



MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

[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

二〇一九年二月二十五日



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 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V1.5

共 15 页 第 1 页

修改记录

修改日期	修改人	修改内容	版本号
20190106	周雄	第一次发布	V1.0
20190117	周雄	大范围修改	V1.1
20190130	周雄	1、增加 CDL 和其它 UART、WIFI、BLE 等接口设备 APP 之间的检测协议 2、修改 HANDSHAKE 的命令字 3、CRC 校验更改为 CRC32 校验 4、增加 BMS 一级放电过流保护 5、增加 CDL 对 MC、BMS、PBU、HMI 写入生产信息指令	V1.2
20190201	周雄	1、增加 CDL 与 APP 专用指令 2、增加 PBU 写入 MC 用户配置参数	V1.3
20190214	周雄	1、CDL 写入 BMS、PBU、HMI 的校验码更正为 12bytes 2、PBU 配置参数增加是否支持无 HMI 的标识 3、MC、BMS、PBU、HMI 的版本信息格式调整 4、增加 BMS、PBU、HMI 的 Mode 和 SN 写入指令 5、CDL 增加通过 APP 复位的指令 6、明确描述 APP 发送 CDL 专用指令的逻辑 7、写入 MC 的密钥由 16 字符改为 8 字符	V1.4
20190225	周雄	1、数据发送改用小端模式; 2、调整 MC 上报运行信息顺序; 3、更改或增加 MC、BMS、PBU、HMI 的故障码; 4、部分反馈指令更改为通用反馈指令; 5、调整 BMS 上报的运行信息顺序; 6、增加 CDL 发送给 HMI 的复位指令; 7、增加 HMI 显示的故障代码列表。	V1.5



MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

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

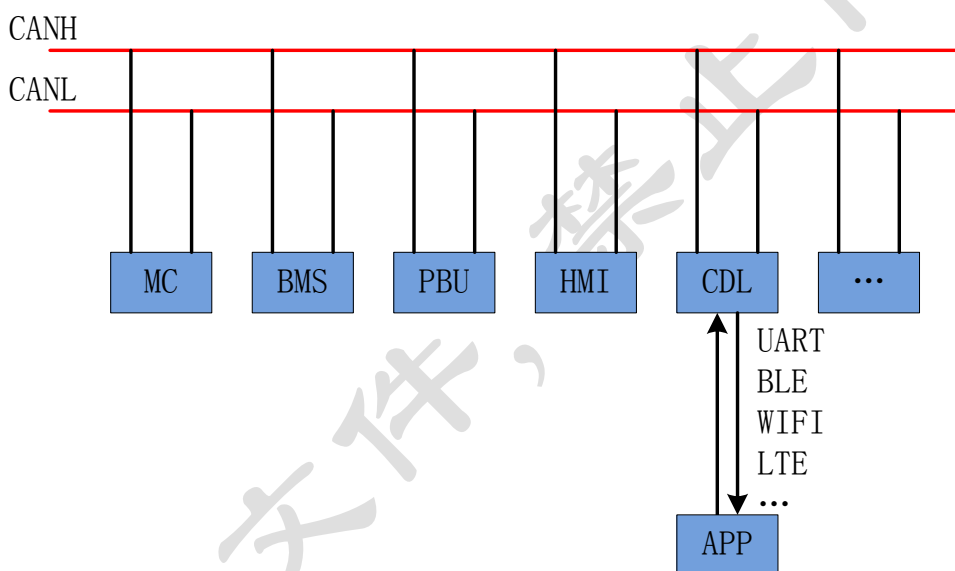


图1 系统通信接口示意图

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

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;
- 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, 计算结果依次写入 CRC1、CRC2、CRC3、CRC4, 高位在前;
- 7) 数据发送时, 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		0x712	0x713	0x714	0x715
BMS	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x720	0x721		0x723	0x724	0x725
PBU	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x730	0x731	0x732		0x734	0x735
HMI	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x740	0x741	0x742	0x743		0x745
CDL	Target	广播	MC	BMS	PBU	HMI	CDL
	CAN ID	0x750	0x751	0x752	0x753	0x754	

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	上报 MC 运行信息	车速:2bytes 输出转速:2bytes 电功率:2bytes 母线电压:2bytes 母线电流:2bytes 踢频: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 预留:8bytes	0.1km/h 1rpm 1W 1mV 1mA 1rpm 1N.m 0-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: 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 1%, 无效为 0xFF 1Km, 无效为 0xFFFF 1Km 0.01Ah/Km, 无效为 0xFF +40℃ +40℃ +40℃
0x710	0x0C	0x1104	上报 MC 故障码	高 16 位:0x0000 低 16 位: 0x0000:无故障 0x0001:过流保护	按位或输出, 0-正常, 1-故障, 存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后停止



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 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V1.5

共 15 页 第 5 页

				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 校验失败 0x2000:MCU 故障 0x4000:预留 0x8000:预留	发送
0x710	0x0C	0x1240	上报电机版本信息	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
0x710	0x0C	0x1305	关机就绪	ASCII 字符	READY
0x710	0x0C	0x1401	在线检测结果	0x00:系统正常 0x01:BMS 离线 0x02:PBU 离线 0x04:HMI 离线 0x08:预留 0x10:预留 0x20:预留 0x40:预留 0x80:预留	按位或输出, 0-在线, 1-离线
发送给 HMI					
0x714	0x11	0x7009	HMI 在线检测	ASCII 字符	HANDSHAKE
0x714	0x11	0x7100	查询 HMI 物理 ID		
0x714	0x11	0x7200	查询 HMI 校验码		
0x714	0x0C	0x7308	配置参数查询结果	周长:1byte 启动模式:1byte 限速值:1byte 预留:5bytes	1cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 1km/h



0x714

0x0C

0x7403

通用反馈指令

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	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℃ 0~100% 0x00:休眠 0x01:充电 0x02:放电 0x04:预留 0x08:预留 0x10:预留 0x20:预留 0x40:预留 0x80:预留
0x720	0x0C	0x1204	上报 BMS 故障码	高 16 位:0x0000 低 16 位 0x0000:无故障 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	按位或输出, 0-正常, 1-故障, 存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后停止发送



				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	ASCII 字符	SHUTDOWN, 收到 MC、PBU、HMI 的 READY 或超时 2s 后, 关闭放电开关
0x720	0x0C	0x1540	上报电池版本信息	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

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	ASCII 字符	SHUTDOWN, 收到 MC、HMI 的 READY 或超时 2s 后, 关闭放电开关
0x730	0x0C	0x1140	上报指拨版本信息	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
0x730	0x0C	0x1405	关机就绪	ASCII 字符	READY
发送给 HMI					
0x734	0x0C	0x7006	设置调节按键	+键:1byte -键:1byte i 键:1byte 预留:3bytes	0-松开 1-短按 2-长按
0x734	0x0C	0x7103	通用反馈指令	ASCII 字符	ACK
0x734	0x16	0x7203	HMI 进入设置模式	ASCII 字符	SET
0x734	0x16	0x7304	HMI 进入预推行模式	ASCII 字符	STAR:进入 STOP:退出



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	0x1040	上报HMI 版本信息	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
0x740	0x0C	0x110C	返回 HMI 物理 ID	ID:12bytes	不足位填充 1
0x740	0x0C	0x120C	返回 HMI 校验码	校验码:12bytes	
0x740	0x0C	0x1305	关机就绪	ASCII 字符	READY
0x740	0x0C	0x1404	上报HMI 故障码	高 16 位:0x0000 低 16 位 0x0000: 无故障 0x0001: LCD 故障 0x0002: MCU 故障 0x0004: 预留 0x0008: 预留 0x0010: 预留 0x0020: 预留 0x0040: 预留 0x0080: 预留 0x0100: 预留 0x0200: 预留 0x0400: 预留 0x0800: 预留 0x1000: 预留 0x2000: 预留 0x4000: 预留 0x8000: 预留	按位或输出, 0-正常, 1-故障, 存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后停止发送
发送给 MC					
0x741	0x11	0x3000	查询电机版本信息		
0x741	0x11	0x3100	查询电机配置参数		
0x741	0x16	0x3208	设置电机配置参数	周长:1byte 启动模式:1byte 限速值:1byte 预留:5bytes	1cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 0x19, 预留



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 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V1.5

共 15 页 第 9 页

0x741	0x0C	0x3305	在线检测反馈	ASCII 字符	READY
发送给 BMS					
0x742	0x11	0x5000	查询 BMS 版本信息		
发送给 PBU					
0x743	0x11	0x7000	查询 PBU 版本信息		
0x743	0x16	0x7100	退出设置模式		
0x743	0x0C	0x7203	通用反馈指令	ASCII 字符	ACK
发送给 CDL					
0x745	0x0C	0xA010	用户参数默认配置	额定电压:1byte 轮胎周长:1byte 启动模式:1byte 显示续航:1byte 显示电量百分比:1byte 显示大灯图标:1byte 亮度等级:1byte 显示单位:1byte 启动模式设置:1byte 预留:7bytes	0-24V, 1-36V, 2-48V 1cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 0-不显示, 1-显示 0-不显示, 1-显示 0-不显示, 1-显示 1~5 0-km/h, 1-mph 0-不支持, 1-支持
0x745	0x0C	0xA110	运行历史信息	运行时间:4bytes 开机次数:4bytes 预留:8bytes	1min 次
0x745	0x0C	0xA220	生产信息	生产商:8bytes 产地:8bytes 生产日期:8bytes 预留:8bytes	ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, YYYYMMDD
0x745	0x0C	0xA310	自定义可存储字符串 1	ASCII 字符	结束符为 0x2E, 无效填充 0x20
0x745	0x0C	0xA410	自定义可存储字符串 2	ASCII 字符	结束符为 0x2E, 无效填充 0x20
0x745	0x0C	0xA510	自定义可存储字符串 3	ASCII 字符	结束符为 0x2E, 无效填充 0x20
0x745	0x0C	0xA603	通用反馈指令	ASCII 字符	ACK

3.5 CDL 命令字定义

表8 CDL 命令字定义



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 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V1.5

共 15 页 第 10 页

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
发送给 HMI					
0x754	0x11	0x7000	查询 HMI 物理 ID		
0x754	0x11	0x7100	查询 HMI 校验码		
0x754	0x16	0x720C	写入 HMI 校验码	校验码:12bytes	
0x754	0x11	0x7300	查询 HMI 版本信息		
0x754	0x11	0x7400	查询 HMI 生产信息		
0x754	0x11	0x7500	查询用户参数默认配置		
0x754	0x16	0x7610	写入用户参数默认配置	额定电压:1byte 轮胎周长:1byte 启动模式:1byte 显示续航:1byte 显示电量百分比:1byte 显示大灯图标:1byte 亮度等级:1byte 显示单位:1byte 启动模式设置:1byte 预留:7bytes	0-24V, 1-36V, 2-48V 1cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 0-不显示, 1-显示 0-不显示, 1-显示 0-不显示, 1-显示 1~5 0-km/h, 1-mph 0-不支持, 1-支持
0x754	0x11	0x7700	查询运行历史信息		
0x754	0x11	0x7800	查询自定义可存储字符串 1		
0x754	0x16	0x7910	写入自定义可存储字符串 1	ASCII 字符串	以 0x2E 结束, 无效填充 0x20
0x754	0x11	0x7A00	查询自定义可存储字符串 2		
0x754	0x16	0x7B10	写入自定义可存储字符串 2	ASCII 字符串	以 0x2E 结束, 无效填充 0x20
0x754	0x11	0x7C00	查询自定义可存储字符串 3		
0x754	0x16	0x7D10	写入自定义可存储字符串 3	ASCII 字符串	以 0x2E 结束, 无效填充 0x20
0x754	0x16	0x7E20	写入生产信息	生产商:8bytes 生产地:8bytes	ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, 0x2E 结束,



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 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V1.5

共 15 页 第 11 页

				生产日期:8bytes 预留:8bytes	无效填充 0x20 ASCII, YYYYMMDD
0x754	0x16	0x7F10	写入 HMI Mode	ASCII 字符	结束符为 0x2E, 无效填充 0x20
0x754	0x16	0x8010	写入 HMI SN	ASCII 字符	结束符为 0x2E, 无效填充 0x20
0x754	0x16	0x8105	复位指令	ASCII 字符串	RESET

内部文件, 禁止传阅



4 附录 1

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, 0xE5FFE643, 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, 0xFEF34DE2,
    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, 0xAAFBE615, 0xA7B8C0CC, 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, 0xEE2ED18, 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 HMI故障码列表

当 HMI 收到总线上任何一个设备上报的故障代码时, 按照下列规则进行转换后, 在车速位置显示故障代码, 显示优先级以接收到故障码的先后顺序为准, 当没有故障码时恢复原显示界面。

表9 故障码列表

序号	故障来源	故障代码	故障描述	显示内容	解决办法
1	MC	10	过流保护	Over Current Protect	5s 后自动恢复
2	MC	11	低压保护	Under Voltage Protect	电池充电
3	MC	12	过压保护	Over Voltage Protect	更换正确电池
4	MC	13	堵转保护	Rotor Locked	关机重启
5	MC	14	过热保护	Over Heat Protect	关机静置 30min 后重启
6	MC	15	温度传感器故障	NTC Fault	返修
7	MC	16	速度传感器故障	Speed Sensor Fault	检查或更换速度传感器
8	MC	17	力矩传感器故障	Torque Sensor Fault	返修
9	MC	18	马达本体故障	Motor Fault	返修
10	MC	19	BMS 校验失败	BMS Check Fault	更换电池
11	MC	20	PBU 校验失败	PBU Check Fault	更换按键
12	MC	21	HMI 校验失败	HMI Check Fault	更换仪表
13	BMS	40	过流警告(故障消失后, HMI 延时显示 3s)	Over Current Alarm	停止骑行后故障消失
14	PBU	60	+按键失效	+ Key Fault	检查或更换按键
15	PBU	61	-键失效	- Key Fault	检查或更换按键
16	PBU	62	i 键失效	- Key Fault	检查或更换按键
17	PBU	63	Light 键失效	Light Key Fault	检查或更换按键
18	PBU	64	Walk 键失效	Walk Key Fault	检查或更换按键
19	PBU	65	电源键失效	Power Key Fault	检查或更换按键
20	HMI	80	通讯故障	Communication Fault	检查线路或更换部件