



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (PBU)

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.12.1

密级: 秘密

共 15 页 第 1 页

MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (PBU)

[填入文件编号]

编 制: 周雄

审 核: _____

批 准: _____

武汉天腾动力科技有限公司

二〇二一年八月二日



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (PBU)

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.12.1

密级: 秘密

共 15 页 第 1 页

修改记录

修改日期	修改人	修改内容	版本号
20210802	周雄	基于《MOTINOVA 中置驱动系统通信协议_V2r12_20210221》整理并发布	V2.12.1

内部文件，禁止传阅



MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (PBU)

1 系统组成

MC: 电机控制器 Motor Controller

BMS: 电池管理系统 Battery Management System

PBU: 按键单元 Push Button Unit

HMI: 显示单元 Human Machine Interface

CDL: 通讯适配器 CAN Dongle

APP: 用户程序 Application

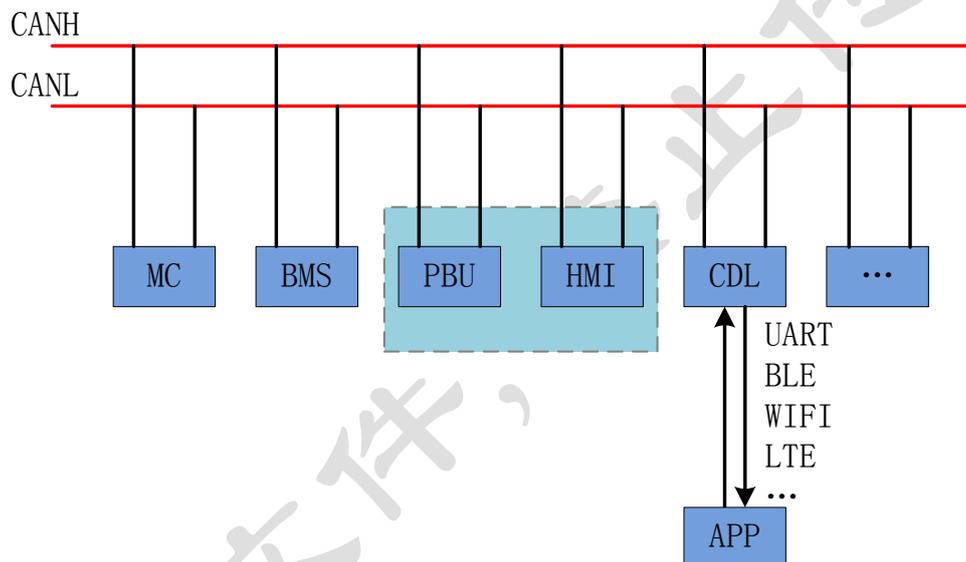


图1 系统通信接口示意图

2 通信协议规则

本协议主要描述 MOTINOVA 中置驱动系统各组件之间数据通信格式, 只适用于 MOTINOVA 中置驱动系统内部组件之间通信。

2.1 硬件接口

接口类型: CAN2.0A

波特率: 125Kbps/250Kbps, 根据系统需求设定

2.2 数据帧封装格式

2.2.1 数据帧格式

协议描述了每帧数据内容, 包括帧头、命令段长度、命令字、数据段、校验位、帧尾。每帧格式如下:



表1 数据帧格式

帧头	帧模式	命令段长度	命令字	数据段	校验位	帧尾
55 AA	读/写/上报	LENGTH	COMMAND	DATA	CRC	F0

其中:

- 1) 帧头固定为 0x55 0xAA, 帧尾固定为 0xF0;
- 2) 帧模式包含读 0x11, 写 0x16, 和上报 0x0C, 任何设备收到写指令时, 需根据数据来源发送通用反馈指令;
- 3) LENGTH 命令段总长度, 占用 1 字节, 有效值为 0x02~0xFF;
- 4) COMMAND 为命令字, 占用 2 个字节, 第 1 字节为命令字序号, 第 2 字节为数据段长度;
- 5) DATA 为数据段, 长度为 LENGTH - 2;
- 6) CRC 为校验位, 占用 4 字节, 由帧头开始, CAN_ID 插入到帧头和帧模式之间, 计算到数据段最后一个字节, 计算方法见附录 1, 计算结果高字节在前, 如: CAN_ID 为 0x0712, 数据帧为 55 AA 11 03 22 01 00 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0, CRC 计算函数输入数据为 55 AA 07 12 11 03 22 01 00, 计算结果依次由高到低写入 CRC1、CRC2、CRC3、CRC4;
- 7) 数据段发送时, 采用小端模式。

2.2.2 ID分配

表2 ID分配

MC	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x710	0x711	0x712	0x713	0x714	0x715
BMS	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x720	0x721	0x722	0x723	0x724	0x725
PBU	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x730	0x731	0x732	0x733	0x734	0x735
HMI	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x740	0x741	0x742	0x743	0x744	0x745
CDL	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x750	0x751	0x752	0x753	0x754	0x755

2.2.3 封装方式

对于长度超过 8bytes 的数据帧, 按照 8+N 的方式分包, 每个数据包填入相同的 ID 号, 如下表所示:

表3 封装方式



包序号	1			N	
内容	ID	Byte1~Byte8	ID	Byte1~Byte8	ID	Byte1~ByteN

3 通信内容

3.1 MC命令字定义

表4 MC 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
广播指令					
0x710	0x0C	0x1020	MC 运行信息 (收到 PBU/OBC 控制指令时返回) PBU 根据此条指令判断 MC 通信是否正常,故障时置位故障码中相应 bit	车速:2bytes 输出转速:2bytes 电功率:2bytes 母线电压:2bytes 母线电流:2bytes 蹋频:1byte 踩踏力矩:1byte 踩踏方向:1byte 助力档位:1byte 大灯状态:1byte 剩余电量:1byte 续航里程:2bytes ODO 里程:2bytes 平均功耗:1byte PCB 温度:1bytes 绕组温度:1bytes MCU 温度:1bytes 开机后骑行里程:2bytes 开机后骑行时间:2byte 预留:4bytes	0.1km/h 1rpm 1W 1mV 1mA 1rpm 1N.m 1- 正, 1-反, 2-停止 0x00: OFF 0x01: 力矩 ECO 0x02: 力矩 NORM 0x03: 力矩 SPORT 0x04: 力矩 TURBO 0x05: 力矩预留 0x11: 蹋频 ECO 0x12: 蹋频 NORM 0x13: 蹋频 SPORT 0x14: 蹋频 TURBO 0x15: 蹋频预留 0x22: 推行模式 0x33: 智能模式 0xF0-关, 0xF1-开 1%, 无效为 0xFF 1km, 无效为 0xFFFF 1km 0.01Ah/km, 无效为 0xFF +40℃ +40℃ +40℃ 0.1km 1s 填充 0x00



0x710	0x0C	0x1104	<p>MC 故障码 (存在故障时 200ms 自动发 送, 故障消失后 停止发送) 故障码不为 0 时, 调整助力档 位为 OFF</p>	<p>0: 无故障 低 16 位: 0x0001: 过流保护 0x0002: 低压保护 0x0004: 过压保护 0x0008: 堵转保护 0x0010: 过热保护 0x0020: SPS 故障 0x0040: TQS 故障 0x0080: 霍尔故障 0x0100: 马达缺相 0x0200: NTC 故障 0x0400: BMS 校验失 败 0x0800: HMI 校验失 败 0x1000: PBU/OBC 校 验失败 0x2000: MCU 故障 0x4000: 踏频故障 0x8000: 指拨故障 高 16 位: 0x0001: MOS 短路 0x0002: 电压异常 0x0004: 电路故障 0x0008: TE 故障 0x0010: TE 电路故 障 0x0020: 预留故障 1 0x0040: 预留故障 2 0x0080: 预留故障 3</p>	按位或输出, 0-正 常, 1-故障
0x710	0x0C	0x1305	<p>关机就绪 (返回指令)</p>	ASCII 字符	READY
发送给 PBU					
0x713	0x11	0x5009	<p>PBU 在线检测 (主动发送, 收 到返回或超时 停止)</p>	ASCII 字符	HANDSHAKE
0x713	0x11	0x5100	<p>查询 PBU 物理 ID (主动发送, 收 到返回或超时 停止)</p>		



0x713	0x11	0x5200	查询PBU 校验码 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x713	0x0C	0x5303	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK

3.2 BMS命令字定义

表5 BMS 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
广播指令					
0x720	0x0C	0x1010	电池运行信息 (返回指令) PBU 根据此条指令判断BMS通信是否正常, 暂不作处理	电压: 2bytes 平均电流: 2bytes 剩余容量: 2bytes 满充容量: 2bytes 电芯温度: 1byte 剩余电量: 1byte 运行状态: 1byte (按位或输出) 预留: 5bytes	1mV 1mA, 有符型, 放电为负, 充电为正 1mAh 1mAh +40°C 0~100% 0x00: 休眠 0x01: 充电器接入 0x02: 预留 0x04: 预留 0x08: 预留 0x10: 预留 0x20: 预留 0x40: 预留 0x80: 预留 填充 0x00
0x720	0x0C	0x1204	BMS 故障码 (存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后停止发送) 暂不作处理	高 16 位: 0x0001: 充电过压警告 0x0002: 放电低压警告 0x0004: 充电过流警告 0x0008: 放电过流警告 0x0010: 充电高温警告 0x0020: 充电低温警告 0x0040: 放电高温警告	按位或输出, 0-正常, 1-故障



				0x0080:放电低温警告 0x0100:MOS 高温警告 低 16 位: 0x0001:二级放电过流保护 0x0002:充电过流保护 0x0004:短路保护 0x0008:过放保护 0x0010:过充保护 0x0020:放电低温保护 0x0040:放电高温保护 0x0080:充电低温保护 0x0100:充电高温保护 0x0200:放电 MOS 故障 0x0400:充电 MOS 故障 0x0800:温度传感器故障 0x1000:一级过流警告 0x2000:一级过流保护 0x4000:AFE 故障 0x8000:MCU 故障	
0x720	0x0C	0x1308	关机指令 (主动发送, 收到返回或超时停止)	ASCII 字符	常按开关键 3s 或监测到母线电流小于 20mA 且 CAN 总线空闲持续 30min 后, 执行发送 SHUTDOWN, 延时 1s 后, 关闭放电开关

3.3 PBU命令字定义

表6 PBU 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
广播指令					



0x730	0x0C	0x1008	关机指令 (主动发送, 收到返回或超时停止)	ASCII 字符	SHUTDOWN, 收到 MC、HMI 的 READY 或超时 1s 后, 关闭开机信号
0x730	0x0C	0x1140	PBU 版本信息 (返回指令)	ASCII 字符	排列顺序为: MODE、SN、HW、FW; 每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 ' . ', 无效填充 0x20 HW 和 FW 命名格式为 Vxrxx_YYYMMDD
0x730	0x0C	0x120C	PBU 物理 ID (返回指令)	ID:12bytes	不足位填充 1
0x730	0x0C	0x130C	PBU 校验码 (返回指令)	校验码:12bytes	
0x730	0x0C	0x1405	关机就绪 (返回指令)	ASCII 字符	READY
0x730	0x0C	0x1504	PBU 故障代码 (存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后停止发送)	高 16 位:0x0000 低 16 位 0x0000:无故障 0x0001:+键失效 0x0002:-键失效 0x0004:i 键失效 0x0008:灯键失效 0x0010:Walk 键失效 0x0020:电源键失效 0x0040:MCU 故障 0x0080:MOS 短路 0x0100:电压检测异常 0x0200:HMI 通讯异常 0x0400:MC 通讯异常 0x0800:预留故障 1 0x1000:预留故障 2 0x2000: 预留 0x4000: 预留 0x8000: 预留	按位或输出, 0-正常, 1-故障
发送给 MC					



0x731	0x0C	0x3002	控制电机指令 (定时上传)	助力档位:1byte 大灯状态:1byte	0x00: OFF 0x01: 力矩 ECO 0x02: 力矩 NORM 0x03: 力矩 SPORT 0x04: 力矩 TURBO 0x05: 力矩预留 0x11: 蹋频 ECO 0x12: 蹋频 NORM 0x13: 蹋频 SPORT 0x14: 蹋频 TURBO 0x15: 蹋频预留 0x22: 推行模式 0x33: 智能模式 0xF0-关, 0xF1-开
0x731	0x0C	0x3105	在线检测反馈 (返回指令)	ASCII 字符	READY
0x731	0x16	0x3208	PBU 设置用户控制参数 (主动发送, 收到返回或超时停止)	档位数量:1byte 支持无 HMI:1byte 预留:6bytes	3~5 0x55-不支持, 0xAA-支持 填充 0x00
发送给 BMS					
0x732	0x11	0x5000	查询 BMS 运行信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
发送给 HMI					
0x734	0x0C	0x7006	设置调节按键 (发送一次)	+键:1byte -键:1byte i 键:1byte 预留:3bytes	0-松开 1-短按 2-长按 填充 0x00
0x734	0x0C	0x7103	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK
0x734	0x16	0x7203	HMI 进入设置模式 (主动发送, 收到返回或超时停止)	ASCII 字符	SET
0x734	0x16	0x7304	HMI 进入预推行模式 (主动发送, 收到返回或超时)	ASCII 字符	STAR:进入 STOP:退出



			停止)		
0x734	0x0C	0x7402	助力档位指令 (主动定时发送, 超时未收到 HMI 广播的运行信息, 认为 HMI 通讯异常, HMI 显示档位以该指令为准, 若超时未收到该指令, 显示档位切换为 OFF, 且提示 PBU 通讯故障代码)	助力档位:1byte 大灯状态:1byte	0x00: OFF 0x01: 力矩 ECO 0x02: 力矩 NORM 0x03: 力矩 SPORT 0x04: 力矩 TURBO 0x05: 力矩预留 0x11: 踢频 ECO 0x12: 踢频 NORM 0x13: 踢频 SPORT 0x14: 踢频 TURBO 0x15: 踢频预留 0x22: 推行模式 0x33: 智能模式 0xF0-关, 0xF1-开
发送给 CDL					
0x735	0x0C	0x9003	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK
0x735	0x0C	0x9210	PBU 出厂配置参数 (返回指令)	额定电压:1byte 助力档位:1byte 支持无 HMI:1byte 自动关机时间:1byte 预留 12bytes	0-24V, 1-36V, 2-48V 3~5 档 0x55-支持, 0xAA 不支持 单位: min, 0xFF 为不自动关机 填充 0x00

3.4 HMI 命令字定义

表7 HMI 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
广播指令					
0x740	0x0C	0x1305	关机就绪 (返回指令)	ASCII 字符	READY
0x740	0x0C	0x1508	上报 HMI 运行信息 PBU 根据此条指令判断 HMI 通信是否正常, 故障时置位故障码中相应 bit	预留:8Bytes	填充 0x00
发送给 PBU					
0x743	0x11	0x7000	查询 PBU 版本信息 (主动发送, 收		



			到返回或超时停止)		
0x743	0x16	0x7100	退出设置模式 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x743	0x0C	0x7203	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK
0x743	0x16	0x7308	设置参数(主动发送, 收到返回或超时停止)	自动关机时间:1byte 预留: 7bytes	单位: min, 0 为不自动关机 填充 0x00

3.5 CDL 命令字定义

表8 CDL 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
发送给 PBU					
0x753	0x11	0x5000	查询 PBU 物理 ID		
0x753	0x11	0x5100	查询 PBU 校验码		
0x753	0x16	0x520C	写入 PBU 校验码	校验码:12bytes	
0x753	0x11	0x5400	查询 PBU 版本信息		
0x753	0x11	0x5700	查询 PBU 出厂配置参数		
0x753	0x16	0x5810	写入 PBU 出厂配置参数	额定电压:1byte 助力档位:1byte 支持无 HMI:1byte 自动关机时间:1byte 预留 12bytes	0-24V, 1-36V, 2-48V 3~5 档 0x55-支持, 0xAA 不支持 单位: min, 0xFF 为不自动关机 填充 0x00
0x753	0x16	0x6205	复位指令	ASCII 字符串	RESET

注: CDL 发送的所有指令均按照定时 200ms 发送, 其中查询指令收到返回的信息或超时 1s 停止发送, 写入指令收到通用反馈指令或超时 1s 停止发送。



4 附录 1: CRC32 计算方法

4.1 CRC32 计算多项式表

```
uint32_t Crc32Table[ 256 ] =
```

```
{
```

```

0x00000000, 0x04C11DB7, 0x09823B6E, 0x0D4326D9, 0x130476DC, 0x17C56B6B,
0x1A864DB2, 0x1E475005, 0x2608EDB8, 0x22C9F00F, 0x2F8AD6D6, 0x2B4BCB61,
0x350C9B64, 0x31CD86D3, 0x3C8EA00A, 0x384FBDBD, 0x4C11DB70, 0x48D0C6C7,
0x4593E01E, 0x4152FDA9, 0x5F15ADAC, 0x5BD4B01B, 0x569796C2, 0x52568B75,
0x6A1936C8, 0x6ED82B7F, 0x639B0DA6, 0x675A1011, 0x791D4014, 0x7DDC5DA3,
0x709F7B7A, 0x745E66CD, 0x9823B6E0, 0x9CE2AB57, 0x91A18D8E, 0x95609039,
0x8B27C03C, 0x8FE6DD8B, 0x82A5FB52, 0x8664E6E5, 0xBE2B5B58, 0xBAEA46EF,
0xB7A96036, 0xB3687D81, 0xAD2F2D84, 0xA9EE3033, 0xA4AD16EA, 0xA06C0B5D,
0xD4326D90, 0xD0F37027, 0xDDB056FE, 0xD9714B49, 0xC7361B4C, 0xC3F706FB,
0xCEB42022, 0xCA753D95, 0xF23A8028, 0xF6FB9D9F, 0xFBB8BB46, 0xFF79A6F1,
0xE13EF6F4, 0xE5FFEB43, 0xE8BCCD9A, 0xEC7DD02D, 0x34867077, 0x30476DC0,
0x3D044B19, 0x39C556AE, 0x278206AB, 0x23431B1C, 0x2E003DC5, 0x2AC12072,
0x128E9DCF, 0x164F8078, 0x1B0CA6A1, 0x1FCDBB16, 0x018AEB13, 0x054BF6A4,
0x0808D07D, 0x0CC9CDCA, 0x7897AB07, 0x7C56B6B0, 0x71159069, 0x75D48DDE,
0x6B93DDDB, 0x6F52C06C, 0x6211E6B5, 0x66D0FB02, 0x5E9F46BF, 0x5A5E5B08,
0x571D7DD1, 0x53DC6066, 0x4D9B3063, 0x495A2DD4, 0x44190B0D, 0x40D816BA,
0xACA5C697, 0xA864DB20, 0xA527FDF9, 0xA1E6E04E, 0xBFA1B04B, 0xBB60ADFC,
0xB6238B25, 0xB2E29692, 0x8AAD2B2F, 0x8E6C3698, 0x832F1041, 0x87EE0DF6,
0x99A95DF3, 0x9D684044, 0x902B669D, 0x94EA7B2A, 0xE0B41DE7, 0xE4750050,
0xE9362689, 0xEDF73B3E, 0xF3B06B3B, 0xF771768C, 0xFA325055, 0xFE34DE2,
0xC6BCF05F, 0xC27DEDE8, 0xCF3ECB31, 0xCBFFD686, 0xD5B88683, 0xD1799B34,
0xDC3ABDED, 0xD8FBA05A, 0x690CE0EE, 0x6DCDFD59, 0x608EDB80, 0x644FC637,
0x7A089632, 0x7EC98B85, 0x738AAD5C, 0x774BB0EB, 0x4F040D56, 0x4BC510E1,
0x46863638, 0x42472B8F, 0x5C007B8A, 0x58C1663D, 0x558240E4, 0x51435D53,
0x251D3B9E, 0x21DC2629, 0x2C9F00F0, 0x285E1D47, 0x36194D42, 0x32D850F5,
0x3F9B762C, 0x3B5A6B9B, 0x0315D626, 0x07D4CB91, 0x0A97ED48, 0x0E56F0FF,
0x1011A0FA, 0x14D0BD4D, 0x19939B94, 0x1D528623, 0xF12F560E, 0xF5EE4BB9,
0xF8AD6D60, 0xFC6C70D7, 0xE22B20D2, 0xE6EA3D65, 0xEBA91BBC, 0xEF68060B,
0xD727BBB6, 0xD3E6A601, 0xDEA580D8, 0xDA649D6F, 0xC423CD6A, 0xC0E2D0DD,
0xCDA1F604, 0xC960EBB3, 0xBD3E8D7E, 0xB9FF90C9, 0xB4BCB610, 0xB07DABA7,
0xAE3AFBA2, 0xAABFE615, 0xA7B8COCC, 0xA379DD7B, 0x9B3660C6, 0x9FF77D71,
0x92B45BA8, 0x9675461F, 0x8832161A, 0x8CF30BAD, 0x81B02D74, 0x857130C3,
0x5D8A9099, 0x594B8D2E, 0x5408ABF7, 0x50C9B640, 0x4E8EE645, 0x4A4FFBF2,
0x470CDD2B, 0x43CDC09C, 0x7B827D21, 0x7F436096, 0x7200464F, 0x76C15BF8,
0x68860BFD, 0x6C47164A, 0x61043093, 0x65C52D24, 0x119B4BE9, 0x155A565E,
0x18197087, 0x1CD86D30, 0x029F3D35, 0x065E2082, 0x0B1D065B, 0x0FDC1BEC,
0x3793A651, 0x3352BBE6, 0x3E119D3F, 0x3AD08088, 0x2497D08D, 0x2056CD3A,
0x2D15EBE3, 0x29D4F654, 0xC5A92679, 0xC1683BCE, 0xCC2B1D17, 0xC8EA00A0,
0xD6AD50A5, 0xD26C4D12, 0xDF2F6BCB, 0xDBEE767C, 0xE3A1CBC1, 0xE760D676,

```



```
0xEA23F0AF, 0xEED2ED18, 0xF0A5BD1D, 0xF464A0AA, 0xF9278673, 0xFDE69BC4,  
0x89B8FD09, 0x8D79E0BE, 0x803AC667, 0x84FBDBD0, 0x9ABC8BD5, 0x9E7D9662,  
0x933EB0BB, 0x97FFAD0C, 0xAFB010B1, 0xAB710D06, 0xA6322BDF, 0xA2F33668,  
0xBCB4666D, 0xB8757BDA, 0xB5365D03, 0xB1F740B4 };
```

4.2 CRC32 计算方法

```
uint32_t CRC32_Calculate( uint8_t *pData, uint16_t Length )  
{  
    uint32_t nReg;  
    uint32_t nTemp = 0;  
    uint16_t i, n;  
  
    nReg = 0xFFFFFFFF;  
    for ( n = 0; n < Length; n++ )  
    {  
        nReg ^= (uint32_t) pData[ n ];  
        for ( i = 0; i < 4; i++ )  
        {  
            nTemp = Crc32Table[ ( uint8_t )( ( nReg >> 24 ) & 0xFF ) ];  
            nReg <<= 8;  
            nReg ^= nTemp;  
        }  
    }  
    return nReg;  
}
```



5 附录 2: 开发注意事项

1、MC 或 BMS 出现故障时, 会定时 200ms 主动发送故障码, PBU 接收到 MC 的故障码时, 如果存在故障 bit 位为 1, 需要自动将控制电机的指令 (0x3002) 中助力档位设为 OFF, 对于 BMS 的故障码暂不作处理;

2、除了故障码之外, MC、BMS、HMI 不会主动发送其它的指令, PBU 会根据 MC 和 HMI 的运行信息判断其通信是否正常, 当出现异常时需要置位故障码中相应的的 Bit, 并定时上报, 对于 BMS 的通信是否正常暂不作处理。建议: 控制 MC 的指令 (0x3002)、查询 BMS 运行信息的指令 (0x5000)、设置 HMI 助力档位的指令 (0x7402) 按照 50ms 依次循环定时去发送;

3、其它的指令基本上都是有相应的操作时才会去发送;

4、给电机的电门打开时, CAN 初始化会有个过程, 避免造成影响, 打开电门到开始给总线发送控制/查询指令需要等待 1s 后再进行。