

MOTINOVA E-Bike 电气系统通信协议(电子变速器)

[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

二〇二四年十一月十一日

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 中置系统、轮毂电机控制系统用电子变速器部件的软件功能开发。

4 修订记录

表1 修订记录

日期	修订人	修订内容	版本
20241111	周雄	初版发布, 基于《MOTINOVA E-bike 电气系统通信协议_4r9》, 完成电子变速器相关协议的梳理。	V1.0

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(电子变速器).....	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.....	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.....	5
3.2.2 ID 分配.....	6
3.2.3 分包方式.....	6
4 通信内容.....	7
4.1 MC 命令字定义.....	7
4.2 CDL 命令字定义.....	8
4.3 电子变速器命令字定义.....	8
5 附录 1: CRC32 计算方法.....	10
5.1 CRC32 计算多项式表.....	10
5.2 CRC32 计算方法.....	11

MOTINOVA_E-Bike 电气系统通信协议(电子变速器)

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

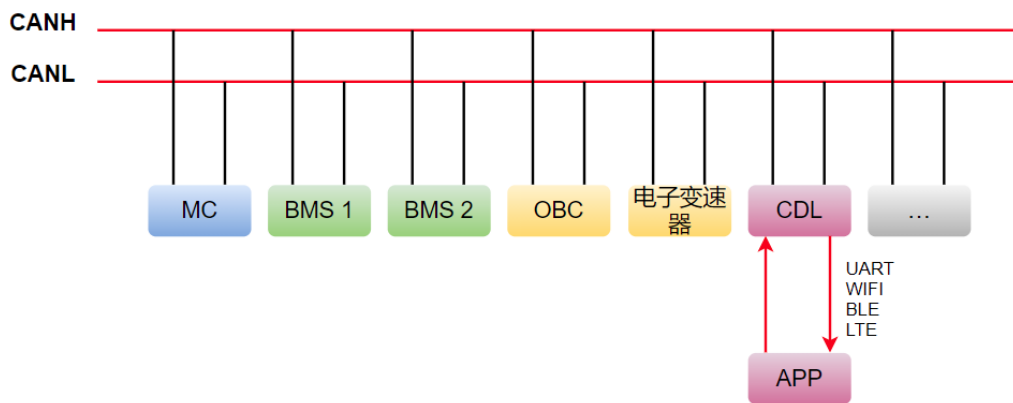


图1 系统通信接口示意图

2 硬件接口

2.1 通信接口参考电路

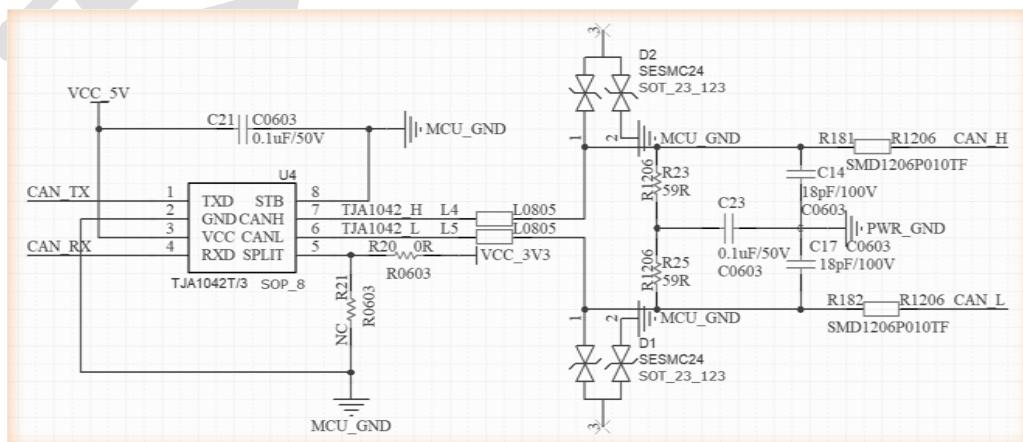


图2 通信接口参考电路

2.2 注意事项

图 3 展示的为各组件 CAN 通信接口参考电路, 设计时注意以下几点:

- 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 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 / 250 Kbps

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

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
发送给电子变速					
0x71A	0x11	0xF000	读取变速器工作参数		
0x71A	0x16	0xF110	写入变速器工作参数	自动休眠时间:1byte 轮胎周长:1byte 前牙盘齿数:1byte 后压盘齿数:1byte 变速器调节范围:2byte 预留:10bytes	1min 1cm 1T 1T Bit15-Bit12:调节模式 0x01-调档模式 0x02-变速比模式 0x03-自动模式 Bit11-Bit0:调节范围 1) 调档模式: 档位数量 2) 变速比模式: 变速比范围, 0.001 3) 自动模式: 目标踏频范围, 1rpm 填充 0x00
0x71A	0x16	0xF208	控制指令	运行模式:1byte 校准指令:1byte 目标参数:2bytes 预留:4bytes	0x01-档位设定模式 0x02-变速比设定模式 0x03-自动变速模式 0x04-加减档模式 预留, 0x00 1) 档位设定模式: 目标档位 2) 变速比设定模式: 目标变速比, 0.001 3) 自动变速模式: 目标踏频, 1rpm 4) 加减档模式: 0x05-加档, 0x0A-降档 填充 0x00

4.2 CDL 命令字定义

表5 CDL 命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
发送给电子变速器					
0x75A	0x11	0x9000	读取变速器版本信息		

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。

4.3 电子变速器命令字定义

表1 电子变速器命令字定义

ID	模式	命令字	功能	数据段	备注
广播指令					
0x7A0	0x0C	0x1010	变速器运行数据	运行状态:1byte 运行模式:1byte 目标参数:2bytes 实时电压:1byte 实时电流:1byte 预留:10bytes	初始化:0x00 变速完成/就绪:0x01 变速中:0x02 故障:0x08 0x01:档位设定模式 0x02:变速比设定模式 0x03:自动变速模式 0x04:加减档模式 1) 档位设定模式:目标档位 2) 变速比设定模式:目标变速比, 0.001 3) 自动变速模式:目标踏频, 1rpm 4) 加减档模式:0x0005-加档, 0x000A-降档 0.5V 0.1A 填充 0x00
0x7A0	0x0C	0x1140	变速器版本信息	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
发送给 MC					
0x7A1	0x0C	0x3010	变速器工作参数	自动休眠时间:1byte 轮胎周长:1byte 前牙盘齿数:1byte 后压盘齿数:1byte 变速器调节范围:2byte 预留:10bytes	1min 1cm 1T 1T Bit15-Bit12:调节模式 0x01-调档模式 0x02-变速比模式 0x03-自动模式 Bit11-Bit0:调节范围 调档模式:档位数量 变速比模式:变速比范围, 0.001 自动模式:目标踏频范围, 1rpm 填充 0x00
0x7A1	0x0C	0x3103	通用反馈指令 (返回指令)	ASCII 字符	ACK

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. }
```