1.通讯协议

常用的指令例子可参考：常用通信指令例子

指令是由十六进制编写，若不熟悉计算方法，可以参考：使用计算器工具进行进制转换，关于负数和浮点数换算成十六进制，请搜索网上教程。

指令格式：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	（uint8_t） Function	（uint8_t） Length	Data	（uint8_t） CRC

- 帧头：连续收到 0xAA、0x55，表示有数据包到达；
- 功能码：用于标明一个信息帧的用途；
- 数据长度：参数个数值；
- 参数：除功能指令以外需要补充的控制信息；
- 校验：检验该数据是否正确，采用 CRC 校验方式，（CRC 计算 Function、Length、Data 的值，取低 8 位）（具体计算方法见拓展 2）。

1.1 用户主动给控制板发送数据部分

开发板上已有专门的 UART 转 USB 电路，只需用数据线将 UART3 口连接到上位机即可通信。

1、LED 灯控制：指令名 PACKET_FUNC_LED，数值 1

帧头	功能码	数据 长度	参数	校验

0xAA 0x55	PACKET_FUNC_LED	7	参数 1：（uint8_t）led_id 参数 2：（uint16_t）亮的时间(ms) 参数 3：（uint16_t）灭的时间(ms) 参数 4：（uint16_t）循环次数	CRC

举例：

①控制 LED 灯闪烁 5 次，每次亮 100ms 灭 100ms：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_LED	7	参数 1：0x01（1） 参数 2：0x64 0x00（100） 参数 3：0x64 0x00（100） 参数 4：0x05 0x00（5）	CRC

注意：这里是小端模式，如 uint32_t 的 5（十进制）写为 0x00 0x05，小端模式是低位在前，所以发送数据时应该写为 0x05 0x00。

②控制 LED 灯闪烁 10 次，每次亮 500ms 灭 300ms：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_LED	7	参数 1：0x01（1） 参数 2：0xF4 0x01（500） 参数 3：0x2C 0x01（300） 参数 4：0x0A 0x00（10）	CRC

2、蜂鸣器控制：指令名 PACKET_FUNC_BUZZER，数值 2

帧头	功能码	数据长度	参数	校验

0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUZZER	8	参数 1：（uint16_t）频率(Hz) 参数 2：（uint16_t）响的时间(ms) 参数 3：（uint16_t）不响的时间(ms) 参数 4：（uint16_t）循环次数	CRC

举例：

①控制蜂鸣器鸣响 5 次，以 1400Hz 频率，每次鸣 100ms 停 100ms：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUZZER	8	参数 1：0x78 0x05（1400） 参数 2：0x64 0x00（100） 参数 3：0x64 0x00（100） 参数 4：0x05 0x00（5）	CRC

②控制蜂鸣器鸣响 10 次，以 1000Hz 频率，每次鸣 500ms 停 300ms：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUZZER	8	参数 1：0xE8 0x03（1000） 参数 2：0xF4 0x01（500） 参数 3：0x2C 0x01（300） 参数 4：0x0A 0x00（10）	CRC

3、编码器电机控制：指令名 PACKET_FUNC_MOTOR，数值 3

(1) 单个电机控制运动

帧头	功能码	数据	参数	校验

		长度		
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	6	参数 1：（uint8_t）0x00（子命令） 参数 2：（uint8_t）motor_id 参数 3：（float）速度值（有正负）	CRC

（注意：1.float 类型为 4 个字节　2.电机 id 从 0 开始，对应电机 1，往后以此类推)

举例：控制电机 1 以-1r/s 速度转动：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	6	参数 1：0x00 参数 2：0x00 参数 3：0x00 0x00 0x80 0xBF（-1）	CRC

(2) 多个电机运动

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	5N+2	参数 1：（uint8_t）0x01（子命令） 参数 2：（uint8_t）电机数量 参数 3：（uint8_t）motor_id_1 参数 4：（float）speed _1 ・・・・・・ 参数 2N+1：（uint8_t）motor_id_N 参数 2N+2：（float）speed _N （格式参考参数 3、4）	CRC

（注意：float 类型为 4 个字节）

举例：

控制电机 1 和电机 2 分别以 -1r/s、2r/s 的速度转动：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	12	参数 1：0x01（子命令） 参数 2：0x02 参数 3：0x01 参数 4：0x00 0x00 0x80 0xBF（-1） 参数 5：0x02 参数 4：0x00 0x00 0x00 0x40（+2）	CRC

（3）单个电机停止

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	2	参数 1：（uint8_t）0x02（子命令） 参数 2：（uint8_t）motor_id	CRC

举例：

控制电机 1 停止：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	2	参数 1：0x02（子命令） 参数 2：0x01	CRC

（4）多个电机停止

帧头	功能码	数据长度	参数	校验

0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	2	参数 1：（uint8_t）0x03（子命令） 参数 2：（uint8_t）电机掩码	CRC

举例：

控制电机 0 和电机 2 停止：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	2	参数 1：0x03（模式） 参数 2：0x05（二进制 00000101）	CRC

4、PWM 舵机控制：指令名 PACKET_FUNC_PWM_SERVO，数值 4

（1）多个 PWM 舵机控制

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	3N+4	参数 1：（uint8_t）0x01（子命令） 参数 2：（uint16_t）运动时间(ms) 参数 3：（uint8_t）舵机数量 参数 4：（uint8_t）servo_id_1 参数 5：（uint16_t）脉冲宽度 ・・・・・・ 参数 2N+2：（uint8_t）servo_id_N 参数 2N+3：（uint16_t）脉冲宽度	CRC

举例：控制舵机 1 和舵机 2 分别转到 90°、180°，分别对应脉宽为 1500、2500，用时 2s：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验

0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	10	参数 1：0x01（子命令） 参数 2：0xD0 0x07（2000） 参数 3：0x02（需控制的舵机数量） 参数 4：0x01（1） 参数 5：0xDC 0x05（1500） 参数 6：0x02（2） 参数 7：0xC4 0x09（2500）	CRC

（2）单个 PWM 舵机控制

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	6	参数 1：（uint8_t）0x03（子命令） 参数 2：（uint16_t）运动时间(ms) 参数 3：（uint8_t）servo_id 参数 4：（uint16_t）脉冲宽度	CRC

脉冲宽度为[500 , 2500]，对应的是[0°,180°]

举例：

控制舵机 1 通过 1s 旋转到 90° 位置，其脉冲宽度为 1500：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	6	参数 1：0x03（子命令） 参数 2：0xE8 0x03（1000） 参数 3：0x01（1） 参数 4：0xDC 0x05（1500）	CRC

（3）读取 PWM 舵机位置

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x05（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送读取位置命令后，控制板会发送对应 ID 的 PWM 舵机的位置数据给上位机。

（4）设置 PWM 舵机偏差

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	3	参数 1：（uint8_t）0x07（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id 参数 3：（uint8_t）偏差参数 （转换为 int8_t 类型，有效范围为 -100～+100）	CRC

举例：

设置舵机 2 的偏差为+10：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	3	参数 1：0x07（子命令） 参数 2：0x02（2） 参数 3：0x0A（10）	CRC

（5）读取 PWM 舵机偏差

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x09（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送读取位置命令后，控制板会发送对应 ID 的 PWM 舵机的偏差数据给上位机。

5、总线舵机控制：指令名 PACKET_FUNC_BUS_SERVO，数值 5

（1）控制总线舵机转动

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	3N+4	参数 1：（uint8_t）0x01（子命令） 参数 2：（uint16_t）运动时间(ms) 参数 3：（uint8_t）舵机数量 参数 4：（uint8_t）servo_id_1 参数 5：（uint16_t）脉冲宽度 ・・・・・・ 参数 2N+1：（uint8_t）servo_id_N 参数 2N+2：（uint16_t）脉冲宽度	CRC

举例：

控制总线舵机的 1 号、2 号舵机分别转到 200°、240°,对应的脉宽为 833、1000，用时 1s：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	10	参数 1：0x01（子命令）	CRC

			参数 2：0xE8 0x03（1000） 参数 3：0x02（2） 参数 4：0x01（1） 参数 5：0x41 0x03（833） 参数 4：0x02（2） 参数 5：0xE8 0x03（1000）	

（2）读取位置命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x05（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送读取位置命令后，控制板会发送对应 ID 的总线舵机的位置数据给上位机。

（3）读取输入电压命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x07（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送读取输入电压命令后，控制板会发送对应 ID 的总线舵机的输入电压数据给上位机。

（4）读取温度命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x09（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送读取温度命令后，控制板会发送对应 ID 的总线舵机的温度数据给上位机。

（5）电机掉电命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x0B（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送卸载动力命令后，控制板会将对应 ID 的总线舵机的动力卸载。

（6）电机上电命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x0C（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送加载动力命令后，控制板会使对应 ID 的总线舵机加载动力。

（7）ID 写入命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	3	参数 1：（uint8_t）0x10（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id 参数 3：（uint8_t）save_id	CRC

发送 ID 写入命令后，控制板会改写对应 ID 的总线舵机的 ID 号。

（8）ID 读取命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x12（子命令） 参数 2：（uint8_t）0xFE（查询广播）	CRC

发送 ID 读取命令后，控制板会将总线舵机的 ID 号上传给上位机。

注意：这里的总线舵机只能有一个，否则多个总线舵机同时返回数据会造成总线冲突。

（9）偏差调整命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	3	参数 1：（uint8_t）0x20（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id 参数 3：（uint8_t）偏差调整值	CRC

发送偏差调整命令后，控制板会将对应 ID 的总线舵机的偏差值设置为参数 3 的值。

（10）偏差读取命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x22（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送偏差读取命令后，控制板会读取对应 ID 的总线舵机的偏差值并上传上位机。

（11）偏差保存命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x24（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送偏差保存命令后，控制板会使能对应 ID 的总线舵机保存其当前的偏差值。

（12）位置限制设置命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	6	参数 1：（uint8_t）0x30（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id 参数 3：（uint16_t）低限位 参数 4：（uint16_t）高限位	CRC

限位的数值范围在[0 , 1000]。

发送位置限制设置命令后，控制板会为对应 ID 的总线舵机设置限位参数。

（13）位置限制读取命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x32（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送位置限制读取命令后，控制板会将对应 ID 的总线舵机的限位参数上传给上位机。

（14）电压限制设置命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	6	参数 1：（uint8_t）0x34（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id 参数 3：（uint16_t）低限位 参数 4：（uint16_t）高限位	CRC

电压低限位数值应大于 4500，电压高限位数值应小于 14000。

发送电压限位设置命令后，控制板会设置对应 ID 的总线舵机的电压限位参数。

（15）电压限制读取命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x36（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送电压限位读取命令后，控制板会将对应 ID 的总线舵机的电压限位参数上传给上位机。

（16）温度限制设置命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	3	参数 1：（uint8_t）0x38（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id 参数 3：（uint8_t）高温阈值	CRC

高温阈值参数值应该小于 100。

发送温度限位设置命令后，控制板会设置对应 ID 的总线舵机的高温阈值参数。

（17）温度限制读取命令

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	2	参数 1：（uint8_t）0x3A（子命令） 参数 2：（uint8_t）servo_id	CRC

发送温度限位设置命令后，控制板会将对应 ID 的总线舵机的高温阈值参数上传给上位机。

1.2 控制板主动给用户发送数据部分

1、总线舵机数据上传：指令名 PACKET_FUNC_BUS_SERVO，数值 5

（1）总线舵机位置上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	5	参数 1：（uint8_t）servo_id 参数 2：（uint8_t）0x05（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功 （0：成功；-1：失败） 参数 4：（int16_t）舵机位置	CRC

当接收到读命令后，读取相应舵机的位置参数，上传给上位机。

举例：

上传 5 号舵机的角度为 30°，对应的脉冲宽度为 833：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	5	参数 1：0x05（5） 参数 2：0x05（子命令） 参数 3：0x00（0） 参数 4：0x41 0x03（833）	CRC

（2）总线舵机电压上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	5	参数 1：（uint8_t）servo_id 参数 2：（uint8_t）0x07（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功（0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint16_t）舵机电压	CRC

当接收到读命令后，读取相应舵机的电压参数，上传给上位机。

（3）总线舵机温度上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	4	参数 1：（uint8_t）servo_id 参数 2：（uint8_t）0x09（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功（0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint8_t）舵机温度	CRC

当接收到读命令后，读取相应舵机的温度参数，上传给上位机。

（4）总线舵机 ID 号上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	4	参数 1：（uint8_t）0xFE（广播指令） 参数 2：（uint8_t）0x12（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功 （0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint8_t）读取到的 servo_id	CRC

当接收到读命令后，读取舵机的 ID 号，上传给上位机。

（5）总线舵机偏差参数上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	4	参数 1：（uint8_t）0xFE（之前的广播指令） 参数 2：（uint8_t）0x22（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功 （0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint8_t）舵机偏差	CRC

当接收到读命令后，读取对应舵机的偏差参数，上传给上位机。

（6）总线舵机位置限制参数上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	7	参数 1：（uint8_t）servo_id 参数 2：（uint8_t）0x32（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功（0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint16_t）低限位 参数 5：（uint16_t）高限位	CRC

当接收到读命令后，读取对应舵机的位置限制参数，上传给上位机。

（7）总线舵机电压限制参数上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	7	参数 1：（uint8_t）servo_id 参数 2：（uint8_t）0x36（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功（0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint16_t）低限位 参数 5：（uint16_t）高限位	CRC

当接收到读命令后，读取对应舵机的电压限制参数，上传给上位机。

（8）总线舵机温度限制参数上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_BUS_SERVO	4	参数 1：（uint8_t）servo_id 参数 2：（uint8_t）0x3A（子命令） 参数 3：（int8_t）是否读取成功（0：成功；-1：失败） 参数 4：（uint8_t）温度限制	CRC

当接收到读命令后，读取对应舵机的温度限制参数，上传给上位机。

2、上传按键消息：指令名 PACKET_FUNC_KEY，数值 6

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_KEY	2	参数 1：(uint8_t) button_id 参数 2：(uint8_t) 按键事件	CRC

部分按键事件回调值如下：

BUTTON_EVENT_PRESSED = 0x01, /* 按钮被按下 */

BUTTON_EVENT_LONGPRESS = 0x02, /* 按钮被长按 */

BUTTON_EVENT_CLICK = 0x20, /* 按钮被点击 */

BUTTON_EVENT_DOUBLE_CLICK = 0x40, /* 按钮被双击 */

举例：

发送按键 1 被按下的消息：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验

0xAA 0x55	PACKET_FUNC_KEY	2	参数 1：0x01 参数 2：0x01	CRC

3、上传 IMU 数据：指令名 PACKET_FUNC_IMU，数值 7

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_IMU	24	参数 1：(float) accel_x 数据 参数 2：(float) accel_y 数据 参数 3：(float) accel_z 数据 参数 4：(float) gyro_x 数据 参数 5：(float) gyro_y 数据 参数 6：(float) gyro_z 数据	CRC

4、上传手柄数据：指令名 PACKET_FUNC_GAMEPAD，数值 8

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_IMU	7	参数 1：(uint16_t) 按键 参数 2：(uint8_t) hat 值 参数 3：(int8_t) 左摇杆 x 值 参数 4：(int8_t) 左摇杆 y 值 参数 5：(int8_t) 右摇杆 x 值 参数 6：(int8_t) 右摇杆 y 值	CRC

5、上传 SBUS 航模遥控器数据：指令名 PACKET_FUNC_SBUS，数值 9

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_SBUS	36	参数 1：(int16_t[16])16 个通道值 参数 2：(uint8_t)ch17 参数 3：(uint8_t)ch18 参数 4：(uint8_t)signal_loss 参数 5：(uint8_t)fail_safe	CRC

航模的摇杆、拨钮总共 16 个通道的数据都在参数 1 中。

6、PWM 舵机控制：指令名 PACKET_FUNC_PWM_SERVO，数值 4

（1）PWM 舵机位置上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	4	参数 1：(uint8_t)servo_id 参数 2：(uint8_t)0x05（子命令） 参数 3：(uint16_t)脉冲宽度	CRC

当接收到读命令后，读取对应舵机的脉冲宽度，上传给上位机。

（2）PWM 舵机偏差上传

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_PWM_SERVO	3	参数 1：(uint8_t)servo_id 参数 2：(uint8_t)0x05（子命令） 参数 3：(int8_t)舵机偏差	CRC

当接收到读命令后，读取对应舵机的脉冲宽度，上传给上位机。

7、上传语音识别结果：指令名 PACKET_FUNC_ASR，数值 12

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_ASR	5	参数 1：(uint8_t)0xBB 参数 2：(uint8_t)0xCC 参数 3：(uint8_t) 参数 4：(uint8_t) 参数 5：(uint8_t)	CRC

常用的通信协议例子

准备：

打开串口助手，使用的 type-c 接入 UART2，波特率是 1000000，选择 HEX（16 进制发送）。

例子：

1. 控制蜂鸣器鸣响 5 次，以 1400Hz 频率，每次鸣 100ms 停 100ms：

AA 55 02 08 78 05 64 00 64 00 05 00 F0

2. 控制蜂鸣器鸣响 10 次，以 1000Hz 频率，每次鸣 500ms 停 300ms：

AA 55 02 08 E8 03 F4 01 2C 01 0A 00 8B

3. 控制 LED 灯闪烁 10 次，每次亮 500ms 灭 300ms：

AA 55 01 07 01 F4 01 2C 01 0A 00 04

4. 控制 LED 灯闪烁 5 次，每次亮 100ms 灭 100ms：

AA 55 01 07 01 64 00 64 00 05 00 37

5. 单个电机控制运动：控制电机 1 以-1r/s 速度转动：

AA 55 03 06 00 01 00 00 80 BF DA

6. 控制电机 1 停止：

AA 55 03 02 02 01 08

7. 控制电机 1 和电机 2 分别以 -1r/s、2r/s 的速度转动：

AA 55 03 0C 01 02 01 00 00 80 BF 02 00 00 00 40 FB

8. 控制 0 号、2 号电机停止：

AA 55 03 02 03 05 AD

9. 控制舵机 1 和舵机 2 分别转到 90°、180°，分别对应脉宽为 1500、2500，用时 2s：

AA 55 04 0A 01 D0 07 02 01 DC 05 02 C4 09 C8

10. 控制 PWM 舵机 1 运动到 1000 位置：

AA 55 04 06 03 e8 03 01 e8 03 e4

11. 设置 PWM 舵机偏差 ：设置舵机 2 的偏差为+10：

AA 55 03 03 07 02 0A 53

12. 控制总线舵机转动：控制总线舵机的 1 号、2 号舵机分别转到 200°、240°,对应的脉宽为 833、1000，用时 1s：

AA 55 05 0A 01 E8 03 02 01 41 03 02 E8 03 9F

13. 控制总线舵机转动：控制总线舵机的 1 号、2 号舵机都转到 0°,对应的脉宽为 0，用时 1s：

AA 55 05 0A 01 E8 03 02 01 00 00 02 00 00 D2

14. 控制 ID 为 1 的总线舵机掉电：

AA 55 05 02 0B 01 B3

15. 控制 ID 为 1 的总线舵机上电：

AA 55 05 02 0C 01 DD

16. 将 ID 为 1 的总线舵机 ID 号更改为 2：

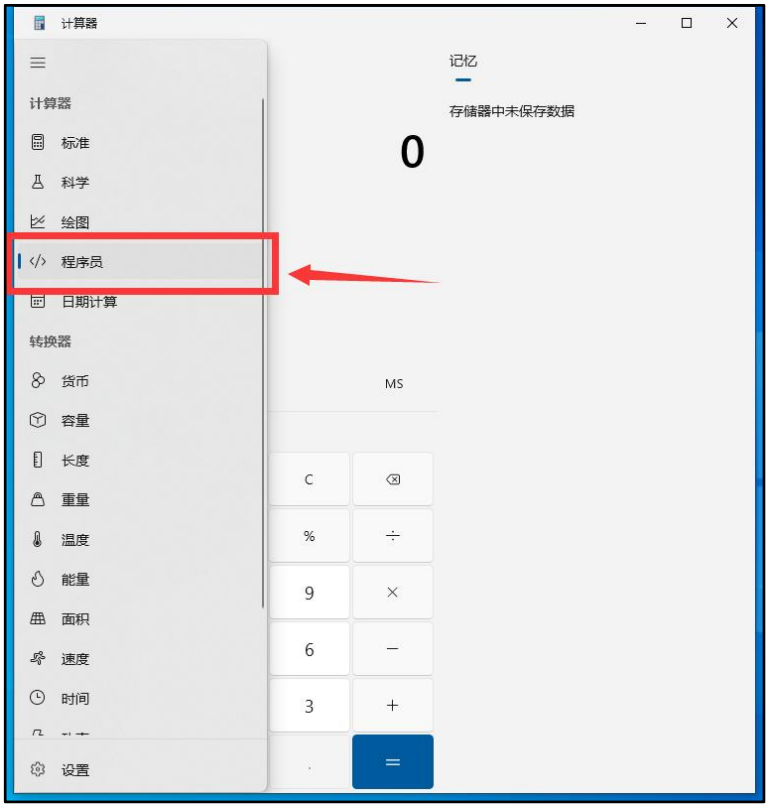
AA 55 05 03 10 01 02 68

拓展 1—使用计算器工具进制转换

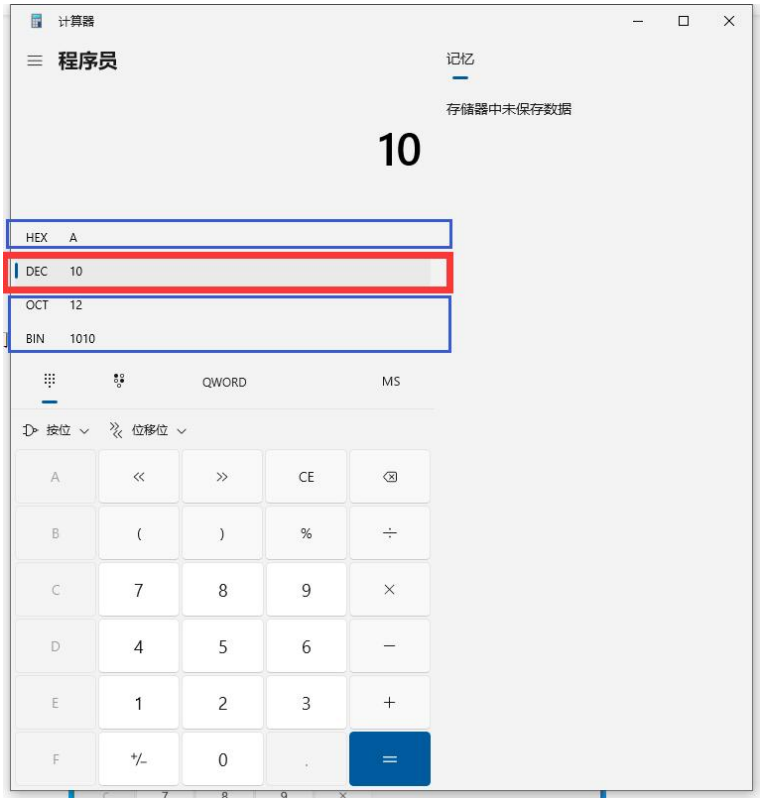
使用 win 系统的计算器进行进制转换

①：打开《开始》，搜索《计算器》，打开计算器。

②：点击左上角的《打开导航》，选择《程序员》。



③：有四种进制可选。选中其中一个进制，输入数值，另外三个进制数就会显示出来。



拓展 2-CRC 码的计算方法

1. 简介

我们在串口指令的校验，选择了 CRC-Maxim 算法。CRC8-Maxim 是一种循环冗余检查（CRC）算法，用于数据完整性校验。CRC8-Maxim 是一种 8 位 CRC 算法，由 Maxim Integrated（现在是 Analog Devices 的一部分）提出。它用于检测数据传输或存储过程中的错误。

算法基本特点包括：

① 多项式：CRC8-Maxim 使用的是多项式 $x^8 + x^5 + x^4 + 1$，它在二进制中表示为 0x31。这个多项式定义了如何生成 CRC 值。

② 初始化值：初始值通常为 0xFF。

③ 输入数据处理：数据在计算 CRC 时会逐字节处理，每个字节都参与 CRC 计算。

④ 异或操作：计算过程中涉及到的关键操作是异或（XOR），这是 CRC 计算中的核心操作之一。

⑤ 输出反转：CRC8-Maxim 的计算结果在最终输出时通常需要进行位反转（bitwise inversion）。

2. 操作流程及示例

我们在此处为您提供了两种计算 CRC8-Maxim 校验码的方法；

方法 1：借助互联网的在线 CRC 计算器计算（下文有详细介绍）

方法 2：代码实现计算（此处不展开）

推荐使用方法 1，若您需要进行批量化、自动化测试，也可以查看方法 2 的 CRC8_MAXIM.c 提供的 C 语言实现 DEMO，封装到您的脚本中。

步骤 1：计算串口指令数据

我们先求取想要实现的指令的帧头、功能码、数据长度、参数信息。以“控制四路电机，以-1 的速度转动”为例子：

帧头	功能码	数据长度	参数	校验
0xAA 0x55	PACKET_FUNC_MOTOR	5N+2	参数 1：（uint8_t）0x01（子命令） 参数 2：（uint8_t）电机数量 参数 3：（uint8_t）motor_id_1 参数 4：（float）speed _1 • • • • • • 参数 2N+1：（uint8_t）motor_id_N 参数 2N+2：（float）speed _N （格式参考参数 3、4）	CRC

功能码：PACKET_FUNC_MOTOR=0x03

数据长度：（参数的字节数）我们要同时控制 4 路电机，N=4，5N+2=22，换算成十六

进制：0x16

参数：参数 1：0x01

参数 2：0x04(四个电机)

参数 3：0x00(第 1 个电机 id)

参数 4：0x00 0x00 0x80 0xBF（-1）

参数 5：0x01(第 2 个电机 id)

参数 6：0x00 0x00 0x80 0xBF（-1）

参数 7：0x02(第 3 个电机 id)

参数 8：0x00 0x00 0x80 0xBF（-1）

参数 9：0x03(第 4 个电机 id)

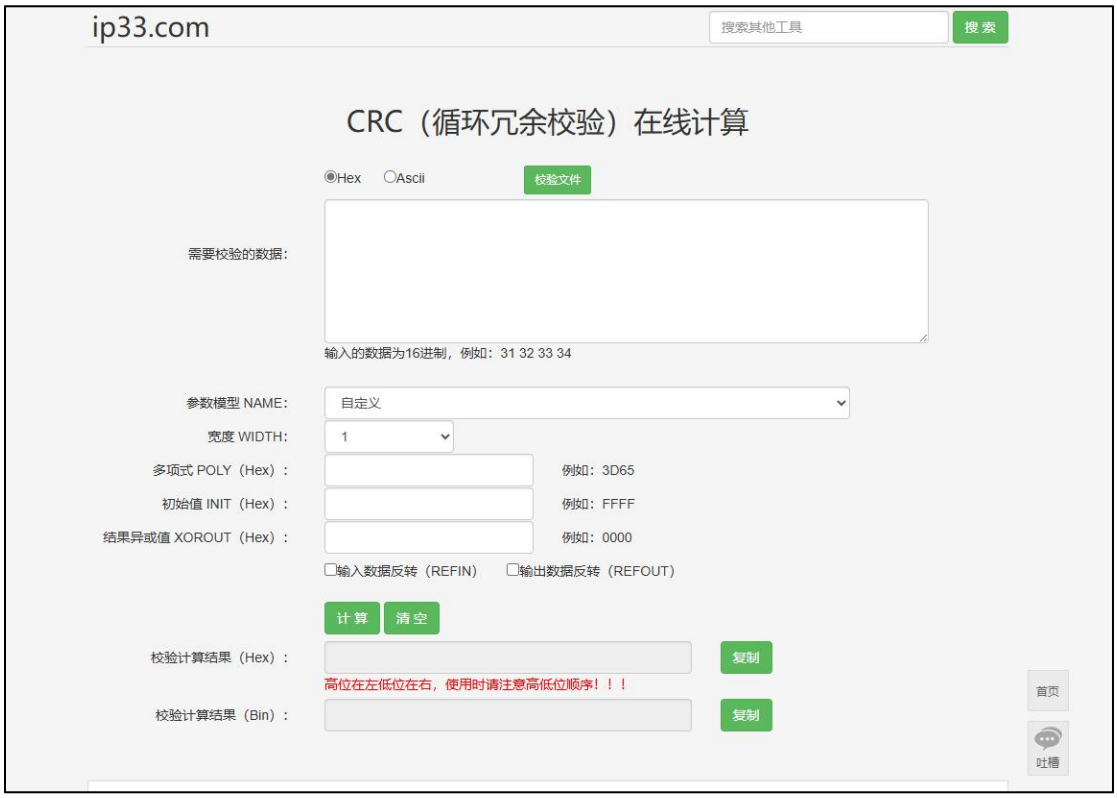
参数 10：0x00 0x00 0x80 0xBF（-1）

最后，帧尾的 CRC 校验码与功能码、数据长度、参数三部分的信息有关，这就是我们需要校验的数据，我们将其摘取出来进行下一步计算：

03 16 01 04 00 00 00 80 BF 01 00 00 80 BF 02 00 00 80 BF 03 00 00 80 BF

步骤 2：计算 CRC 校验码

1）您可以点击此处超链接访问 CRC（循环冗余校验）在线计算 ip33.com，也可以浏览器访问网址：http://www.ip33.com/crc.html，进入到在线 CRC 计算器。



2)　选择输入的编码格式为 HEX，将需要校验的数据粘贴在“需要校验的数据”输入框中，选择“参数模型”为“CRC-8/MAXIM”，之后点击计算即可得到 CRC 校验码输出。