

MOTINOVA E-Bike 电气系统通信协议

(OBC-B)

[填入文件编号]

编	制:	周雄
审	核:	肖睿
批	准:	王瑞瑾

武汉天腾动力科技有限公司

二〇二四年四月十一日

1 总则

系统通信总线采用 CAN2.0A 协议标准帧格式进行数据传输, 本文件制定了各设备 ID、报文传输格式、以及数据协议。

2 目的

提高 MOTINOVAE-Bike 电气系统各设备之间数据通信的信号稳定性、格式正确性及信息完整性。

3 适用范围

本文件适用于 MOTINOVA 小牙盘中置系统、MOTINOVA 大牙盘中置系统、MOTINOVA 轮毂电机控制系统的软件开发, 以及智能电池保护板、各类仪表的功能开发。

4 修订记录

表1 修订记录

日期	修订人	修订内容	版本
20221023	周雄	基于《MOTINOVA 中置驱动系统通信协议_V3r4_20220512》, 增加大牙盘中置系统和轮毂控制系统的相关内容。	V4. 0. 1
20221030	周雄	1、MC 发送 OBC 数据中增加自动关机时间; 2、增加 OBC 发送 MC 按键状态的指令。	V4. 1. 1
20230103	周雄	OBC 增加配置参数查询和写入指令	V4. 2. 1
20230208	周雄	基于 Envio1o 变速器增加电机与 OBC 交互的相关通信协议	V4. 3. 1
20230512	周雄	未增加影响功能性内容, 针对小牙盘和大牙盘系统的差异进行说明。	V4. 4. 1
20230610	周雄	BMS 运行信息中增加循环次数。	V4. 5. 1
20230728	周雄	增加 OBC 和 HMI 读取 BMS 用户使用记录指令。	V4. 6. 1
20231013	周雄	1、BMS 运行信息增加剩余充电时间; 2、BMS 设计信息增加电池包电芯颗数; 3、小牙盘电机与仪表之间增加各档位助力比、加速度、最大电流、最大转矩的增益设置; 4、电机与仪表之间增加限速微调值。	V4. 7. 1
20240411	周雄	增加产品标签的读写, 长度支持最多 32 字符。	V4. 8. 1

目录

1 总则.....	2
2 目的.....	2
3 适用范围.....	2
4 修订记录.....	2
MOTINOVA_E-Bike 电气系统通信协议(OBC-B).....	4
1 系统组成.....	4
2 硬件接口.....	4
2.1 仪表接口示意图.....	4
2.2 通信接口参考电路.....	5
2.3 注意事项.....	5
3 通信协议规则.....	5
3.1 软件配置.....	5
3.2 数据帧封装格式.....	5
3.2.1 数据帧格式.....	6
3.2.2 ID 分配.....	6
3.2.3 分包方式.....	6
3.3 数据流示意图.....	7
4 通信内容.....	7
4.1 MC 命令字定义.....	7
4.2 BMS 命令字定义.....	11
4.3 OBC 命令字定义.....	13
4.4 CDL 命令字定义.....	18
5 附录 1: CRC32 计算方法.....	19
5.1 CRC32 计算多项式表.....	19
5.2 CRC32 计算方法.....	20
6 附录 2: 警告/故障码列表.....	21
7 附录 4: 系统架构 1 仪表工作流程图.....	23
8 附录 5: 系统架构 2 仪表工作流程图.....	24
9 附录 6: 仪表开发注意事项.....	25

MOTINOVA_E-Bike 电气系统通信协议 (OBC-B)

1 系统组成

MC: 电机控制器 Motor Controller

BMS: 电池管理系统 Battery Management System

OBC: 车载计算机 On Board Computer

CDL: 通讯适配器 CAN Dongle

APP: 用户程序 Application

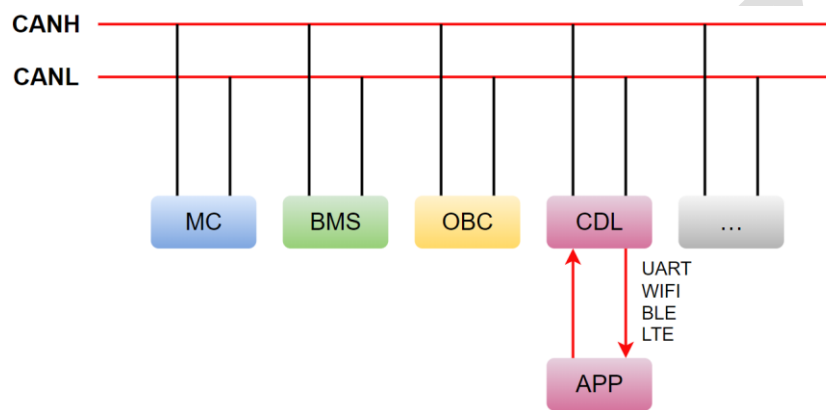


图1 系统通信接口示意图

2 硬件接口

2.1 仪表接口示意图

下图为两种系统架构的仪表接口示意图：

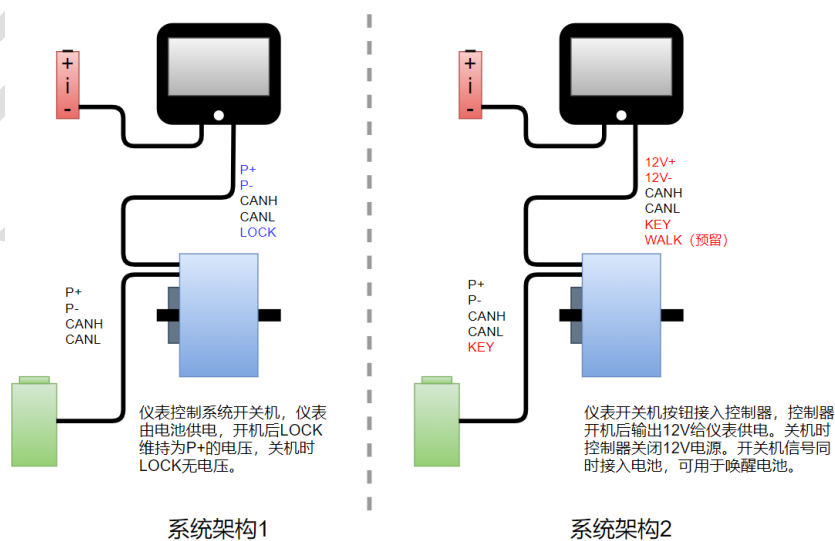


图2 仪表接口示意图

3.2.1 数据帧格式

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

表2 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。

3.2.2 ID 分配

表3 ID 分配

MC	Target	广播	MC	BMS	OBC	CDL
	CAN ID	0x710		0x712	0x713	0x715
BMS	Target	广播	MC	BMS	OBC	CDL
	CAN ID	0x720	0x721		0x723	0x725
OBC	Target	广播	MC	BMS	OBC	CDL
	CAN ID	0x730	0x731	0x732		0x735
CDL	Target	广播	MC	BMS	OBC	CDL
	CAN ID	0x750	0x751	0x752	0x753	

3.2.3 分包方式

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

MOTINOVA	文件名称：MOTINOVAE-Bike 电气系统通信协议 (OBC-B)					
	文件编号：[填入文件编号]			版本：V4. 8. 1		共 25 页 第 7 页

号，如下表所示：

表4 封装方式						
包序号	1				N	
内容	ID	Byte1~Byte8	ID	Byte1~Byte8	ID	Byte1~ByteN

3.3 数据流示意图

图4 数据流示意图

4 通信内容

4.1 MC 命令字定义

表5 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)	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	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 0x22: 推行模式 0x33: 智能模式	

				大灯状态:1byte 剩余电量:1byte 续航里程:2bytes 预留:2bytes 平均功耗:1byte PCB 温度:1bytes 绕组温度:1bytes MCU/MOS 温度:1bytes 开机后骑行里程:2bytes 开机后骑行时间:2byte 预留:3byte 变速器状态:1byte (仪表开机前 3s 检测此字节为 0xF0 时认为无变速器, 隐藏相关内容。)	0xF0-关, 0xF1-开 1%, 无效为 0xFF 1km, 无效为 0xFFFF (显示 “—”) 和 0xEEEE (隐藏续航里程显示) 0x00 0.01Ah/km, 无效为 0xFF +40℃ +40℃ +40℃ 0.1km 1s 填充 0x00 高 3 位: 变速器工作模式: 0x1-关机模式 0x2-手动模式 0x4-自动模式 低 5 位: 变速器当前档位 (1-24) 无变速器时, 填充 0xF0
0x710	0x0C	0x1104	MC 故障码 (存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后停止发送)	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: OBC 校验失	按位或输出, 0-正常, 1-故障

				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:MC 校验失败 0x0040:马达失速故障 0x0080:预留故障	
0x710	0x0C	0x1240	电机版本信息 (返回指令)	ASCII 字符	排列顺序为: MODEL、 SN、HW、FW; 每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 '.', 无效填充 0x20 FW 命名格式为 Vxrxrx_YYYYMMDD
0x710	0x0C	0x1305	关机就绪 (返回指令)	ASCII 字符	READY
0x710	0x0C	0x1510	骑行历史信息 (返回指令)	ODO 里程: 4bytes ODO 时间: 4bytes TRIP 里程: 4bytes TRIP 时间: 4bytes	0.1km 1min 0.1km 1min
0x710	0x0C	0x1720	特殊性说明	ASCII 字符	结束符为'.' , 无 效填充 0x20
0x710	0x0C	0x1808	关机指令 (架构2控制器 关机前发送)	ASCII 字符	SHUTDOWN
发送给 OBC					
0x713	0x11	0x5009	OBC 在线检测 (主动发送, 收 到返回或超时 停止)	ASCII 字符	HANDSHAKE
0x713	0x0C	0x5303	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK
0x713	0x0C	0x5408	返回 OBC 用户参 数	轮胎默认周 长:1byte	1cm

MOTINOVA		文件名称: MOTINOVAE-Bike 电气系统通信协议 (OBC-B)			
		文件编号: [填入文件编号]		版本: V4. 8. 1	共 25 页 第 11 页
				ECO 最大力矩增益:1byte NORM 最大电流增益:1byte NORM 最大力矩增益:1byte SPORT 最大电流增益:1byte SPORT 最大力矩增益:1byte TURBO 最大电流增益:1byte TURBO 最大力矩增益:1byte SMART 最大电流增益:1byte SMART 最大力矩增益:1byte 预留:12bytes	80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 0x00
4. 2 BMS 命令字定义					
表6 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)	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) SOH:1byte 循环次数:2bytes 剩余充电时间:2bytes	1mV 1mA, 有符型, 放电为负, 充电为正 1mAh 1mAh +40℃ 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 0~100% 次 1min

0x720	0x0C	0x1120	电芯电压 (返回指令)	Cell_1:2bytes Cell_16:2bytes 不足部分填充 0x00	1mV 1mV
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)	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 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	按位或输出, 0-正 常, 1-故障

				器故障 0x1000: 预留 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 200mA 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
0x720	0x0C	0x1410	电池设计信息 (返回指令)	设计容量: 2bytes 设计电压: 1byte 电芯型号: 8bytes 电芯数量: 1byte 预留: 4bytes	1mAh 1V ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 个 填充 0x00
0x720	0x0C	0x1540	电池版本信息 (返回指令)	ASCII 字符	排列顺序为: MODEL、SN、HW、FW; 每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 ' ', 无效填充 0x20; FW 命名格式为 Vxrxxr_x_YYYYMMDD.
0x720	0x0C	0x1810	用户使用记录 (返回指令)	电芯最高温: 1byte 电芯最低温: 1byte 最近充电间隔时间: 2bytes 最大充电间隔时间: 2bytes 预留: 10bytes	+40℃ +40℃ 小时 小时 填充 0x00

4.3 OBC 命令字定义

表7 OBC 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 (架构1仪表主动发送, 收到返回或超时停止)	ASCII 字符	SHUTDOWN, 收到 MC 的 READY 或超时 1s 后, 关闭开机信号
0x730	0x0C	0x1140	版本信息	ASCII 字符	排列顺序为: MODE、

			(返回指令)		SN、HW、FW; 每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 '.', 无效填充 0x20 FW 命名格式为 Vxrxxr_x_YYYYMMDD
0x730	0x0C	0x1405	关机就绪 (返回指令)	ASCII 字符	READY
0x730	0x0C	0x1504	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 0x0400: MC 通讯异 常	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 (控制器设计 4+1 个助力档位, 分别 为 ECO、NORM、 SPORT、TURBO、 SMART, 仪表参考此 配置设计档位数 量) 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 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	0x11	0x3300	查询用户参数 (主动发送, 收 到返回或超时 停止)		
0x731	0x16	0x3408	设置用户参数 (主动发送, 收 到返回或超时 停止)	周长微调值: 1byte 启动模式: 1byte 助力方案: 1byte	有符型, 单位 1cm, ±10.0cm 1-柔和, 2-正常, 3- 强劲 1-2 (仅适用于大牙 盘, 小牙盘发送)

				自动关机时间:1byte 限速微调:1byte 预留:3bytes	0x00) 1min, 设置为 0 时控制器不自动关机 (仅适用于大牙盘, 小牙盘发送 0x00) 有符型, 单位 1km/h, -50~0km/h (OBC 根据仪表需求书设定调节下限, 例如要求最低限速为 12km/h 时, 若电机读取的出厂限速为 25km/h, 则限速调节范围为 -13~0km/h) 填充 0x00
0x731	0x11	0x3500	查询骑行历史信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x731	0x16	0x3605	清除电机 TRIP 信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)	ASCII 字符	CLEAR
0x731	0x11	0x3900	OBC 读取电机版本信息		
0x731	0x0C	0x3A02	OBC 发送按键状态 (主动发送, 按键按下触发发送一次)	Byte1: 预留 Byte2: Bit7:0 Bit6:0 Bit5: 电源键 Bit4: +键 Bit3: -键 Bit2: Walk 键 Bit1: Light 键 Bit0: M/Set 键	0x00 按键状态按位或填充, 1-按下, 0-弹起
0x731	0x16	0x4008	OBC 设置自动变速器工作模式以及传动比或目标踏频 (主动发送, 收到返回或超时停止)	工作模式: 1byte 手动模式目标档位或自动模式目标踏频: 1byte (校准模式填充 0x00)	工作模式: 0x03-手动模式 0x04-自动模式 0x08-校准模式 手动模式目标档位: 1-最大档位 (5-24, 设置范围从电机读取)

[illegible]

				益:1byte TURBO 最大电流增益:1byte TURBO 最大力矩增益:1byte SMART 最大电流增益:1byte SMART 最大力矩增益:1byte 预留:12bytes	80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120%
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)		
0x732	0x11	0x5100	查询BMS版本信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x732	0x11	0x5200	查询BMS设计信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x732	0x11	0x5300	查询BMS电芯电压 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x732	0x11	0x5400	OBC/ECU 查询 BMS 用户使用记录 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
发送给 CDL					
0x735	0x0C	0x9003	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK
0x735	0x0C	0x9910	OBC 出厂默认配置 (功能关闭时, 界面上关闭内容显示)	额定电压:1byte 预留:1byte 启动模式:1byte 显示续航:1byte 显示电量百分	0-24V, 1-36V, 2-48V 填充 0x00 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 0-不显示, 1-显示 0-不显示, 1-显示

				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 语言:1byte 变速器设置:1byte 预留:5bytes	0-不显示, 1-显示 1~5 0-km/h, 1-mph 0-不支持, 1-支持 0-中文, 1-英文 0-关闭, 1-开启 填充 0x00
0x735	0x0C	0x9A20	产品条码	ASCII 字符	无效填充 0x00

4.4 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 OBC					
0x753	0x11	0x5400	查询版本信息		
0x753	0x16	0x5504	设置进入/退出按钮测试模式	ASCII 字符	STAR:进入 STOP:退出
0x753	0x16	0x6205	复位指令	ASCII 字符串	RESET
0x753	0x11	0x6400	查询 OBC 出厂默认配置		
0x753	0x16	0x6510	写入 OBC 出厂默认配置 (功能关闭时, 界面上关闭内容显示)	额定电压:1byte 预留: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 语言:1byte 变速器设置:1byte 预留:5bytes	0-24V, 1-36V, 2-48V 填充 0x00 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 0-中文, 1-英文 0-关闭, 1-开启 填充 0x00
0x753	0x11	0x6700	读取产品条码		
0x753	0x16	0x6820	写入产品条码	ASCII 字符	无效填充 0x00

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。

5 附录 1: CRC32 计算方法

5.1 CRC32 计算多项式表

```
1. uint32_t Crc32Table[ 256 ] =  
2. {  
3.     0x00000000, 0x04C11DB7, 0x09823B6E, 0x0D4326D9, 0x130476DC, 0x17C568B6,  
4.     0x1A864DB2, 0x1E475005, 0x2608EDB8, 0x22C9F00F, 0x2F8AD6D6, 0x2B4BCB61,  
5.     0x350C9B64, 0x31CD86D3, 0x3C8EA00A, 0x384FBDBD, 0x4C11DB70, 0x48D0C6C7,  
6.     0x4593E01E, 0x4152FDA9, 0x5F15ADAC, 0x5BD4B01B, 0x569796C2, 0x52568B75,  
7.     0x6A1936C8, 0x6ED82B7F, 0x639B0DA6, 0x675A1011, 0x791D4014, 0x7DDC5DA3,  
8.     0x709F7B7A, 0x745E66CD, 0x9823B6E0, 0x9CE2AB57, 0x91A18D8E, 0x95609039,  
9.     0x8B27C03C, 0x8FE6DD8B, 0x82A5FB52, 0x8664E6E5, 0xBE2B5B58, 0xBAEA46EF,  
10.    0xB7A96036, 0xB3687D81, 0xAD2F2D84, 0xA9EE3033, 0xA4AD16EA, 0xA06C0B5D,  
11.    0xD4326D90, 0xD0F37027, 0xDB056FE, 0xD9714B49, 0xC7361B4C, 0xC3F706FB,  
12.    0xCEB42022, 0xCA753D95, 0xF23A8028, 0xF6FB9D9F, 0xFBB8BB46, 0xFF79A6F1,  
13.    0xE13EF6F4, 0xE5FFEB43, 0xE8BCCD9A, 0xEC7DD02D, 0x34867077, 0x30476DC0,  
14.    0x3D044B19, 0x39C556AE, 0x278206AB, 0x23431B1C, 0x2E003DC5, 0x2AC12072,  
15.    0x128E9DCF, 0x164F8078, 0x1B0CA6A1, 0x1FCDBB16, 0x018AEB13, 0x054BF6A4,  
16.    0x0808D07D, 0x0CC9CDCA, 0x7897AB07, 0x7C56B6B0, 0x71159069, 0x75D48DDE,  
17.    0x6B93DDDB, 0x6F52C06C, 0x6211E6B5, 0x66D0FB02, 0x5E9F46BF, 0x5A5E5B08,  
18.    0x571D7DD1, 0x53DC6066, 0x4D9B3063, 0x495A2DD4, 0x44190B0D, 0x40D816BA,  
19.    0xACA5C697, 0xA864DB20, 0xA527FDF9, 0xA1E6E04E, 0xBFA1B04B, 0xBB60ADFC,  
20.    0xB6238B25, 0xB2E29692, 0x8AAD2B2F, 0x8E6C3698, 0x832F1041, 0x87EE0DF6,  
21.    0x99A95DF3, 0x9D684044, 0x902B669D, 0x94EA7B2A, 0xE0B41DE7, 0xE4750050,  
22.    0xE9362689, 0xEDF73B3E, 0xF3B06B3B, 0xF771768C, 0xFA325055, 0xFE34DE2,  
23.    0xC6BCF05F, 0xC27DEDE8, 0xCF3ECB31, 0xCBFFD686, 0xD5B88683, 0xD1799B34,  
24.    0xDC3ABDED, 0xD8FBA05A, 0x690CE0EE, 0x6DCDFD59, 0x608EDB80, 0x644FC637,  
25.    0x7A089632, 0x7EC98B85, 0x738AAD5C, 0x774BB0EB, 0x4F040D56, 0x4BC510E1,  
26.    0x46863638, 0x42472B8F, 0x5C007B8A, 0x58C1663D, 0x558240E4, 0x51435D53,  
27.    0x251D3B9E, 0x21DC2629, 0x2C9F00F0, 0x285E1D47, 0x36194D42, 0x32D850F5,  
28.    0x3F9B762C, 0x3B5A6B9B, 0x0315D626, 0x07D4CB91, 0x0A97ED48, 0x0E56F0FF,  
29.    0x1011A0FA, 0x14D0BD4D, 0x19939B94, 0x1D528623, 0xF12F560E, 0xF5EE4BB9,  
30.    0xF8AD6D60, 0xFC6C70D7, 0xE22B20D2, 0xE6EA3D65, 0xEBA91BBC, 0xEF68060B,  
31.    0xD727BBB6, 0xD3E6A601, 0xDEA580D8, 0xDA649D6F, 0xC423CD6A, 0xC0E2D0DD,  
32.    0xCDA1F604, 0xC960EBB3, 0xBD3E8D7E, 0xB9FF90C9, 0xB4BCB610, 0xB07DABA7,  
33.    0xAE3AFBA2, 0xAAFBE615, 0xA7B8C0CC, 0xA379DD7B, 0x9B3660C6, 0x9FF77D71,  
34.    0x92B45BA8, 0x9675461F, 0x8832161A, 0x8CF30BAD, 0x81B02D74, 0x857130C3,  
35.    0x5D8A9099, 0x594B8D2E, 0x5408ABF7, 0x50C9B640, 0x4E8EE645, 0x4A4FFBF2,  
36.    0x470CDD2B, 0x43CDC09C, 0x7B827D21, 0x7F436096, 0x7200464F, 0x76C15BF8,  
37.    0x68860BFD, 0x6C47164A, 0x61043093, 0x65C52D24, 0x119B4BE9, 0x155A565E,  
38.    0x18197087, 0x1CD86D30, 0x029F3D35, 0x065E2082, 0x0B1D065B, 0x0FDC1BEC,  
39.    0x3793A651, 0x3352BBE6, 0x3E119D3F, 0x3AD08088, 0x2A97D08D, 0x2056CD3A,  
40.    0x2D15EBE3, 0x29D4F654, 0xC5A92679, 0xC1683BCE, 0xCC2B1D17, 0xC8EA00A0,
```

```
41. 0xD6AD50A5, 0xD26C4D12, 0xDF2F6BCB, 0xDBEE767C, 0xE3A1CBC1, 0xE760D676,  
42. 0xEA23F0AF, 0xEEE2ED18, 0xF0A5BD1D, 0xF464A0AA, 0xF9278673, 0xFDE69BC4,  
43. 0x89B8FD09, 0x8D79E0BE, 0x803AC667, 0x84FBDDBD, 0x9ABC8BD5, 0x9E7D9662,  
44. 0x933EB0BB, 0x97FFAD0C, 0xAFB010B1, 0xAB710D06, 0xA6322BDF, 0xA2F33668,  
45. 0xBCB4666D, 0xB8757BDA, 0xB5365D03, 0xB1F740B4  
46. };
```

5.2 CRC32 计算方法

```
1. uint32_t CRC32_Calculate( uint8_t *pData, uint16_t Length )  
2. {  
3.     uint32_t nReg;  
4.     uint32_t nTemp = 0;  
5.     uint16_t i, n;  
6.  
7.     nReg = 0xFFFFFFFF;  
8.     for ( n = 0; n < Length; n++ )  
9.     {  
10.        nReg ^= (uint32_t) pData[ n ];  
11.        for ( i = 0; i < 4; i++ )  
12.        {  
13.            nTemp = Crc32Table[ ( uint8_t )( ( nReg >> 24 ) & 0xFF ) ];  
14.            nReg <<= 8;  
15.            nReg ^= nTemp;  
16.        }  
17.    }  
18.    return nReg;  
19. }
```

6 附录 2: 警告/故障码列表

当总线上任何一个设备上报警告/故障代码时, 显示设备按照下列规则进行转换后, 在屏幕上依次循环显示代码, 间隔周期为 1s, 显示顺序以接收到代码的先后顺序为准, 当超时 3s 未接受到任何警告/故障代码时恢复原显示界面。

表9 警告/故障码列表

信号来源	显示代码	类型	描述	显示内容	解决办法
MC	10	警告	过流保护	Over Current Protect	5s 后自动恢复
MC	11	警告	低压保护	Under Voltage Protect	电池充电
MC	12	警告	过压保护	Over Voltage Protect	更换正确电池
MC	13	警告	堵转保护	Rotor Locked	关机重启
MC	14	警告	过热保护	Over Heat Protect	关机静置 30min 后使用
MC	15	故障	温度传感器故障	NTC Fault	返修
MC	16	故障	速度传感器故障	Speed Sensor Fault	检查或更换速度传感器
MC	17	故障	力矩传感器故障	Torque Sensor Fault	返修
MC	18	故障	位置传感器故障	Motor Fault	返修
MC	19	警告	BMS 校验失败	BMS Check Fault	更换电池
MC	20	警告	OBC 校验失败	PBU Check Fault	更换按键
MC	22	故障	马达缺相	PhaseLine Fault	返修
MC	23	故障	踏频传感器故障	Cadence Sensor Fault	返修
MC	24	故障	指拨故障	Gas Sensor Fault	更换指拨
MC	25	故障	MOS 短路	MOS Short Circuit	返修
MC	26	故障	电压异常波动	Bus Voltage Abnormal	更换电池
MC	27	故障	处理器故障	MCU Fault	返修
MC	28	故障	电路故障	Circuit Fault	返修
MC	29	故障	TE 故障	TE MCU Fault	返修
MC	30	故障	TE 电路故障	TE Circuit Fault	返修
MC	31	警告	MC 校验失败	MC Check Fault	返修
MC	32	故障	马达失速	Motor Stall	返修
MC	33	故障	预留故障位	-	-
BMS	40	警告	预留故障位	-	-
BMS	41	警告	充电过压警告	Charge Over Voltage Alarm	停止充电或更换充电器
BMS	42	警告	放电低压警告	DisCharge Under Voltage Alarm	及时充电
BMS	43	警告	充电过流警告	Charge Over Current Alarm	更换充电器

BMS	44	警告	放电过流警告	Over Current Alarm	停止骑行后故障消失
BMS	45	警告	充电高温警告	Charge Over Heat Alarm	停止充电
BMS	46	警告	充电低温警告	Charge Low Temperature Alarm	停止充电
BMS	47	警告	放电高温警告	DisCharge Over Heat Alarm	关机静置 30min 后使用
BMS	48	警告	放电低温警告	DisCharge Low Temperature Alarm	建议停止使用
BMS	49	警告	MOS 高温警告	MOS Over Heat Alarm	5s 后自动恢复
OBC	60	故障	+按键失效	+ Key Fault	检查或更换按键
OBC	61	故障	-键失效	- Key Fault	检查或更换按键
OBC	62	故障	i 键失效	Set Key Fault	检查或更换按键
OBC	63	故障	Light 键失效	Light Key Fault	检查或更换按键
OBC	64	故障	Walk 键失效	Walk Key Fault	检查或更换按键
OBC	65	故障	电源键失效	Power Key Fault	检查或更换按键
OBC	70	故障	MC 通讯异常	MC Communication Fault	检查线缆或更换部件
PBU	71	故障	预留故障位 1	-	-
PBU	72	故障	预留故障位 2	-	-

7 附录 4: 系统架构 1 仪表工作流程图

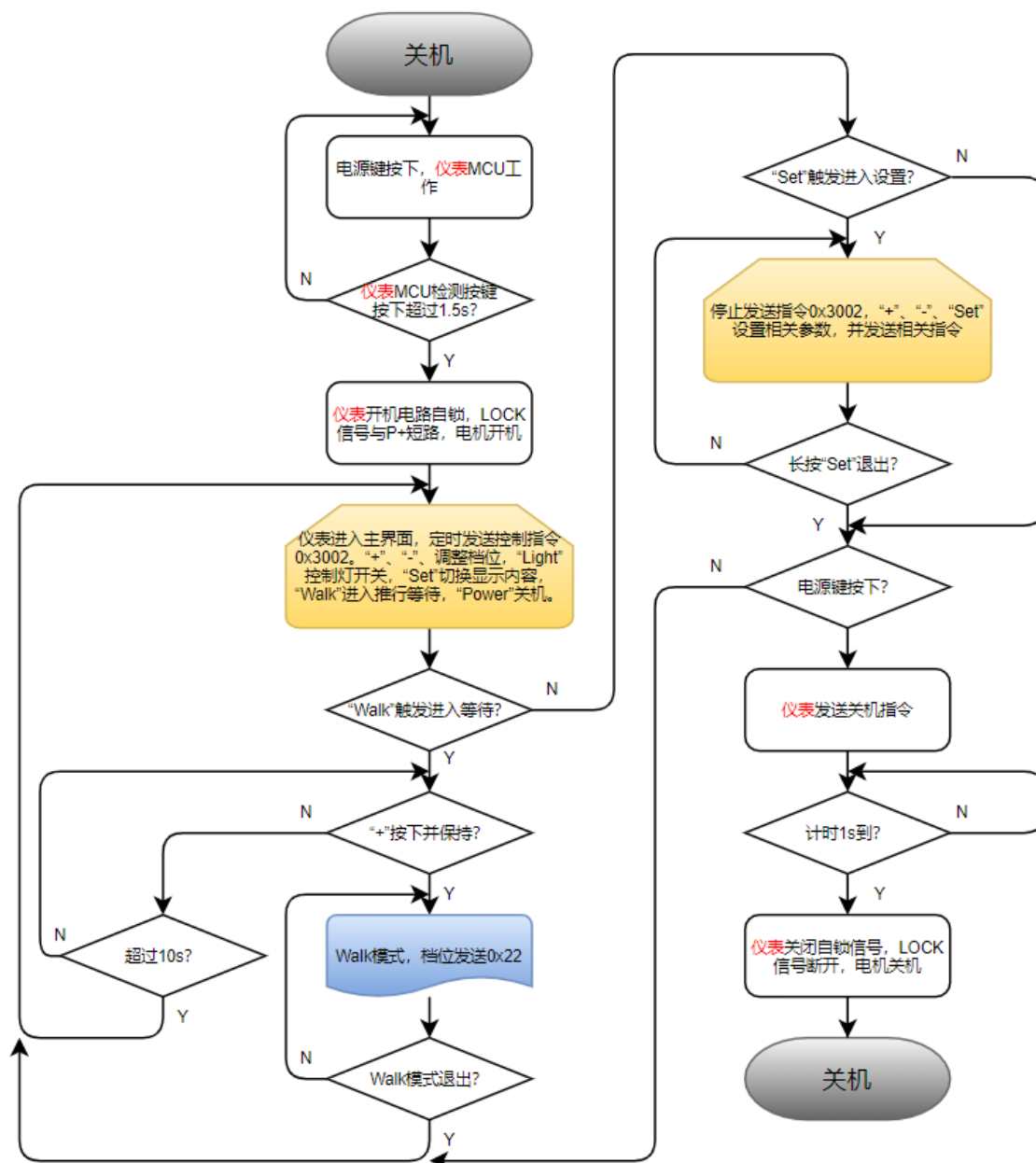


图5 系统架构 1 仪表工作流程图

8 附录 5: 系统架构 2 仪表工作流程图

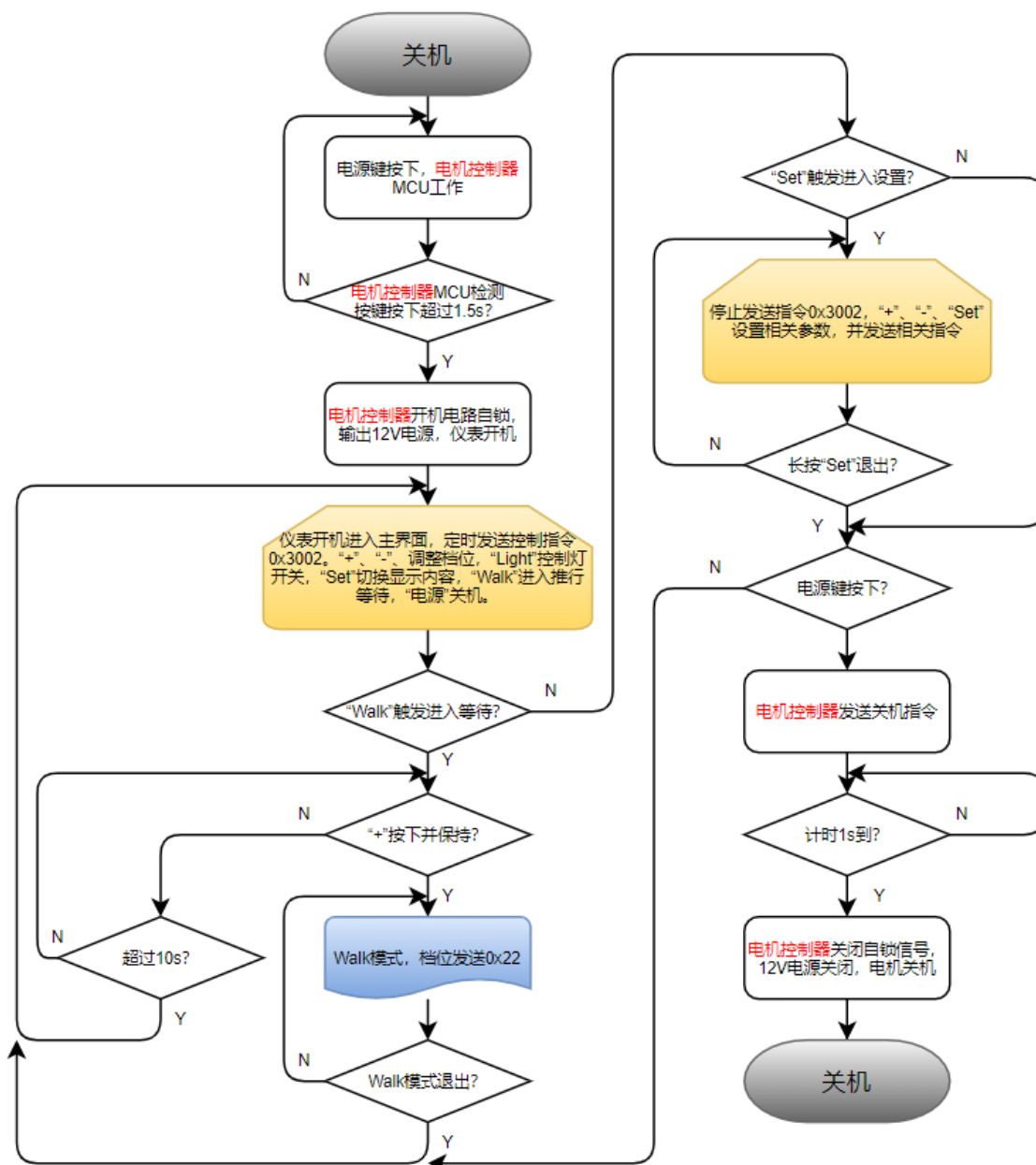


图6 系统架构 2 仪表工作流程图

9 附录 6: 仪表开发注意事项

协议正文中未规定的内容按照下列说明设计:

- 1) MC 或 BMS 出现故障时, 会定时 200ms 主动发送故障码, OBC 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, 可根据需求提示警告信息;
- 2) MC 和 BMS 的运行信息分别是接收到仪表的指令后及时返回, 建议控制 MC 的指令 (0x3002)、查询 BMS 运行信息的指令 (0x5000) 按照 100ms 依次循环定时发送;
- 3) 除了故障码之外, MC、BMS 不会主动发送其它的指令, OBC 会根据 MC 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 Bit, 并定时上报, 对于 BMS 的通信是否正常暂不作处理;
- 4) 其它的指令有相应的操作时进行发送, 例如仪表的设置指令、电机或电池的参数查询指令等;
- 5) 系统架构 1 中的仪表给电机的 LOCK 打开时, CAN 初始化会有个过程, 避免造成影响, 打开 LOCK 到开始给总线发送控制/查询指令需要等待 1s 后再进行;
- 6) 系统架构 2 中的仪表不需要处理电源键信号, 由控制器检测该信号的电平状态做开关机处理;
- 7) 仪表显示电量的数据来源, 从 MC 的运行信息中获取, MC 根据 BMS 通信状态自动调整 SOC 数值, 仪表未检测到 BMS 的运行信息时, 需隐藏电量百分比;
- 8) MC 未检测到 BMS 的运行信息时, 发送的运行信息中的续航里程为无效数据 0xEEEE, 此时仪表需隐藏续航显示页面;
- 9) 系统开机前 3s 为自动变速器自检的时间, 仪表需在 3s 后判断自动变速器的通信状态, 决定是否显示自动变速器的相关页面;
- 10) 仪表接收到进入测试模式的指令 (0x5504 STAR) 时, 需停止发送控制 MC 的指令 (0x3002)、查询 BMS 运行信息的指令 (0x5000), 以避免总线上其它设备进行固件更新时受到影响, 收到退出测试模式 (0x5504 STOP) 时可恢复发送。