

CKESC UAVCAN Protocol 2.1

2024/10/11

目录

1. 适用范围.....	3
2. 术语	3
3. 参考文档.....	3
4. 协议定义.....	3
4.1. UAVCAN 协议.....	3
4.1.1. 概念.....	3
4.1.2. ID field	3
4.1.3. CAN Payload	5
4.2. CAN 电调工作机制.....	6
4.2.1. 功能.....	6
4.2.2. 总线带宽.....	6
4.3. 数据帧类型列表.....	6
4.3.1. ID 域分配.....	6
4.3.2. 数据帧类型表.....	6
4.4. 数据帧类型说明.....	8
4.4.1. CANTest(20000).....	8
4.4.2. MSGControl(20010)	9
4.4.3. FRAME_MSG_GET_ESC_ID (20013)	9
4.4.4. MSG1(20050)	9
4.4.5. MSG2(20051).....	10
4.4.6. MSG3(20052).....	11
4.4.7. MSG_EXP1(20053).....	11
4.4.8. MSG_EXP2-6(20054-20058).....	11
4.4.9. MSG_EXP7(20059).....	12
4.4.10. MSG_EXP8(20060).....	12
4.4.11. MSG_EXP9(20061).....	12
4.4.12. MSG_EXP10(20062).....	13
4.4.13. MSG_EXP11(20063).....	13
4.4.14. MSG_EXP12(20064).....	13
4.4.15. RawCommand_14b(20100).....	14
4.4.16. RawCommand_12b(20101)	14
4.4.17. RawCommand_10b(20102).....	15
4.4.18. Set Id(210).....	16
4.4.19. Set Baud(211)	16
4.4.20. Set Led(212)	17
4.4.21. Set Rotation(213)	18
4.4.22. Set/Get Freq(214)	18
4.4.23. Throttle Select(215)	19
4.4.24. Self Test(216)	19
4.4.25. Expand Set Part(222).....	20
4.4.26. ESC Information(240)	21
4.4.27. Maintance Information(241).....	21
4.4.28. Get Major Configuration(242).....	22

1. 适用范围

- 1: 本文主要描述了电调（ESC）与外部设备通讯的协议。
- 2: 部分功能只用于配置有相应硬件的 ESC 上。

2. 术语

表 2-1 文档术语

术语	解释说明
ESC	electric speed controller 电子调速器
CAN	Controller Area Network 控制器局域网同时是一种通讯协议。

3. 参考文档

《CANBUS 规范 v2.0+中文版.pdf》

4. 协议定义

4.1. UAVCAN 协议

UAVCAN 协议基于标准 CANBus 2.0B 协议，基于 29bit 的扩展帧数据帧, SamplePoint 87.5%。

4.1.1. 概念

- 1: Message 帧 - 是广播帧，所有的节点都能够接收到此消息。
- 2: Service 帧 - 是非广播帧，指定节点 ID，节点发服务请求的时候要求有服务应答。

4.1.2. ID field

在 UAVCAN 协议中，我们只用到了 CANBus 中定义的数据帧，所有的数据通过数据帧来传输；我们将数据帧定义成以下格式：

Message frame

Field name	Priority					Message type ID												Service not message											
	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CAN ID bits	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Allowed values																		0	1...127										
CAN ID bytes	3					2						1						0											

Anonymous message frame

Field name	Priority					Discriminator										Lower bits of message type ID		Service not message											
	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CAN ID bits	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Allowed values																		0	0										
CAN ID bytes	3					2						1						0											

Service frame

Field name	Priority					Service type ID						Request not response					Service not message												
	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CAN ID bits	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Allowed values												1...127					1	1...127											
CAN ID bytes	3					2						1					0												

针对于 ESC 的 CAN 总线通讯应用，目前只用到了 Message frame 和 Service frame，因此下文不会涉及到 Anonymous message frame 的解释。

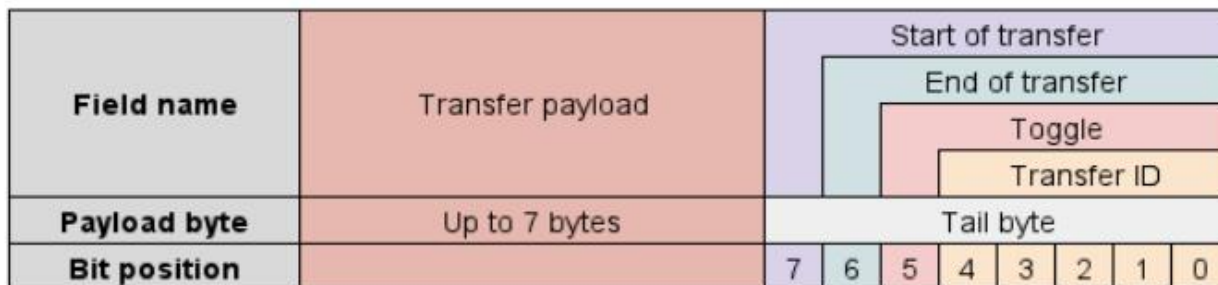
位定义名词解释

位定义	解释说明		
Priority	1: Priority 表示 CAN 数据帧优先级。	优先级	数值
	2: 优先级数值范围为 0~31。	HIGHEST	0x00
	3: 优先级最高为 0，最低为 31。	HIGH	0x08
	4: HW-UAVCAN 定义优先级如右表格。	MEDIUM	0x10
		LOW	0x18
	LOWEST	0x1F	
Message type ID	Message type ID 的范围从 0~65535,包含 0 和 65535。		
Service not message	表示该数据帧的类型	0	表示数据帧为 Message 帧
		1	表示数据帧为 Service 帧
Request not response	表示该数据帧是请求帧或是应答帧	0	表示该帧是 Response 应答帧
		1	表示该帧是 Request 请求帧
Node ID	1: Node ID 由 7bit 组成，其中 0 是保留 ID，代表一个未知的节点。 2: Node ID 取值为 1-127，包含 1-127，其中 126, 127 是保留 ID。 3: Node ID 分为 Source Node ID 和 Destination Node ID。 4: Source Node ID 表示节点自身的 ID。 5: Destination Node ID 表示对方的节点 ID。 6: 只有 Service 帧才会有 Destination Node ID，需要应答。		

4.1.3. CAN Payload

CANBus2.0B 规定 CAN 总线传输每一帧数据最多 8Byte, UAVCAN 协议规定, 将 8Byte Payload 划分为两部分, 包含 Transfer Payload 与 Tail byte, 如下图所示:

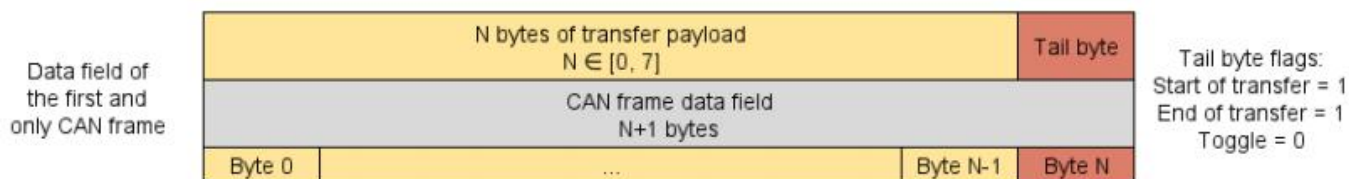
CAN payload



有些数据包有效数据可能会超过 7Byte, UAVCAN 协议规定, 不超过 7Byte 数据帧采用 Single frame Transfer 格式传输, 超过 7Byte 数据帧采用 Multi frame Transfer 格式传输(本文协议全部单帧实现, 故不对多帧进行详细说明), 以下是对 Single frame Transfer 的定义。

Single frame Transfer: 单帧传输用来处理传输的数据不超过 7 个字节的数据流。

Single frame transfer



名词解释

名词	解释说明
数据帧	1: CAN 单次能够发送的数据流, 最多可传输 8 个字节。
数据包	1: 一包数据可能包含多个数据帧, 帧数由传输的数据量决定。
Transfer Payload	1: 每帧数据帧传输的有效数据, 0~7 字节。
Tail byte	1: 每帧数据帧中 Payload 最后一个字节, 附加的协议层字段信息。
Start of transfer	1: 对于 Single frame transfer, start of transfer 位永远为 1。 2: 对于 Multi frame transfer, 如果当前帧是数据包的首帧, 该位为 1, 否则为 0。
End of transfer	1: 对于 Single frame transfer, End of transfer 这一 bit 位永远为 1。 2: 对于 Multi frame transfer, 如果当前帧是数据包的最后一帧, 该位为 1, 否则为 0。
Toggle bit	1: 对于 Single frame transfer, Toggle bit 这一位永远为 0。 2: 对于 Multi frame transfer, 数据包的首帧该位为 0, 此后每发一帧该位翻转一次。
Transfer ID	1: 数值范围 0~31。 2: 对于相同 Data Type ID 的数据, 每发送一包数据, Transfer ID 加 1, 0~31 循环累加。 3: 对于同一包数据中的多个数据帧, 该值不变。

4.2. CAN 电调工作机制

所有 ESC 用 CAN 总线连接，连接方式常用 T 型拓补与星型拓补；输入油门可以使用 PWM 模拟油门或者使用 CAN 数字油门，可设值 PWM 油门和 CAN 油门哪个优先使用，如设置 PWM 油门优先，则优先使用 PWM 油门，当 PWM 油门异常但 CAN 油门正常，则自动切换到 CAN 油门。

4.2.1. 功能

- 电调上电自动自检，发送自检查询命令可查询自检状态。
- 支持电调节点 ID 设置。
- 支持 CAN 总线速率设置。
- 数据上报速率可调节。
- 其它功能视具体电调型号而定。
- 模拟数字双油门输入

4.2.2. 总线带宽

UAVCAN 支持多种总线速率设置，可根据实际设备数目情况以及线材设置对应速率，最高 1MHz。

4.3. 数据帧类型列表

4.3.1. ID 域分配

广播帧 ID 值使用 UAVCAN 中定义的供应商使用 ID 区域[20000, 21000)。

服务帧 ID 值使用 UAVCAN 中定义的供应商使用 ID 区域[200, 256)。

4.3.2. 数据帧类型表

广播帧类型列表				
域类型	帧类型	帧 ID	优先级	数据帧描述说明
测试消息 [20000, 20010)	Can Test	0x4E20 (20000)	LOWEST	ESC 定时发送到 CAN 总线的累加计数数据帧，默认关闭。
电调全局命令 [20010, 20050)	MSG Control	0x4E2A (20010)	MEDIUM	电调全体调整命令，临时禁止/恢复数据上报
	FRAME_MSG_ GET_ESC_ID	0x4E2D (20013)	MEDIUM	查询 ESC ID 及油门通道
无刷动力消息 [20050, 20100)	MSG1	0x4E52 (20050)	LOWEST	ESC 上报当前电调转速、油门、状态数据 (可以关闭该上报数据, 代之以 MSG_EXP 数据)
	MSG2	0x4E53 (20051)	LOWEST	ESC 上报当前电调电压、电流、温度数据 (可以关闭该上报数据, 代之以 MSG_EXP 数据)

	MSG3	0x4E54 (20052)	LOWEST	ESC 上报当前电调附加数据(温度) (可以关闭该上报数据, 代之以 MSG_EXP 数据)
	MSG_EXP1	20053	LOWEST	电机转速, 电源电压, 工作电流, MOS 温度
	MSG_EXP2	20054	LOWEST	调试信息
	MSG_EXP3	20055	LOWEST	调试信息
	MSG_EXP4	20056	LOWEST	调试信息
	MSG_EXP5	20057	LOWEST	调试信息
	MSG_EXP6	20058	LOWEST	调试信息
	MSG_EXP7	20059	LOWEST	设置参数信息
	MSG_EXP8	20060	LOWEST	ESC 运行信息, 上电次数, 启动次数, 正常停机次数
	MSG_EXP9	20061	LOWEST	ESC 运行信息, 累计工作时间, 故障码 1
	MSG_EXP10	20062	LOWEST	ESC 运行信息, 本次工作时间, 故障码 2
	MSG_EXP11	20063	LOWEST	Mos 温度, MCU 温度, 电容温度, 电机温度(保留)
MSG_EXP12	20064	LOWEST	温度记录(发送回读记录命令后只上报一次)	
无刷动力命令 [20100, 20150)	14bit Throttle Command	0x4E84 (20100)	HIGHEST	电调 CAN 数字油门命令, 四轴单包(不建议采用)
	12bit Throttle Command	0x4E85 (20101)	HIGHEST	电调 CAN 数字油门命令, 多轴单/多包(建议采用)
	10bit Throttle Command	0x4E86 (20102)	HIGHEST	电调 CAN 数字油门命令, 6 轴单包(Tail 字节扩展协议)

服务帧类型列表				
域类型	帧类型	帧 ID	优先级	数据帧描述说明
供应商命令 [200, 210)				保留
电调配置 [210, 240)	Set ID	0xD2 (210)	MEDIUM	设置 ESC ID(伪服务帧, ESC 上电 120 秒内有效)
	Set Baud	0xD3 (211)	MEDIUM	设置 CAN 总线速率(ESC 上电 120 秒内有效)
	Set Led	0xD4 (212)	LOW	设置 LED 灯颜色
	Set Rotor Direction	0xD5 (213)	LOW	设置电机转向
	Set Freq	0xD6 (214)	MEDIUM	设置 MSG1 / MSG2 / MSG3 数据上报频率
	Throttle	0xD7	MEDIUM	油门的信号源选择: PWM 油门或 PWM + CAN 油门

	Select	(215)		
	Self Test	0xD8 (216)	LOWEST	自检命令
	Expand Set cmd	222	MEDIUM	扩展设置
	Get Rec cmd	223	MEDIUM	获取温度记录
	Clear Rec cmd	224	MEDIUM	清除温度记录(保留功能)
电调信息 [240, 250)	ESC Information	0xF0 (240)		获取电调版本信息
	Maintance Information	0xF1 (241)		获取运行记录
	Get Major Configuration	0xF2 (242)		读取主要配置信息
其它 [250, 256)				保留

4.4. 数据帧类型说明

4.4.1. CAN Test(20000)

CAN Test 发送帧

CAN frame	Option	Count	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1~4]	payload[5]

CAN Test 应答帧

CAN frame	Option	Count	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1~4]	payload[5]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Option	uint8	0x00: 节点 ESC 开启总线测试模式后定时上报使用该值
		0xAA: 开启节点 ESC 总线测试模式
		0x55: 关闭节点 ESC 总线测试模式
Count	uint32	发送帧: 0x00000000~0xFFFFFFFF 任意值
		应答帧: 从 ESC 当前内部 Count 开始, 每发一帧加 1

说明:

- 1: CAN Test 是总线通讯质量测试命令, 广播帧, 用户可在此模式下测试实际 CAN 总线通讯质量。
- 2: CAN Test 模式开启后, ESC 关闭其它数据的主动上报, 单独连续发送 CAN Test 数据帧, 数据帧包含 32bit 的累加计数 Count, 0~0xFFFFFFFF, 循环累计。
- 3: CAN Test 模式开启后, 发送关闭 CAN Test 模式, ESC 恢复开启 CAN Test 模式之前状态。
- 4: CAN Test 模式开启后, 仅仅本次有效, 掉电丢失, ESC 重新上电后默认关闭;

4.4.2. MSG Control(20010)

MSG Control 发送帧

CAN frame	Option	Count	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1~4]	payload[5]

MSG Control 应答帧

CAN frame	Option	Count	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1~4]	payload[5]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Command (Option=0)	uint32	0x00000000: 电调收到命令后的应答包
		0x55555555: 暂时关闭主动数据上报
		0xAAAAAAAA: 立即恢复主动数据上报 (MSG1, MSG2, MSG3)
		0xEEEEEEEE: 立即恢复主动数据上报 (MSGEXP1~MSGEXP12)

说明:

- 1: MSG Control 是暂停/恢复主动数据上报指令，广播帧。
- 2: 总线上所有电调均响应该指令。
- 3: 暂停主动数据上报指令后，设置 led 灯色 (Set Led) 命令、设置 (查询) 转向 (Set Rotation) 命令、更改参数不生效！只有在恢复主动数据上报指令后，才能进行设置！
- 4: 电调收到命令后会进行应答，应答的时间与当前电调自身 ID 有关(ID%32)，最大应答延迟为 64ms。

4.4.3. FRAME_MSG_GET_ESC_ID (20013)

FRAME_MSG_GET_ESC_ID 发送帧

CAN frame	Option	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

MSG Control 应答帧

CAN frame	ESC node id	Throttle channel	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]

数据帧参数解释

Command (Option=0)	uint8	0x00: 查询 ESC ID 及油门通道
-----------------------	-------	-----------------------

说明:

- 1: FRAME_MSG_GET_ESC_ID 查询电调 ID 及油门通道命令为广播帧。
- 2: 总线上所有电调均响应该指令，所有电调收到该帧后，都将自身的 ESC ID 及油门通道上发。
- 3: 应答数据帧 Option 与发送数据帧 Option 相同
- 4: 电调收到命令后会进行应答，应答的时间与当前电调自身 ID 有关(ID%32)，最大应答延迟为 64ms。

4.4.4. MSG1(20050)

MSG1 数据上报格式

CAN frame	Speed_L	Speed_H	PWM_L	PWM_H	Status_L	Status_H	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Speed	uint16	电机转速 (RPM)
PWM	uint16	0-2000(油门输出 PWM)
Status	uint16	电调运行状态

Status 位域解释

Status							
Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
方向标志 0: CW 1: CCW	油门信号源 0:CAN 油门 1:PWM 油门	通信状态 0: 通信正常 1: 通信异常	1=欠压	1=过压	1=过流	1=过温	运行/停转 0= 停转 1= 运行
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1= 自 检 COM 口 输 入低错误	1=自检 C 相 输出低错误	1=自检 B 相 输出低错误	1=自检 A 相 输出低错误	1=自检 COM 口输入高 错误	1=自检 C 相 输出高错误	1=自检 B 相 输出高错误	1=自检 A 相 输出高错误

说明:

- 1: MSG1 数据是 ESC 主动上报给主节点的数据,有效数据长度为 6Byte。
- 2: 方向标志: 电调上电会将保存的电机转向上报,请确保三相电机接线和该方向标志位一致,因三相电机接线会改变电机转向 0: 正转 1: 反转。
- 3: 通信状态: CAN 油门情况下,ESC 超过 200ms 没有接收到主机指令,则设置通信异常,在通信异常状态下,若收到数据并且数据正确,则恢复通信,清除该标志位。

4.4.5. MSG2(20051)

MSG2 数据上报格式

CAN frame	Voltage_L	Voltage_H	Current_L	Current_H	Temperature	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Voltage	uint16	电调输入电压,两位小数(单位: V)

Current	uint16	母线电流, 两位小数 (单位: A)
Temperature	Uint8	功率 MOS 温度 (单位: °C)

说明:

- 1: MSG2 数据是 ESC 主动上报给主节点的数据, 有效数据长度为 5Byte。
- 2: 用户根据具体使用需求通过 **Set/Get Freq** 调整主动上报速率。

4.4.6. MSG3(20052)

MSG3 数据上报格式

CAN frame	MOS_T	CAP_T	Motor_T	MCU_T	Reserved	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4,5,6]	payload[7]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
MOS_T	Uint8	电调 MOS 温度 (单位: °C)
CAP_T	Uint8	电调电容温度 (单位: °C)
Motor_T	Uint8	电机温度 (单位: °C, 需要配置电机测温传感器)
MCU_T	Uint8	MCU 温度 (单位: °C)

说明:

- 1: MSG3 数据是 ESC 主动上报给主节点的附加数据。
- 2: 用户根据具体使用需求通过 **Set/Get Freq** 调整主动上报速率。

4.4.7. MSG_EXP1(20053)

数据上报格式

CAN frame	Speed_L	Speed_H	Voltage_L	Voltage_H	Current_L	Current_H	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Speed	Uint16	电机转速 (RPM)
Voltage	Uint16	电调输入电压, 两位小数 (单位: V)
Current	Uint16	母线电流, 两位小数 (单位: A)

4.4.8. MSG_EXP2-6(20054-20058)

数据上报格式

CAN frame	Test_1	Test_2	Test_3	Test_4	Test_5	Test_6	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Test_1-7	Uint16	调试数据

4.4.9. MSG_EXP7(20059)

数据上报格式

CAN frame	Set_0	Set_1	Set_2	Set_3	Set_4	Set_5	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Set_0	Uin8	Bit3..0 电机运行方向: 1=正转 2=反转
		Bit7..4 LED 设置 0=全部不亮 1=红色亮 2=绿色亮 3=蓝色亮
Set_1	Uin8	BIT3..0 通信接口 2=PWM_CAN 3=CAN
		BIT7..4 保留
Set_2	Uin8	BIT3..0 主动续流控制 0=关闭 1=开启
		BIT4..4 保留(进角设置 1)
Set_3	Uin8	BIT3..0 保留(进角设置 2)
		BIT4..4 保留(负载类型设置)
Set_4	Uin8	BIT3..0 锁浆设置 0=不开启 1=锁浆力弱 2=锁浆力中 3=锁浆力强
		BIT4..4 启动加速度设置 1-15(值越大启动时间越短)
Set_5	Uin8	BIT3..0 丢失信号保护设置 1-15(值越大, 丢失信号油门降低越快)
		BIT4..4 保留

4.4.10. MSG_EXP8(20060)

数据上报格式

CAN frame	Times1_L	Times1_H	Times2_L	Times2_H	Times3_L	Times3_H	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Times1	Uin16	ESC 上电次数
Times2	Uin16	ESC 启动次数
Times3	Uin16	ESC 停机次数

4.4.11. MSG_EXP9(20061)

数据上报格式

CAN frame	Time_1	Time_2	Time_3	Time_4	Test_1	Test_2	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Time4..1	Uin32	ESC 累计运行时间

Test_2..1	Uint16	ESC 自检故障码 1(0=上电自检正常)
-----------	--------	-----------------------

4.4.12. MSG_EXP10(20062)

数据上报格式

CAN frame	Time_1	Time_2	Time_3	Time_4	Test_1	Test_2	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Time4..1	Uint32	ESC 本次运行时间
Test_2..1	Uint16	ESC 自检故障码 2(0=上电自检正常)

4.4.13. MSG_EXP11(20063)

数据上报格式

CAN frame	MOS_T	MCU_T	CAP_T	Motor_T	res	res	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]	payload[4]	payload[5]	payload[6]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
MOS_T	Uint8	电调 MOS 温度 (单位: °C)
MCU_T	Uint8	MCU 温度 (单位: °C)
CAP_T	Uint8	电调电容温度 (单位: °C)
Motor_T	Uint8	电机温度 (单位: °C, 需要配置电机测温传感器)
res	Uint8	保留

4.4.14. MSG_EXP12(20064)

数据上报格式

CAN frame	Byte_0	Byte_1	Byte_2	Byte_3	Byte_4	Byte_5	Byte_6	Byte_7
29bit message frame	T_MAX	TIMES_L	TIMES_H	TIME1	TIME2	TIME3	TIME4	Tail byte

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述	
T_MAX	Uint8	记录温度最大值	
TIMES	Uint16	记录温度最大值时的运行次数	
TIME4..1	Uint32	记录温度最大值时的运行时间	
Tail byte	Uint8	参数	
		0XC1	当前帧为 MCU 最高温度记录
		0XC2	当前帧为 MOS 最高温度记录
		0XC3	当前帧为 CAP 最高温度记录
		0XC4	当前帧为 MOTOR 最高温度记录

		0XC5	保留
--	--	------	----

4.4.15. RawCommand_14b(20100)

RawCommand 发送帧（四轴单帧，14*4=56bit=7Byte 有效字节）

CAN frame	Throttle Data[0-6]	Tail byte
29bit message frame	payload[0-6]	payload[7]

说明：

- 1: RawCommand_14b 发送油门的命令，为广播帧不需要应答，总线上所有 ESC 同时接收解析。
- 2: 每个油门通道占用 14bit，数值范围 0-16383，但实际使用油门范围为 0-2000。
- 3: RawCommand_14b 数据发送格式解析（以四轴为例）：

payload[6]	payload[5]	payload[4]	payload[3]	payload[2]	payload[1]	payload[0]
XXXXXXXX	XXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX:第 1 通道, XXXXXXXXXXXXXXX:第 2 通道, XXXXXXXXXXXXXXX:第 3 通道, XXXXXXXXXXXXXXX:第 4 通道

- a: 假设我们需要向四个通道发送数值为 1000(0x03E8)的数字油门
待发数据(HEX): {3E8, 3E8, 3E8, 3E8}
内存格式(HEX): [E8, 03, E8, 03, E8, 03, E8, 03]
内存格式(BIN): [11101000, 00000011, 11101000, 00000011, 11101000, 00000011, 11101000, 00000011]
 - b: 油门发送时将原 16Bit 转换为 14Bit 的油门数据(去掉原 16bit 数据最高 2bit)
原 16Bit 数据:
HEX: [0xE8 0x03 0xE8 0x03 0xE8 0x03 0xE8 0x03]
BIN: [1110_1000_0000_0011_1110_1000_0000_0011_1110_1000_0000_0011_1110_1000_0000_0011]
转换为 14Bit 数据(去掉原数据高字节最高 2bit, 如红色标记部分):
HEX: [1110_1000_0000_1111_1010_0000_0011_1110_1000_0000_1111_1010_0000_0011]
BIN: [0xE8 0x0F 0xA0 0x3E 0x80 0xFA 0x03]
发送数字油门数据:
Throttle Data[0-6]={ 0xE8, 0x0F, 0xA0, 0x3E, 0x80, 0xFA, 0x03}
- 4: 该帧仅适用于四轴, 油门通道固定为 1-4, 不建议使用。

4.4.16. RawCommand_12b(20101)

多轴 发送帧（多轴多帧，7Byte 有效字节，6 字节油门数据+1 字节油门通道组 ID）

CAN frame	Throttle Data[0-5]	Throttle Channel group ID	Tail byte
29bit message frame	payload[0-5]	payload[6]	payload[7]

说明：

- 1: RawCommand_12b 发送油门的命令，为广播帧不需要应答，总线上所有 ESC 同时接收解析。

- 2: 每个油门通道占用 12bit, 数值范围 0-4095, 但实际使用油门范围为 0-2000。
- 3: 根据油门通道组 ID 选择 实际油门通道。ID 范围 1-5, 可以最多控制 20 个 ESC 油门, 对应的油门通道为 ID*4-3, ID*4-2, ID*4-1, ID*4, 例如 ID=1, 则输出油门通道为 1, 2, 3, 4, ID=2, 则输出油门通道为 5, 6, 7, 8。
- 4: RawCommand_12b 数据发送格式解析

payload[6]	payload[5]	payload[4]	payload[3]	payload[2]	payload[1]	payload[0]
组 ID (1-5)	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

XXXXXXXXXXXX:第 1 通道, XXXXXXXXXXXX:第 2 通道, XXXXXXXXXXXX:第 3 通道, XXXXXXXXXXXX:第 4 通道

- payload[0]: 油门通道组内第 1 个油门通道的油门输出低 8 位。
- payload[1]: 油门通道组内第 2 个油门通道的油门输出低 4 位+油门通道组内第 1 个油门通道的油门输出高 4 位。
- payload[2]: 油门通道组内第 2 个油门通道的油门输出高 8 位。
- payload[3]: 油门通道组内第 3 个油门通道的油门输出低 8 位。
- payload[4]: 油门通道组内第 4 个油门通道的油门输出低 4 位+油门通道组内第 3 个油门通道的油门输出高 4 位。
- payload[5]: 油门通道组内第 4 个油门通道的油门输出高 8 位。
- payload[6]: 油门通道组 ID (1-5)

六轴示范帧:

payload[6]	payload[5]	payload[4]	payload[3]	payload[2]	payload[1]	payload[0]
1	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

payload[6]	payload[5]	payload[4]	payload[3]	payload[2]	payload[1]	payload[0]
2	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

XXXXXXXXXXXX:第 1 通道, XXXXXXXXXXXX:第 2 通道, XXXXXXXXXXXX:第 3 通道, XXXXXXXXXXXX:第 4 通道
XXXXXXXXXXXX:第 5 通道, XXXXXXXXXXXX:第 6 通道

- 5: 该帧适用于多轴, 油门格式简洁, 建议使用。

4.4.17. RawCommand_10b(20102)

六轴 发送帧 (六轴单帧, 8 Byte 有效字节, Tail 字节协议扩展)

CAN frame	Throttle Data[0-7]
29bit message frame	payload[0-7]

说明:

- 1: RawCommand_10b 发送油门的命令, 为广播帧不需要应答, 总线上所有 ESC 同时接收解析。
- 2: 每个油门通道占用 10bit, 数值范围 0-1023, 但实际使用油门范围为 0-1000, ESC 接收到后将该油 X2, 变换为 0-2000 作为实际油门输出。
- 3: RawCommand_10b 数据发送格式解析 (如下表, payload[7]高 4 位无效)

payload[7]	payload[6]	payload[5]	payload[4]	payload[3]	payload[2]	payload[1]	payload[0]
XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX

XXXXXXXXXXXX:第 1 通道, XXXXXXXXXXXX:第 2 通道, XXXXXXXXXXXX:第 3 通道, XXXXXXXXXXXX:第 4 通道, XXXXXXXXXXXX:第 5 通道, XXXXXXXXXXXX:第 6 通道

4: 该帧为六轴专用扩展协议帧,可以减少 CAN 总线数据量,油门通道固定为 1-6,可视情况使用。

4.4.18. Set Id(210)

Set ID 发送帧

CAN frame	ESC node id	Throttle channel	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]

Set ID 应答帧

CAN frame	ESC node id	Throttle channel	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
ESC node id	uint8	设置 CAN 总线连接电调的 node id (1~0x7D)
Throttle channel	uint8	选择当前 node id 所使用的数字油门通道

说明:

- 1: Set Id 是给 ESC 节点设置 ID 的命令,每个 ESC 对应一个 ID。
- 2: 利用此命令设置电调 ID 时,总线上同时只能存在一个电调,若连接多个时将被统一设为同一 ID。
- 3: 发送 Set ID 帧时,由于不明确待设置电调的 ID,为避免 Destination Node Id 轮询设置,设置 ID 命令为伪广播帧,设置时 Destination Node Id 将会被忽略,可以为任意值 (0~0x7F)。
- 4: 默认 ID 为 0x7D, ID 设置为 0x7D 时,不会主动上报数据,不为 0x7D,则上电自动上报数据。
- 5: ESC node id 设置范围为 1~0x7D(0、0x7E、0x7F 为保留 ID,禁用)。
- 6: Throttle channel 目前协议最大支持 20 个通道,该参数表示当前节点 ESC 使用 Raw Command 中哪一个油门通道(数字油门命令 Raw Command 为广播帧,发送多通道油门数据时 CAN 总线所有节点都可以接收到,节点 ESC 收到数据后根据设定的 Throttle channel 值来选择需要油门值),如: Throttle channel=0x01,则表示当前节点 ESC 使用 Raw Command 通道 1 油门值。
- 7: 该参数设置后会保存 FLASH 内,掉电不丢失,可以重复设置。
- 8: 主机 ID 为 0,发送给 ESC 的帧 source node id=0。

4.4.19. Set Baud(211)

Set Baud 发送帧

CAN frame	Baud	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

Set Baud 应答帧

CAN frame	Baud	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
----	------	----

Baud	uint8	CAN 总线速率设置	参数	描述
			0	1Mbps
			1	500kbps(default)
			2	250kbps
			3	200kbps
			4	125kbps
			5	100kbps
			6	50kbps

说明:

- 1: 设置 CAN 总线速率, 设置后重新上电生效。
- 2: 默认总线速率 500KHz, 其它速率详见参数表。
- 3: 该参数设置后会保存 FLASH 内, 掉电不丢失, 可以重复设置。

4.4.20. Set Led(212)

Set Led 发送帧

CAN frame	Option	Color	Blink	Tail byte
29bit message frame	Payload[0]	Payload[1]	Payload[2]	Payload[3]

Set Led 应答帧

CAN frame	Option	Color	Blink	Tail byte
29bit message frame	Payload[0]	Payload[1]	Payload[2]	Payload[3]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述				
Option	uint8	选项位, 0: 不保存, 1: 保存				
Color	uint8	RGB LED 灯颜色 Color 的低三 bit 有效。 bit[2]: R bit[1]: G bit[0]: B	R	G	B	描述
			0	0	0	RED+GREEN+BLUE OFF
			0	0	1	BLUE ON
			0	1	0	GREEN ON
			0	1	1	GREEN+BLUE ON
			1	0	0	RED ON
			1	0	1	RED+BLUE ON
			1	1	0	RED+GREEN ON
Blink	uint8	闪烁控制	参数		描述	
			0x00		不闪烁 (default)	
			0x01		1Hz 闪烁	
			0x02		2Hz 闪烁	
			0x05		5Hz 闪烁	
			其他		不执行操作, 不闪烁。	

说明:

- 1: Set Led Color 是主节点发送给 ESC 设置 Led 灯颜色的命令。
- 2: Option 为保存, ESC 收到后将 Color 与 Blink 设置为默认灯色并且保存, 立即更新灯色; Option 为不保存, ESC 收到后立即更新灯色但不保存当前设置参数, 掉电恢复原设置。
- 3: Color 为需要设置的颜色, 低 3Bit 有效, 对应 RGB 灯色, 默认绿灯, 详见参数解释 Color。
- 4: Blink 为闪烁控制, 默认不闪烁, 详见参数解释 Blink。
- 5: 该参数保存 FLASH 内, 掉电不丢失, 可以重复设置。
- 6: 此命令需要在数据上报恢复 (MSG Control 命令) 情况下, 才能设置, 数据上报暂停时, 不能设置
- 7: 此命令仅对有 LED 的 ESC 有效。

4.4.21. Set Rotation(213)

Set Rotation 发送帧

CAN frame	Baud	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

Set Rotation 应答帧

CAN frame	Baud	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述	描述	
			参数	描述
Rotation	uint8	ESC 电机旋转方向设置	0x00	正转
			0x01	反转
			0xFF	查询当前电机的旋转方向

说明:

- 1: Set Rotation 是主节点发送给 ESC 设置电机旋转方向的命令。
- 2: 此命令在数据上报开启时, 并且电机停转情况下才能设置。
- 3: 默认正转, 设置参数命令详见参数解释。
- 4: 该参数设置后会保存 FLASH 内, 掉电不丢失, 可以重复设置。

4.4.22. Set/Get Freq(214)

Set/Get Freq 发送帧

CAN frame	Option	MSG1_SET	MSG2_SET	MSG3_SET	Tail byte
29bit message frame	Payload[0]	Payload[1]	Payload[2]	Payload[3]	Payload[4]

Set/Get Freq 应答帧

CAN frame	Option	MSG1_SET	MSG2_SET	MSG3_SET	Tail byte
29bit message frame	Payload[0]	Payload[1]	Payload[2]	Payload[3]	Payload[4]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述
Option	uint8	选项位, 0: 读取, 1: 写入
MSG1_SET	uint8	数据上报类型 1 上报间隔时间 (10-250) X2 ms
MSG2_SET	uint8	数据上报类型 2 上报间隔时间 (10-250) X2 ms
MSG3_SET	uint8	数据上报类型 3 上报间隔时间 (10-250) X2 ms

说明:

- 1: Set Freq 是主节点发送给 ESC 设置数据上报频率(时间间隔)的命令。
- 2: Option 为读取时, ESC 忽略发送帧中设置数值, 应答帧中设置值为 ESC 当前设定参数。
- 3: Option 为写入时, 设置值范围为 10-250, 不合法则设置无效。
- 4: MSG1_SET 默认为 10, MSG2_SET 默认为 50, MSG3_SET 默认为 250。
- 5: 设置过小发送间隔可能引起 ESC 油门响应变慢, 若非必要, 尽量设置较大发送间隔。
- 6: 该参数设置后会保存 FLASH 内, 掉电不丢失, 可以重复设置。

4.4.23. Throttle Select(215)

Throttle select 发送帧

CAN frame	Throttle src	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

Throttle select 应答帧

CAN frame	Throttle src	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述	描述	
			参数	描述
Throttle src	uint8	油门方式选择		
			0x00	CAN 数字油门
			0x01	PWM+CAN

说明:

- 1: Throttle Select 是飞控发送选择油门信号源的命令, 支持 PWM +CAN 与 CAN 数字油门。
- 2: 默认 CAN 数字油门, 设置参数详见参数解释。
- 3: 设置该命令请在零油门下设置。
- 4: 该参数设置后会保存 FLASH 内, 掉电不丢失, 可以重复设置。
- 5: 油门控制方式设置为 CAN 油门时, 有 14bit, 12bit, 10bit 三种控制命令, 14bit, 12bit 油门命令有效范围为 0-2000, 10bit 油门命令有效范围为 0-1000(ESC 接收到后 X2, 变换为 0-2000 作为实际输出)。
- 6: PWM 模拟油门输入为 1ms-2ms(标准值, 可以校正), 对应 0-2000 的 CAN 数字油门, PWM 模拟油门与 CAN 数字油门同时输入时, 两者油门值要保持一致。

4.4.24. Self Test(216)

Self Test 发送帧

CAN frame	Tail byte

29bit message frame	payload[0]
---------------------	------------

Self Test 应答帧

CAN frame	Status	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述	描述	
			参数	描述
Status	uint8	自检状态		
			0x00	自检通过
			0x01	自检失败

说明:

- 1: Self Test 是查询电调自检状态的命令。

4.4.25. Expand Set Part(222)

Expand Set Part 发送帧(无应答帧, 设置时候电机发出提示音)

CAN frame	Set_cmd_L	Set_cmd_H	Part	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]	payload[2]	payload[3]

数据帧参数解释

Set_cmd	Part	功能
0xffff0	01	正转
0xffff0	02	反转
0xffff1	00	关灯
0xffff1	01	红灯亮
0xffff1	02	绿灯亮
0xffff1	03	蓝灯亮
0xffff2	01	PWM 控制(保留)
0xffff2	02	PWM+TCAN 控制
0xffff2	03	TCAN 控制
0xffff2	04	DSHOT25 控制(保留)
0xffff2	05	PWM+UAVCAN 控制
0xffff2	06	UAVCAN 控制
0xffff4	00	同步续流关闭
0xffff4	01	同步续流打开
0xffff5	01	中低进角(保留)
0xffff5	02	中进角(保留)
0xffff5	03	中高进角(保留)
0xffff5	04	高进角(保留)
0xffff6	01	中低进角2(保留)
0xffff6	02	中进角2(保留)
0xffff6	03	中高进角2(保留)

0xffff6	04	高进角 2 (保留)
0xffff7	01	轻载 (保留)
0xffff7	02	标准负载 (保留)
0xffff7	03	重载 (保留)
0xffff7	04	超重载 (保留)
0xffff8	00	锁浆关闭
0xffff8	01	锁浆 弱
0xffff8	02	锁浆 中
0xffff8	03	锁浆 强
0xffff9	0-15	启动加速度(值越大启动时间越短)
0xffffa	0-15	丢失信号降油门速度(值越大,丢失信号油门降低越快)
0xffffb	01	读出高温记录
0xffffc	0-6	设置 CAN 通信波特率, 1M(0), 500K, 250K, 200K, 125K, 100K, 50K
0xffffe	00	恢复出厂设置, 未启用
0xffffe	0x10	关闭测试模式
0xffffe	0x11	打开测试模式, 调试用

说明:

- 1: Expand Set Part 需要在电机停转状态下进行。
- 2: 可使用常规设置参数命令或该命令对 ESC 进行设置。

4.4.26. ESC Information(240)

ESC Information 发送帧

CAN frame	Option	Tail byte
29bit message frame	payload[0]=0	payload[1]

ESC Information 应答帧

CAN frame	Info_1	Info_2	Info_3	Info_4	Info_5	Info_6	Info_7	Tail byte
29bit message frame	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7

数据帧参数解释

- Info_1: esc 硬件信息字节 1, esc 最高电压 S 数
- Info_2: esc 硬件信息字节 2, esc 最大电流 (X10A)
- Info_3: esc 硬件信息字节 3, esc 硬件版本
- Info_4: esc 电调使用的协议文件版本
- Info_5: 固件生成年份
- Info_6: 固件生成月份
- Info_7: 固件生成日

4.4.27. Maintance Information(241)

Maintance Info 发送帧

CAN frame	Option	Tail byte
-----------	--------	-----------

29bit message frame	payload[0]	payload[1]
---------------------	------------	------------

Get Maintance Info 应答帧

CAN frame	Info_1	Info_2	Info_3	Info_4	Info_5	Info_6	Info_7	Tail byte
29bit message frame	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7

数据帧参数解释

- Option=0: Info_4 Info_3 Info_2 Info_1 = 累计运行时间(uint32 单位:秒)
Info_5 = MOS 温度最大值(uint8)
Info_6 = 电容温度最大值(uint8)
- Option=1: Info_4 Info_3 Info_2 Info_1 = 本次运行时间(uint32 单位:秒)
Info_6 Info_5 = 运行次数(uint16)
- Option=2: Info_2 Info_1 = 上电次数(uint16)
Info_4 Info_3 = 停止运行次数(uint16)
Info_6 Info_5 = 上电自检故障码(uint16 正常上电后为 0)
Info_7=Option

4.4.28. Get Major Configuration(242)

Get Major Configuration 发送帧

CAN frame	Option	Tail byte
29bit message frame	payload[0]	payload[1]

Get Major Configuration 应答帧

CAN frame	Configuration	Tail byte
29bit message frame	payload[0-6]	payload[7]

数据帧参数解释

参数	数据类型	描述	
Option	Payload[0]	固定为 0	
Configuration (Option=0)	Payload[0]	Bit[7]	电机旋转方向(0: 正转, 1: 反转)
		Bit[6]	油门信号源(0: CAN 数字油门, 1: PWM+CAN 油门)
		Bit[5:0]	设定的数字油门通道
	Payload[1]	Bit[7:3]	LED 闪烁状态
		Bit[2:0]	LED 静态灯色 RGB
	Payload[2]	Bit[7:0]	MSG1 数据上报间隔时间(X2 ms)
	Payload[3]	Bit[7:0]	MSG2 数据上报间隔时间(X2 ms)
	Payload[4]	Bit[7:0]	MSG3 数据上报间隔时间(X2 ms)
	Payload[5]	Bit[7:0]	保留
Payload[6]	Bit[7:0]	保留	

说明:

- 1: Get Major Configuration 是主节点快速获取电调主要参数配置信息的数据帧。
- 2: Option 表示电调类型。

附： 故障码定义

故障码 1:

0x01	电机驱动电路测试时, com 电压偏低
0x02	电机驱动电路测试时, com 电压偏高
0x11	电机驱动电路测试时, A 相测试电压偏高
0x12	电机驱动电路测试时, B 相测试电压偏高
0x13	电机驱动电路测试时, C 相测试电压偏高
0x21	电机驱动电路测试时, A 相测试电压偏低
0x22	电机驱动电路测试时, B 相测试电压偏低
0x23	电机驱动电路测试时, C 相测试电压偏低

故障码 2: 目前未定义。