

BDFLY 通信协议										
定义	包头	包长	包序号	发送方	接收方	控制段-包信息	控制段-命令	数据段 (可选)	CRC-16/XMODEM (高位在前)	
偏移	0	1	2	3	4	5	6	N	N+1	N+2
范围	0xA5	0-0xFF	0-0xFF	0x01-0xFF	0x00-0xFF	0x00-0xFF	0x00-0xFF	0x00-0xFF	0x0000-0xFFFF	

地址分配		
0x00	广播包	固定, 且仅能用于接收方
0x01	1号电调	1-64是灵活分配地址
0x02	2号电调	
...	...	
0x0F	16号电调	
...	...	
0xFD	CANHUB	固定
0xFE	USBLINK	
0xFF	调参软件	

包信息	bit0	包类型	0 = 请求包; 1 = 应答包;
	bit1	ACK需求	0 = 需要ACK; 1 = 不需要ACK;
	bit2	保留	
	bit3	保留	
	bit4	保留	
	bit5	保留	
	bit6	协议版本	当前协议版本为: 0x00
bit7			

例子		
PING	发送	A5 09 00 FF 00 00 01 AF C8
	应答	A5 0B 00 01 FF 03 01 01 FF 27 0F
获取版本	发送	A5 09 00 FF 01 00 02 A8 9B
	应答	A5 2B 00 01 FF 03 02 46 31 38 31 35 30 53 31 2E 31 00 00 00 00 00 00 43 35 41 42 50 42 30 30 32 55 02 01 00 00 01 01 FF 03 03 E7

计算方法 (初始值为0)

```
uint16_t crc16_xmodem_calc(uint16_t init_value, const void *buf, uint32_t len)
{
    uint32_t i;
    uint16_t crc16 = init_value;
    uint8_t* src = (uint8_t*)buf;

    for (i = 0; i < len; i++)
    {
        crc16 = crc16_table[((crc16 >> 8) ^ *src++)] ^ (crc16 << 8);
    }

    return crc16;
}
```

crc16-xmodem计算表

```
static const uint16_t crc16_table[256] =
{
    0x0000, 0x1021, 0x2042, 0x3063, 0x4084, 0x50a5, 0x60c6, 0x70e7,
    0x8108, 0x9129, 0xa14a, 0xb16b, 0xc18c, 0xd1ad, 0xe1ce, 0xf1ef,
    0x1231, 0x0210, 0x3273, 0x2252, 0x52b5, 0x4294, 0x72f7, 0x62d6,
    0x9339, 0x8318, 0xb37b, 0xa35a, 0xd3bd, 0xc39c, 0xf3ff, 0xe3de,
    0x2462, 0x3443, 0x0420, 0x1401, 0x64e6, 0x74c7, 0x44a4, 0x5485,
    0xa56a, 0xb54b, 0x8528, 0x9509, 0xe5ee, 0xf5cf, 0xc5ac, 0xd58d,
    0x3653, 0x2672, 0x1611, 0x0630, 0x76d7, 0x66f6, 0x5695, 0x46b4,
    0xb75b, 0xa77a, 0x9719, 0x8738, 0xf7df, 0xe7fe, 0xd79d, 0xc7bc,
    0x48c4, 0x58e5, 0x6886, 0x78a7, 0x0840, 0x1861, 0x2802, 0x3823,
    0xc9cc, 0xd9ed, 0xe98e, 0xf9af, 0x8948, 0x9969, 0xa90a, 0xb92b,
    0x5af5, 0x4ad4, 0x7ab7, 0x6a96, 0x1a71, 0x0a50, 0x3a33, 0x2a12,
    0xdbfd, 0xcdbd, 0xfbbf, 0xeb9e, 0x9b79, 0x8b58, 0xbb3b, 0xab1a,
    0x6ca6, 0x7c87, 0x4ce4, 0x5cc5, 0x2c22, 0x3c03, 0x0c60, 0x1c41,
    0xedae, 0xfd8f, 0xcdcc, 0xdad2, 0xbd0b, 0x8d68, 0x9d49,
    0x7e97, 0x6eb6, 0x5ed5, 0x4ef4, 0x3e13, 0x2e32, 0x1e51, 0x0e70,
    0xff9f, 0xefbe, 0xdfdd, 0xcffc, 0xbf1b, 0xaf3a, 0x9f59, 0x8f78,
    0x9188, 0x81a9, 0xb1ca, 0xa1eb, 0xd10c, 0xc12d, 0xf14e, 0xe16f,
    0x1080, 0x00a1, 0x30c2, 0x20e3, 0x5004, 0x4025, 0x7046, 0x6067,
    0x83b9, 0x9398, 0xa3fb, 0xb3da, 0xc33d, 0xd31c, 0xe37f, 0xf35e,
    0x02b1, 0x1290, 0x22f3, 0x32d2, 0x4235, 0x5214, 0x6277, 0x7256,
    0xb5ea, 0xa5cb, 0x95a8, 0x8589, 0xf56e, 0xe54f, 0xd52c, 0xc50d,
    0x34e2, 0x24c3, 0x14a0, 0x0481, 0x7466, 0x6447, 0x5424, 0x4405,
    0xa7db, 0xb7fa, 0x8799, 0x9778, 0xe75f, 0xf77e, 0xc71d, 0xd73c,
    0x26d3, 0x36f2, 0x0691, 0x16b0, 0x6657, 0x7676, 0x4615, 0x5634,
    0xd94c, 0xc96d, 0xf90e, 0xe92f, 0x99c8, 0x89e9, 0xb98a, 0xa9ab,
    0x5844, 0x4865, 0x7806, 0x6827, 0x18c0, 0x08e1, 0x3882, 0x28a3,
    0xcb7d, 0xdb5c, 0xeb3f, 0xfb1e, 0x8bf9, 0x9bd8, 0xabbb, 0xbb9a,
    0x4a75, 0x5a54, 0x6a37, 0x7a16, 0x0af1, 0x1ad0, 0x2ab3, 0x3a92,
    0xfd2e, 0xed0f, 0xdd6c, 0xcd4d, 0xbdaa, 0xad8b, 0x9de8, 0x8dc9,
    0x7c26, 0x6c07, 0x5c64, 0x4c45, 0x3ca2, 0x2c83, 0x1ce0, 0x0cc1,
    0xef1f, 0xff3e, 0xcfd5, 0xdf7c, 0xaf9b, 0xbfba, 0x8fd9, 0x9ff8,
    0x6e17, 0x7e36, 0x4e55, 0x5e74, 0x2e93, 0x3eb2, 0x0ed1, 0x1ef0,
};
```

此协议为所有产品共有协议，私有协议尽量不要占用						
请求数据包					应答数据包	补充
作用域	命令	描述	数据段	等待Ack	数据段	
通用协议						
APP/LOADER	0x01	Ping	无	Y	[0] 运行模式 0x00: Loader 模式 0x01: App模式 [1] 通信支持最大包长1~255	用于检测设备是否在线，若不知道对方的地址，接收方地址可以设为 0xFF，接收方需响应
APP/LOADER	0x02	获取设备信息	无	Y	[0..15] hardware version [16..25] SN,10 bytes [26..29] loader version [30..33] app version	
LOADER	0x03	修改设备地址	[0] 新地址: 0x01~0x40	Y	0x00 成功 0x01 失败	修改后立即生效，且自动保存；
APP/LOADER	0x04	升级：进入loader模式	[0..3] Key LSB	Y	0x00 成功，即将跳转 0x01 当前不允许跳转	Key = 0x1A,2B,3C,4D KEY仅用于防止意外进入loader
LOADER	0x05	升级：升级准备	[0] 文件主类型 0x0: BootLoader 0x1: App (默认) 0x2: Data [1]文件子类型/编号 [2..5] 文件大小: LSB bytes [6..7] 文件包总数 LSB	Y	0x00 成功 0x01 失败 0x02 设备空间不足	默认情况下，仅Loader模式下支持此命令 准备工作（如擦除对应区域）完成后，再应答 文件包总数：即将下发的文件包总数 文件大小：即将下发的文件大小 (bytes) 文件类型：下发的文件类型 为配合后面的文件写入指令的包连续性监测，此指令的包序号需要是0xFF
LOADER	0x06	升级：文件写入	[0..n] 加密后的文件	Y	0x00 成功 0x01 失败	默认情况下，仅Loader模式下支持此命令 第一包的Index=0，随后递增 若失败或包不连续，需要重新走升级流程
LOADER	0x07	升级：文件校验	[0..1] CRC-16校验和 LSB	Y	0x00 校验成功 0x01 校验失败	校验文件完整性
LOADER	0x08	升级：退出loader模式	无	Y	0x00 成功，即将跳转App 0x01 无法退出	Loader模式：若App异常，继续停留Loader模式并返回失败 APP模式：不响应或返回成功
APP/LOADER	0x09	重启设备	[0..3] Key LSB	Y	0x00 成功，即将重启 0x01 当前不允许重启	Key = 0xA7,2E,F8,5D
LOADER	0x0A	写入用户数据	[0..15] 用户数据	Y	0x00 成功 0x01 失败	一次性写入无法擦除
APP/LOADER	0x0B	读取用户数据	无	Y	16Byte用户数据	

		范围: 0x10-0xDF								
此协议为FOC私有协议										
请求数据包										
响应广播地址	命令	描述	数据段	等待Ack	应答数据包	补充				
					数据段					
读取协议										
获取	N	0x10	获取状态1	NA	Y	[0]Status: [bit7]错误标志 置“1”为电调有错误, 但可继续运行 [bit6-0]运行状态 0x00: 初始化 0x01: 硬件自检 0x02: 互锁自检 0x03: STOP 0x04: RAMP_UP 0x05: SPIN 0x06: RAMP_DOWN 0x07: 硬件错误 [1-2]uint16_t PPM received 捕获到的PPM脉宽 (0.1us) [3-5]int24_t RPM target 目标转速 (0.1RPM) [6-8]int24_t RPM 当前转速 (0.1RPM) [9-10]uint16_t Vbus 母线电压 (0.01V) [11-12]int16_t Ibus 母线电流 (0.1A) [13-14]uint16_t Vs 调制比 (0~100.0%) [15-16]uint16_t Is 电机线电流 (0.1A) [17-18]int16_t Tmos MOS管附近温度 (0.1°C) [19-20]int16_t Tcap 电容附近温度 (0.1°C) [21-22]int16_t MCU 核心温度 (0.1°C) [23]uint8_t Load status 0x00 空载模式 0x01 带载模式 [24-25]uint16_t 加速度 (0.01KRPM/S) [26-27]uint16_t PPM错误计数 [28-29]uint16_t 数据通信错误计数				
	N	0x12	获取错误代码	NA	Y	无错误: [0]0x00 有错误: [0-2]错误1、[3-5]错误2....				
	N	0x13	获取电机型号	NA	Y	[0-15]字符串 当前APP所支持的电机型号				
控制功能协议										
控制1 (功能)	Y	0x30	设置动态地址	地址 (范围0x01-0x40, 1-64)	Y/N	[0], 0x00 成功(以新地址返回包) 0x01 失败 (以旧地址返回包)			响应条件(PPM位于400-600uS), 建议命令目标地址使用广播地址	
	N	0x31	动态反转主题色 (重新上电需要重新配置)	NA	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			默认主题色为绿色	
	N	0x32	使能默认自检音 (包含B和123声)	0x00 使能(默认) 0x01 失能	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			掉电储存	
	Y	0x33	控制电机发声	[响度, 音调, 发声时长(10ms), 静音时长(10ms)], [...], [Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			应答包在电机发声完成后返回	
	N	0x34	控制LED	[0] 0x00灭; 0x01红; 0x02绿; 0x03黄;	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			仅在电调正常无报错工作时执行, 如电调出现错误LED操作会覆盖用户控制的LED指令, 错误移除后恢复	
	N	0x35	配置油门曲线 (仅在就绪模式生效, 掉电储存)	[0]0-100; 0=映射转速, 100=映射拉力	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败				
	N	0x36	设置负载模式	[0] 0: 关闭所有模式 1: 恒流模式 2: 恒功率模式 (暂未实现) [1~2] 0: NA 1: int16_t设置电流(0.1A) 2: int16_t设置功率(1W) (暂未实现)	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败				
控制油门协议										
控制2 (油门)	N	0x50	ppm数字油门	[0,1], ppm值, 0.1us	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			在未收到正确PPM数字油门命令1S后, 电调认为PPM数字油门丢失	
	Y	0x51	ppm数字油门(广播)	[0,1], 1#ppm值, 0.1us; [2,3], 2#ppm值, 0.1us....	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			命令使用广播地址作为目标地址, 在未收到正确PPM数字油门命令1S后, 电调认为PPM数字油门丢失	
	N	0x52	rpm数字油门	[转速值]	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败			24byte: 高位... 运转使能(1=使能)、转向(0=default)、转速(0.1rpm)	
	Y	0x53	rpm数字油门(广播)	[转速值]、[转速值]、[转速值]、[转速值]、...	Y/N					
					Y/N					
	Y	0xD0(暂不实现)	上锁/紧急停机(PWM释放, 需主动解锁, 或需重上电)	密码: 0x13, 0x24, 0x35, 0x46	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败				
	Y	0xD1(暂不实现)	解锁	密码: 0x12, 0x23, 0x34, 0x45	Y/N	[0], 0x00 成功 0x01 失败				

