 较敏捷  |
| D      | 右倾 | 5      | 非常敏捷 |

备注：

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 |

@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 |

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<br>(ASCII<br>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

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<br>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,建议删除此命令

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<br>(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<br>(ASCII) | 数据格式（二进制数）   |              |            |            |               |               | 帧尾<br>(ASCII) |
|---------------|--------------|--------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| @SD           | 横滚角<br>Roll  | 俯仰角<br>Pitch | 航向角<br>Yaw | 温度<br>° C  | 深度<br>m       | 高度<br>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<br>PWM | 右主推<br>PWM    | 后垂推<br>PWM    |               |
|               | float32      | float32      | float32    | uint16     | uint16        | uint16        |               |
|               | 左垂推<br>PWM   | 右垂推<br>PWM   | 左舵机<br>PWM | 右舵机<br>PWM | 控制电池<br>(12V) | 动力电池<br>(48V) |               |
|               | uint16       | uint16       | uint16     | uint16     | uint16        | uint16        |               |
|               | 校验位<br>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;精度差,存在 20° 左右误差;

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;

CRC 校验使用以太网多项式 0x04C11DB7,使用 32 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”