

MOTINOVA E-Bike 电气系统通信协议

(BMS-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

二〇二四年七月十日

目录

1 总则.....	3
2 目的.....	3
3 适用范围.....	3
4 修订记录.....	3
MOTINOVA_E-Bike 电气系统通信协议(BMS-B)	4
1 系统组成.....	4
2 硬件接口.....	4
2.1 通信接口参考电路.....	4
2.2 注意事项.....	4
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.....	5
3.2.2 ID 分配.....	6
3.2.3 分包方式.....	6
4 通信内容.....	6
4.1 MC 命令字定义.....	6
4.2 BMS 命令字定义	7
4.3 PBU/OBC/ECU 命令字定义.....	9
4.4 HMI 命令字定义	10
4.5 CDL 命令字定义.....	11
5 附录 1: CRC32 计算方法.....	12
5.1 CRC32 计算多项式表.....	12
5.2 CRC32 计算方法.....	13
6 附录 2: 双电池方案使用说明	14
6.1 方案一.....	14
6.2 方案二.....	14
6.3 方案三.....	14

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
20221109	周雄	增加 BMS 故障日志的定义和读取指令	V4. 2. 1
20230610	周雄	运行信息增加循环次数	V4. 3. 2
20230728	周雄	增加 OBC 和 HMI 读取 BMS 用户使用记录指令。	V4. 4. 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。	V4. 5. 1
20240416	周雄	增加产品条码信息读写, 满足长条码需求。	V4. 6. 1
20240710	周雄	1、增加双电池相关内容; 2、取消 BMS 内终端电阻, 控制器和仪表各放置 120Ω 。	V4. 7. 1

- 1) ESD 保护电路设计需考虑电源线与通信线发生短路时, 不会导致 ESD 保护器件被击穿, 电源线最高电压按照 48V 系统最高工作电压 54.6V 测试;
- 2) 终端匹配电阻设计在 MC 和 PBU/OBC 内部, 其它部件预留;
- 3) BMS 需考虑通信接口电气隔离设计。

3 通信协议规则

3.1 软件配置

CAN 控制器推荐配置如下:

时钟频率: 1000 KHz / 2000 KHz

SJW: 1

BS1: 6

BS2: 1

波特率: 125Kbps / 250Kbps

采样点: 87.5%

3.2 数据帧封装格式

所有传输的数据按照标准帧进行封装, 将传输数据按顺序填入数据帧中。以下对数据帧格式、ID 分配、分包方式进行介绍。

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

ID 格式及各设备地址分配如下:

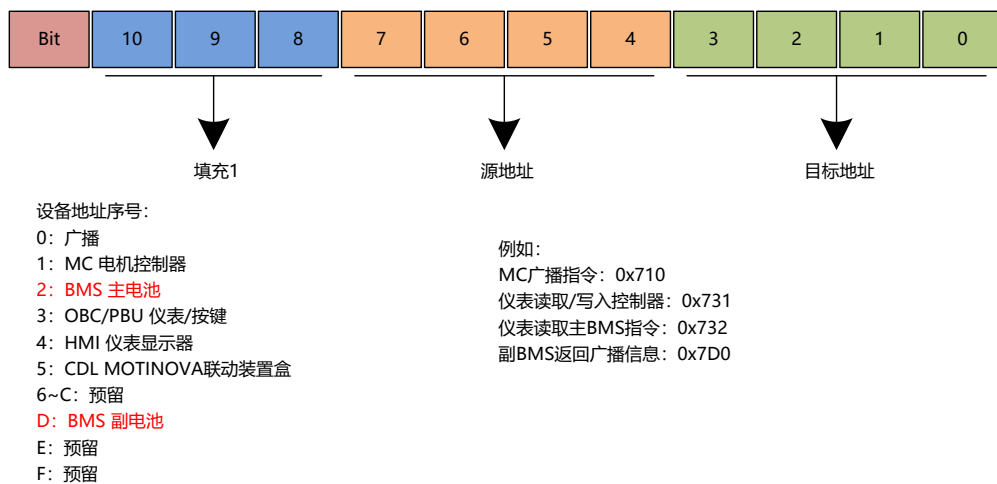


图3 ID 格式及各设备地址分配

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 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

4 通信内容

4.1 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	0x1305	关机就绪 (返回指令)	ASCII 字符	READY

发送给 BMS

0x712 0x71D	0x11	0x3009	BMS 在线检测 (主动发送, 收到返回或超时停止)	ASCII 字符	HANDSHAKE
0x712 0x71D	0x11	0x3300	查询 BMS 设计信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		

4.2 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 0x7D0	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, 1 有效) 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 Bit0:充电器接入 Bit1:充电 MOS 打开 Bit2:放电 MOS 打开 Bit3: 预留 Bit4: 预留 Bit5: 预留 Bit6: 预留 Bit7: 预留 0~100% 次 1min
0x720 0x7D0	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 0x7D0	0x0C	0x1204	BMS 故障码 (存在故障时 200ms 自动发送, 故障消失后	高 16 位: 0x0001:充电过压警告 0x0002:放电低压	按位或输出, 0-正常, 1-故障

			停止发送)	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: 温度传感器故障 0x1000: 预留 0x2000: 一级过流 保护 0x4000: AFE 故障 0x8000: MCU 故障	
0x720 0x7D0	0x0C	0x1308	关机指令 (主动发送, 收	ASCII 字符	常按开关键 2s, 或监测到母线电流小于

			到返回或超时 停止)		30mA 且 CAN 总线空闲 持续 10s 后, 执行发 送 SHUTDOWN, 延时 1s 后, 关闭放电开关
0x720 0x7D0	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 0x7D0	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 Vxrxrx_YYYYMMDD.
0x720 0x7D0	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
发送给 MC					
0x721 0x7D1	0x0C	0x3005	在线检测反馈 (返回指令)	ASCII 字符	READY
发送给 CDL					
0x725 0x7D5	0x0C	0x5720	产品条码	ASCII 字符	无效填充 0x00

4.3 PBU/OBC/ECU 命令字定义

表6 PBU/OBC/ECU 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
广播指令 (未注明为 PBU/OBC/ECU 通用)					
0x730	0x0C	0x1405	关机就绪 (返回指令)	ASCII 字符	READY
发送给 BMS (未注明为 PBU/OBC/ECU 通用)					
0x732 0x73D	0x11	0x5000	查询 BMS 运行信 息 (主动发送, 收 到返回或超时 停止)		

0x732 0x73D	0x11	0x5100	OBC/ECU 查询 BMS 版本信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x732 0x73D	0x11	0x5200	OBC/ECU 查询 BMS 设计信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x732 0x73D	0x11	0x5300	OBC/ECU 查询 BMS 电芯电压 (主动发送, 收到返回或超时停止)		
0x732 0x73D	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)		
0x732 0x73D	0x16	0x5502	写入电池 MOS 状态	MOS 状态: 1byte (按位或方式, 1 有效) 预留: 1byte	MOS 状态: Bit0: 充电 MOS 打开 Bit1: 放电 MOS 打开 Bit2: 预留 Bit3: 预留 Bit4: 预留 Bit5: 预留 Bit6: 预留 Bit7: 预留 填充 0x00

4. 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
发送给 BMS					
0x742 0x74D	0x11	0x5000	查询 BMS 版本信息 (主动发送, 收到返回或超时停止)		

0x742 0x74D	0x11	0x5100	查询BMS设计信息（主动发送，收到返回或超时停止）		
0x742 0x74D	0x11	0x5200	查询BMS电芯电压（主动发送，收到返回或超时停止）		
0x742 0x74D	0x11	0x5300	HMI 查询 BMS 用户使用记录（主动发送，收到返回或超时停止）		

4.5 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 BMS					
0x752 0x75D	0x11	0x3300	查询电池版本信息		
0x752 0x75D	0x11	0x3400	查询电池运行信息		
0x752 0x75D	0x11	0x3500	查询电芯电压		
0x752 0x75D	0x11	0x3600	查询电池设计信息		
0x752 0x75D	0x11	0x4500	读取产品条码		
0x752 0x75D	0x16	0x4620	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, 0x1FCDDB16, 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: 双电池方案使用说明

针对双电池使用时, 通过 CAN 报文 ID 中设备地址区分不同的电池, 可实现同时获取主副电池信息, 以及对主副电池充放电开关独立控制。

6.1 方案一

整车含切换器, 即主副电池的放电顺序由切换器控制, 仪表和电机控制器可获取主副电池信息。

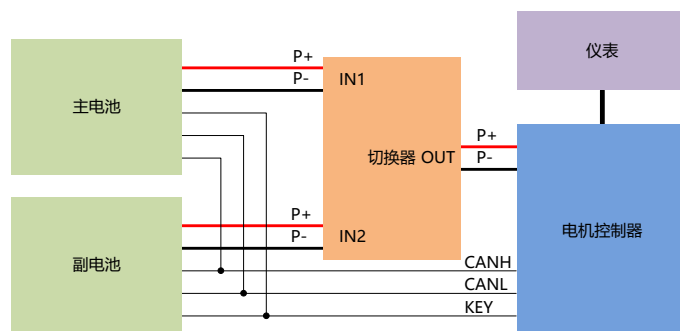


图4 双电池方案一架构图

6.2 方案二

主副电池的放电顺序由仪表控制, 仪表可按照设定的放电方案控制主副电池, 仪表和电机控制器可获取主副电池信息。

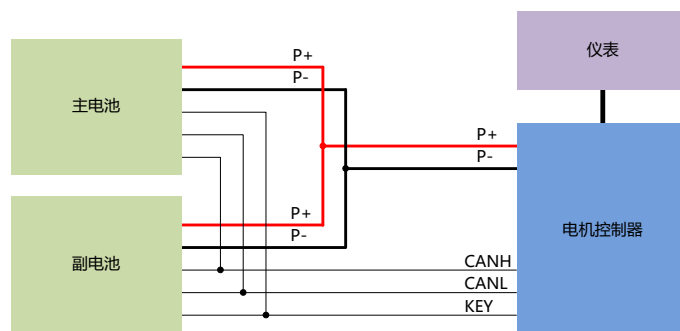


图5 双电池方案二架构图

6.3 方案三

主副电池的放电顺序由主电池控制, 主电池和副电池按照电池私有协议传输数据, 主电池根据按照设定的放电方案控制主副电池, 仪表和电机控制器可获取主副电池信息。方案架构图同方案三。