

MOTINOVA E-Bike 电气系统通信协议

[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

二〇二五年一月十六日

目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 1 总则..... | 4 |
| 2 目的..... | 4 |
| 3 适用范围..... | 4 |
| 4 修订记录..... | 4 |
| MOTINOVA E-Bike 电气系统通信协议..... | 6 |
| 1 系统组成..... | 6 |
| 2 硬件接口..... | 6 |
| 2.1 通信接口参考电路..... | 6 |
| 2.2 注意事项..... | 7 |
| 3 通信协议规则..... | 7 |
| 3.1 软件配置..... | 7 |
| 3.2 数据帧封装格式..... | 7 |
| 3.2.1 数据帧格式..... | 7 |
| 3.2.2 ID 分配..... | 8 |
| 3.2.3 分包方式..... | 8 |
| 3.3 CDL 数据格式转换规则..... | 9 |
| 3.3.1 接收处理..... | 9 |
| 3.3.2 发送处理..... | 9 |
| 3.3.3 CDL 专用指令..... | 9 |
| 4 通信内容..... | 10 |
| 4.1 MC 命令字定义..... | 10 |
| 4.2 BMS 命令字定义..... | 31 |
| 4.3 PBU/OBC/ECU 命令字定义..... | 36 |
| 4.4 HMI 命令字定义..... | 43 |
| 4.5 CDL 命令字定义..... | 46 |
| 4.6 电子变速器命令字定义..... | 65 |
| 5 附录 1: CRC32 计算方法..... | 67 |
| 5.1 CRC32 计算多项式表..... | 67 |
| 5.2 CRC32 计算方法..... | 68 |
| 6 附录 2: 警告/故障码列表..... | 69 |
| 7 附录 3: 升级协议及流程..... | 71 |
| 7.1 升级流程图..... | 71 |
| 7.2 升级协议..... | 71 |
| 8 附录 4: PBU 开机密码工作流程图..... | 74 |
| 9 附录 5: MC 故障日志数据结构定义..... | 75 |
| 9.1 目的..... | 75 |
| 9.2 方法..... | 75 |
| 9.3 协议..... | 75 |
| 9.4 数据结构定义..... | 76 |
| 10 附录 6: BMS 故障日志数据结构定义..... | 78 |
| 10.1 目的..... | 78 |

| | |
|------------------|----|
| 10.2 方法..... | 78 |
| 10.3 协议..... | 78 |
| 10.4 数据结构定义..... | 79 |

仅供内部传阅

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 MOTINOVA E-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 Volans、Pegasi、Migic 系列中置系统和轮毂电机控制系统的软件开发，以及智能电池保护板、各类仪表及其它配件的功能开发。

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 |
| 20221030 | 周雄 | 1、大牙盘和轮毂控制器协议 MC 发送给 OBC 数据中增加自动关机时间； 2、大牙盘和轮毂控制器协议整车参数增加一预留位； 3、大牙盘 OBC 类仪表增加按键状态发送给电机指令。 | V4.1 |
| 20221109 | 周雄 | 增加 BMS 故障日志的定义和读取指令 | V4.2 |
| 20230103 | 周雄 | OBC 增加配置参数查询和写入指令 | V4.3 |
| 20230130 | 周雄 | 基于 Envio10 变速器增加电机与 OBC 交互的相关通信协议 | V4.4 |
| 20230303 | 周雄 | 1、针对小牙盘用户参数 2 增加尾灯模式 5 和尾灯模式 6； 2、增加尾灯控制脉宽和控制周期参数； 3、针对大牙盘和轮毂，增加调试信息指令和前后灯控制参数。 | V4.5 |
| 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。 | V4.6 |
| 20231226 | 周雄 | 1、小牙盘用户参数 1、用户参数 2、马达参数修改并增加部分参数，包含指拨控制参数、电量限速和限流配置、发送功率配置、限速微调、 | V4.7 |

| | | | |
|----------|----|---|--------|
| | | 各挡位最大力矩和电流增益系数等; 2、大牙盘增加电机过热保护参数、踏频助力参数。 | |
| 20240411 | 周雄 | 1、小牙盘电机历史信息 1 预留 4 字节分别用于 ODO 里程和时间, 不可清除; 2、骑行历史增加写入指令; 3、仪表运行历史增加 ODO 里程和时间; 4、小牙盘增加电机标签信息, 长度 32bytes, 支持可读写; 5、增加电池产品标签, 长度 32bytes, 支持可读写。 6、增加仪表产品标签, 长度 32bytes, 支持可读写。 | V4. 8 |
| 20241111 | 周雄 | 1、轮毂控制器增加 MOS 内阻校准相关指令; 2、增加控制器进入测试模式指令, 此时控制器停止发送数据; 3、增加双电池相关 ID, BMS 运行信息中运行状态增加充放电 MOS 开关, 增加 OBC 设置 BMS 开关指令, 并取消 BMS 终端电阻; 4、MC 返回 OBC 的 0x5408 预留字节增加定速巡航功能开关, 并增加广播信息表示定速巡航功能状态 (0x1902); 5、OBC 设置 MC 用户参数 0x3408 预留字节增加定速巡航功能开关; 6、0x4400 指令不能使用, 影响联动装置盒功能; 7、大牙盘历史信息中原 ODO 里程和时间作为车架里程和时间, 引用小牙盘改写指令, 预留部分增加电机 ODO 里程和时间, 不支持清除和改写; 8、大牙盘和轮毂增加整车信息 2 和用户骑行参数; 9、大牙盘和轮毂增加读取产品标签指令; 10、增加设置 CAN 总线状态指令, 复位唤醒; 11、大牙盘增加位置校准指令; 12、增加电子变速器相关指令。 | V4. 9 |
| 20250305 | 周雄 | 1、增加读取故障日志地址指令; 2、BMS 增加补充信息, 获取有关电池寿命信息; 3、增加 HW 信息写入指令; 4、增加功能配置参数导入和写入指令; 5、增加客户定制编号的读取和写入, 用于 Bootloader 识别。 | V4. 10 |

MOTINOVA E-Bike 电气系统通信协议

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

OBC: 车载计算机 OnBoard Computer

CDL: 通讯适配器 CAN Dongle

APP: 用户程序 Application

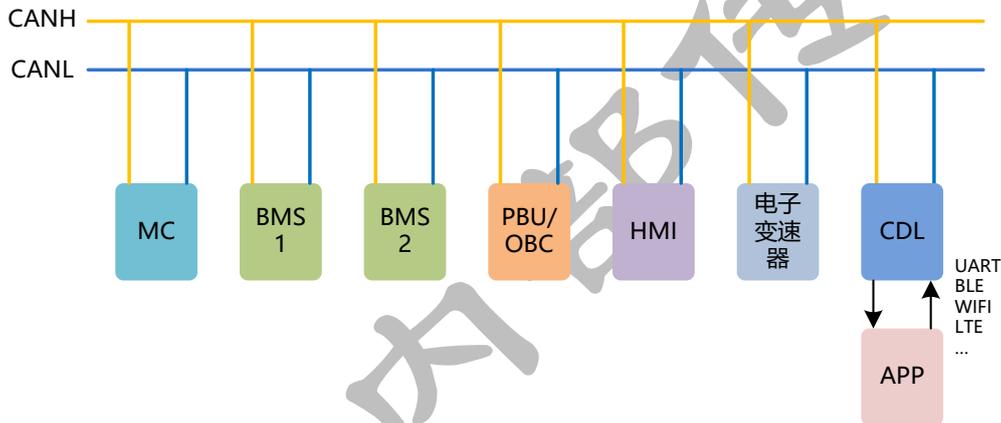


图1 系统通信接口示意图

2 硬件接口

2.1 通信接口参考电路

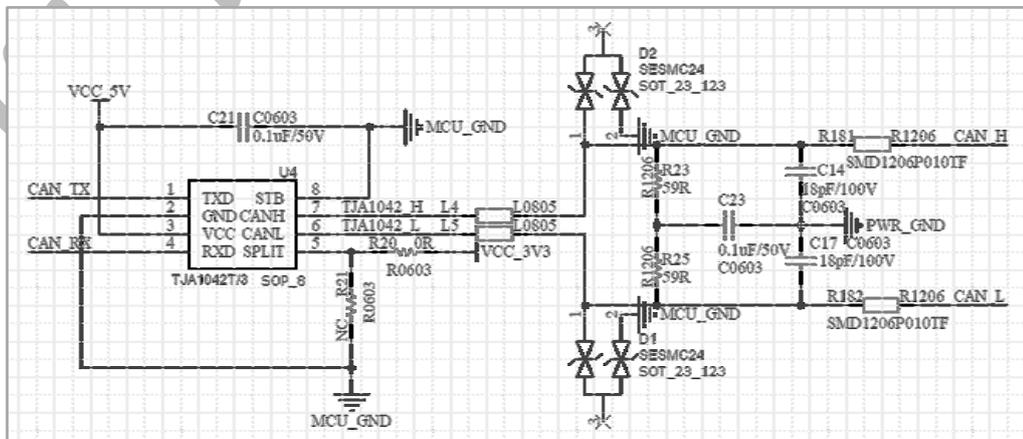


图2 通信接口参考电路

2.2 注意事项

图 2 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 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: 1000KHz / 2000KHz

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:

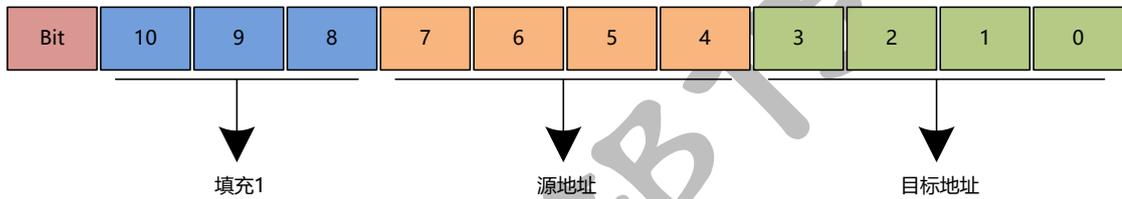
- 1) 帧头固定为 0x55 0xAA, 帧尾固定为 0xF0;
- 2) 帧模式包含读 0x11, 写 0x16, 和上报 0x0C, 任何设备收到写指令时, 需根据数据来源发送通用反馈指令;
- 3) LENGTH 命令段总长度, 占用 1 字节, 有效值为 0x02~0xFF;
- 4) COMMAND 为命令字, 占用 2 个字节, 第 1 字节为命令字序号, 第 2 字节为数据

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 格式和设备地址分配如下:



设备地址序号:

- 0: 广播
- 1: MC 电机控制器
- 2: BMS 主电池
- 3: OBC/PBU 仪表/按键
- 4: HMI 仪表显示器
- 5: CDL MOTINOVA 联动装置盒
- 6~9: 预留
- A: 电子变速器
- B~C: 预留
- D: BMS 副电池
- E~F: 预留

例如:

- MC 广播指令: 0x710
- 仪表读取/写入控制器: 0x731
- 仪表读取主BMS指令: 0x732
- 副BMS返回广播信息: 0x7D0

图3 ID 格式和设备地址分配

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 |

3.3 CDL 数据格式转换规则

3.3.1 接收处理

CDL 接收到 CAN 总线数据后, 按照下表格式插入 ID, 完成转发:

表4 CDL 数据转换格式

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

其中 ID 占用 2 字节。

3.3.2 发送处理

CDL 接收到其它设备按照上表格式发送的数据后, 取数据包中的 ID 作为当前发送数据帧的 CAN ID, 并以表 1 格式完成分包转发。

3.3.3 CDL 专用指令

用于 CDL 与 APP 之间的数据交互, 此部分指令不需要通过 CDL 发送到 CAN 总线。

3.3.3.1 CDL 在线检测

在其它 UART、WIFI、BLE 等接口方式的设备 APP 通过 CDL 访问 CAN 总线上 MC、BMS、PBU、HMI、OBC 等设备时, 需要先确认 CDL 连接是否正常。

1) APP 定时 200ms 发送, 收到 CDL 返回或超时 2s 停止发送, 收到 CDL 返回表示 CDL 在线, 超时 2s 未收到 CDL 返回表示 CDL 离线:

[55 AA 07 FF 11 02 11 00 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

2) CDL 返回:

[55 AA 07 FF 0C 02 11 00 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

3.3.3.2 设备开关机

1) APP 定时 200ms 发送, 收到 CDL 返回或超时 2s 停止发送, 并显示开机结果:

[55 AA 07 FF 16 03 22 01 DATA CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

DATA 含义如下: 0xF0:关机, 0xF1:开机

2) CDL 接收到指令后使能开机信号, 同时返回:

[55 AA 07 FF 0C 03 22 01 DATA CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

DATA 含义如下: 0xF0:关机, 0xF1:开机

3.3.3.3 上报系统供电方式

CDL 定时 2s 发送一次系统供电方式, APP 显示供电方式, 数据如下:

[55 AA 07 FF 0C 03 33 01 DATA CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

DATA 含义如下：

0x00：适配器未接入、外部设备无电池

0x01：适配器未接入、外部设备含电池

0x11：适配器接入、外部设备含电池

0x10：适配器接入、外部设备无电池

3.3.3.4 CDL 复位

1) APP 定时 200ms 发送，收到 CDL 返回或超时 2s 停止发送，并显示复位结果：

[55 AA 07 FF 11 02 44 00 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

2) CDL 收到指令后返回指令，然后复位：

[55 AA 07 FF 0C 02 44 00 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

3.3.3.5 设备校验

通过其它 UART、WIFI、BLE 等接口方式的设备 APP 连接 CDL，需要对设备与 CDL 进行双向校验。

1) APP 发送随机码和校验密钥给到 CDL：

[55 AA 07 FF 16 16 55 14 随机码 密钥 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

其中随机码长度为 12Bytes，密钥长度为 8Bytes。

2) CDL 根据随机码和密钥进行计算后，将校验码发送给 APP，由 APP 判断校验是否成功：

[55 AA 07 FF 0C 1D 55 1B 校验结果 版本号 CRC1 CRC2 CRC3 CRC4 F0]

其中校验结果长度为 12Bytes，版本号为 15Bytes，格式为 Vx. x. x_YYYYMMDD。

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 电机转速:2bytes 电功率:2bytes 母线电压:2bytes 母线电流:2bytes 踏频:1byte 踩踏力矩:1byte | 0.1km/h 1rpm 1W 1mV 1mA 1rpm 1N.m |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------|--|---|
| | | | | 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 或力矩 AD 值 ^[1] 平均功耗:1byte PCB 温度:1bytes 绕组温度:1bytes MOS 温度:1bytes 开机后骑行里 程:2bytes 开机后骑行时 间:2byte 传感器 1:1byte ^[2] 传感器 2:1byte ^[3] 传感器 3:1byte ^[4] 变速器状态:1byte [1]仅用于控制器 测试 [2]仅用于控制器 测试 [3]仅用于控制器 测试 [4]仅用于控制器 测试 | 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 WALK 0x33:智能模式 SMART 0xF0-关, 0xF1-开 1%, 0~100%, 无效为 0xFF 1km 0xFFFF: 仪表显示 “—” 0xEEEE: 仪表隐藏续航显 示 1km 0.01Ah/km, 无效为 0xFF +40°C +40°C +40°C 0.1km 1s 高 3 位: 变速器工作模 式: 0x1-关机模式/初始化 0x2-手动模式 0x4-自动模式 低 5 位: 变速器当前档位 (1-32) / 变速比 无变速器时, 填充 0xF0 |
| 0x710 | 0x0C | 0x1104 | MC 故障码 (存在故障时) | 0:无故障 低 16 位: | 按位或输出, 0-正常, 1-故障, 未描述的故障位填 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------------------------|--|--|
| | | | 200ms 自动发送, 故障消失后停止发送) | 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:速度传感器故障 0x0040:力矩传感器故障 0x0080:霍尔/位置传感器故障 0x0100: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:转把故障 高 16 位: 0x0001:MOS 短路 0x0002:电压异常波动 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 0x0080:预留故障 | 0 |
| 0x710 | 0x0C | 0x1240 | 电机版本信息 (返回指令) | ASCII 字符 | 1) 排列顺序为: MODEL、SN、HW、FW; 2) 每条信息长度为 16 bytes, 结束符为'.', 无效填充 0x20 3) HW 命名格式参考附录 7 4) FW 命名格式为 Vxrxrx_YYYYMMDD, 例如 V1r0r0_20220101. |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|--|---|--|
| 0x710 | 0x0C | 0x1305 | 关机就绪 (接收到 OBC/BMS 关机指 令时返回) | ASCII 字符 | READY |
| 0x710 | 0x0C | 0x1401 | 在线检测结果 (返回指令) | 0x00:系统正常 0x01:BMS 离线 0x02:PBU/OBC 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 |
| 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 | 0x1608 | 姿态传感器信 息 (返回指令) | 俯仰角绝对数 值:2bytes 横滚角绝对数 值:2bytes 俯仰角相对数 值:2bytes 横滚角相对数 值:2bytes | 0.1°, ±1800 0.1°, ±1800 0.1°, ±1800 0.1°, ±1800 |
| 0x710 | 0x0C | 0x1720 | 定制信息 | ASCII 字符 | 1) 结束符为'.' , 无效 填充 0x20; 2) 格式为: 客户编号- 车架编号-Vxrx, 例如 TC011000-MS0000-V0r1. |
| 0x710 | 0x0C | 0x1808 | 关机指令 (控制器关机 前发送) | ASCII 字符 | SHUTDOWN |
| 0x710 | 0x0C | 0x1902 | 定速巡航状态 (进入后定时 1s 发送,退出后 停止发送) | 功能开关:1byte 启动标志:1byte | 0xAA 0x01:启动 0x00:退出 |
| 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 | 0x11 | 0x3100 | 查询 BMS 物理 | | |

| | | | | | |
|--------------------|------|--------|---------------------------------|--|---|
| 0x71D | | | ID (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x712 0x71D | 0x11 | 0x3200 | 查询BMS校验码 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x712 0x71D | 0x11 | 0x3300 | 查询BMS设计信息 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 发送给 PBU/OBC | | | | | |
| 0x713 | 0x11 | 0x5009 | PBU/OBC 在线检测 (主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符 | HANDSHAKE |
| 0x713 | 0x11 | 0x5100 | 查询PBU/OBC物理ID (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x713 | 0x11 | 0x5200 | 查询PBU/OBC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 |
| 0x713 | 0x0C | 0x5408 | 返回用户参数 | 轮胎默认周长:1byte 启动模式:1byte 限速:1byte 周长微调:1byte 助力方案:1byte 自动关机时间:1byte 限速微调值:1byte 转把定速巡航功能开关:1bytes | 1cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 1km/h ±10cm, 有符型 1-2 1min 有符型, 1km/h 0xAA: 开启 其它: 关闭 |
| 0x713 | 0x0C | 0x5410 | (停用) | | |
| 0x713 | 0x0C | 0x5510 | 返回变速器参 | 校准状态:1byte | 0x00:校准完成或无需校 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|-----------------------------------|---|---|
| | | | | 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% 0x00 |
| 发送给 HMI | | | | | |
| 0x714 | 0x11 | 0x7009 | HMI 在线检测 (主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符 | HANDSHAKE |
| 0x714 | 0x11 | 0x7100 | 查询 HMI 物理 ID (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x714 | 0x11 | 0x7200 | 查询 HMI 校验码 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x714 | 0x0C | 0x7308 | 配置参数查询结果 (返回指令) | 轮胎默认周 长:1byte 启动模式:1byte 限速:1byte 周长微调:1byte 预留:4bytes | 1cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 1km/h ±10cm, 有符型 填充 0x00 |
| 0x714 | 0x0C | 0x7403 | 通用反馈指令 (返回指令) | ASCII 字符 | ACK |
| 发送给 CDL | | | | | |
| 0x715 | 0x0C | 0xA020 | 用户参数 1 (返回指令) [小牙盘] | 指拨参数:1byte | 0x55-不支持 Bit7-Bit3: 指拨限速微 调, 全为 1 时, 限速 6km/h (Walk) Bit2: 启动方式, 0-零速, 1-带速 Bit1: 挡位限制, 0-不限 制, 1-限制 Bit0: 控制方式, 0-速度 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|
| | | | | 启动模式:1byte 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 停机时间:2bytes 1ms 限速值:1byte Bit7: 根据 SOC 限速标志, 0-限制, 1-不限 Bit6-Bit0: 限速设置, 1km/h 下降速度:1byte 1~5 个等级 前飞:1byte T 后飞:1byte T 限流:1byte Bit7: 根据 SOC 限流标志, 0-限制, 1-不限 Bit6-Bit0: 限速设置, 1A 温度预警:1byte +40°C 温度保护:1byte +40°C 无码表支持:1byte 0x55-不支持 0xAA-支持 轮胎周长:1byte 1cm 电机系列号:1byte 1~15 ECO 助力比增益:1byte 0.01 倍, 50~150 ECO 加速度增益:1byte 0.01 倍, 50~150 NOMA 助力比增益:1byte 0.01 倍, 50~150 NOMA 加速度增益:1byte 0.01 倍, 50~150 SPORT 助力比增益:1byte 0.01 倍, 50~150 SPORT 加速度增益:1byte 0.01 倍, 50~150 TURBO 助力比增益:1byte 0.01 倍, 50~150 TURBO 加速度增益:1byte 0.01 倍, 50~150 SMART 助力比增益:1byte 0.01 倍, 50~150 SMART 加速度增益:1byte 0.01 倍, 50~150 速度检测信号个数:1byte 1~100 踏频启动信号个 | 控制, 1-力矩控制 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 1ms Bit7: 根据 SOC 限速标志, 0-限制, 1-不限 Bit6-Bit0: 限速设置, 1km/h 1~5 个等级 T T Bit7: 根据 SOC 限流标志, 0-限制, 1-不限 Bit6-Bit0: 限速设置, 1A +40°C +40°C 0x55-不支持 0xAA-支持 1cm 1~15 0.01 倍, 50~150 0.01 倍, 50~150 1~100 1~100 |
|--|--|--|--|---|---|

| | | | | | |
|-------|------|--------|---------------------------|--|---|
| | | | | 数:1byte 速度传感器信号来源:1byte 周长微调值:1byte 欠压保护参数:2bytes 推行限速:1byte 推行马达转速:1byte | 0x55-车轮触发 0xAA-踏频估算 0xEE-通讯获取 1cm, 有符型 Bit15: 保护方式, 0-电压, 1-电量 Bit14-Bit12: 保护延时, 5+n*10, 最大 75s Bit11-Bit0: 欠压保护电压, 1mV 0.1km/h 1rpm |
| 0x715 | 0x0C | 0xA110 | 马达参数 (返回指令) [小牙盘] | 额定功率:2bytes 额定转速:2bytes 定子电阻:2bytes 定子 Lq:2bytes 定子 Ld:2bytes 反电动势:2bytes 额定电压:1bytes 预留:3bytes | Bit15-Bit11: 上报功率分频系数, 0-不分频 Bit10-Bit0: 配置额定功率 例如 0xF9F4, 上报最大功率为 500 / ((31+1)/32) 1rpm 1mΩ 1mH 1mH 1mV 1V 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xA230 | 运行历史 1 (返回指令) [小牙盘] | 开机次数:4bytes 使用时间:4bytes 过流保护:2bytes 低压保护:2bytes 过压保护:2bytes 堵转保护:2bytes 过热保护:2bytes SPS 故障:2bytes TQS 故障:2bytes 霍尔故障:2bytes 马达缺相:2bytes NTC 故障:2bytes BMS 校验失败:2bytes HMI 校验失败:2bytes | 次 1min 次 次 次 次 次 次 次 次 次 次 次 次 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------------------|---|---|
| | | | | PBU 校验失败:2bytes PCB 最高温度:1byte PCB 最低温度:1byte ODO 里程:4bytes 绕组最高温度:1byte 绕组最低温度:1byte MCU 最高温度:1byte MCU 最低温度:1byte ODO 时间:4bytes | 次 +40°C +40°C 0. 1km +40°C +40°C +40°C +40°C 1min |
| 0x715 | 0x0C | 0xA318 | 力矩传感器零点值 (返回指令) [小牙盘, 单力矩] | 历史数值 1~历史数值 9:18bytes 最大值:2bytes 最小值:2bytes 当前值:2bytes | |
| 0x715 | 0x0C | 0xA408 | 校验码计算密钥 (返回指令) | 密钥:8bytes | ASCII |
| 0x715 | 0x0C | 0xA520 | 生产信息 (返回指令) | 生产商:8bytes 产地:8bytes 生产日期:8bytes 产品标识:8bytes | ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, YYYYMMDD MM_MV1.:Volans MM_MP1.:Pegasi MM_MC1.:CITY MM_MT1.:MTB MM_MG1.:CARGO GF_250_1:前轮毂 250W GF_350_1:前轮毂 350W GR_250_1:后轮毂 250W GR_350_1:后轮毂 350W GR_500_1:后轮毂 500W GR_750_1:后轮毂 750W GR_10X_1:后轮毂 1000W |
| 0x715 | 0x0C | 0xA610 | 自定义可存储字符串 1 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-----------------------------------|--|--|
| 0x715 | 0x0C | 0xA710 | 自定义可存储字符串 2 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x715 | 0x0C | 0xA810 | 自定义可存储字符串 3 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x715 | 0x0C | 0xA903 | 通用反馈指令 (返回指令) | ASCII 字符 | ACK |
| 0x715 | 0x0C | 0xAA04 | 力矩传感器校正信息 (返回指令) [小牙盘, 单力矩] | 启动值:2bytes 标定系数:1byte 预留:1byte | 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xAB88 | 返回存储器指定起始和结束地址的数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes 数据:128bytes | 结束地址-起始地址 < 128 时, 填充 0xFF |
| 0x715 | 0x0C | 0xAC10 | 运行历史 2 (返回指令) [小牙盘] | MCU 故障次数:2bytes 踏频故障次数:2bytes 指拨故障次数:2bytes MOS 短路次数:2bytes 电压异常次数:2bytes 电路异常次数:2bytes TE MCU 异常次数:2bytes TE 电路异常次数:2bytes | 次 次 次 次 次 次 次 次 |
| 0x715 | 0x0C | 0xAD20 | 用户参数 2 (返回指令) [小牙盘] | 俯仰角零度偏移:2bytes 横滚角零度偏移:2bytes 支持角度传感器标志:1byte 尾灯工作模式:1byte | 0.1°, ±900 0.1°, ±900 0x55-不支持 0xAA-支持 0x01: 模式 1, 连接尾灯, 开灯时低亮, 刹车时高亮 0x02: 模式 2, 连接尾灯, 开灯时高亮, 刹车时闪烁 0x03: 模式 3, 连接刹车灯, 刹车时高亮 |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | <p>0x04: 模式 4, 连接刹车灯, 刹车时闪烁</p> <p>0x05: 模式 5, 开机常亮</p> <p>0x06: 模式 6, 连接蜂鸣器, 超速报警</p> <p>0x07: 模式 7, 开机低亮, 刹车高亮</p> <p>0x08: 模式 8, 仅开灯高亮</p> <p>0x06: 6V</p> <p>0x0C: 12V</p> <p>0xFF: 随电池电压</p> <p>0x06: 6V</p> <p>0x0C: 12V</p> <p>0xFF: 随电池电压</p> <p>0.1km/h</p> <p>前灯电压: 1byte</p> <p>尾灯电压: 1byte</p> <p>超速报警阈值: 2bytes</p> <p>尾灯控制高电平系数: 2bytes</p> <p>尾灯控制分频系数: 2bytes</p> <p>限速起始偏移: 1Byte</p> <p>限速结束偏移: 1Byte</p> <p>限速偏移: 1byte</p> <p>预留: 1byte</p> <p>ECO 最大电流增益: 1byte</p> <p>ECO 最大力矩增益: 1byte</p> <p>NORM 最大电流增益: 1byte</p> <p>NORM 最大力矩增益: 1byte</p> <p>SPORT 最大电流增益: 1byte</p> <p>SPORT 最大力矩增益: 1byte</p> <p>TURBO 最大电流增益: 1byte</p> | <p>模式 1 低亮占空比或模式 6 报警时间</p> <p>模式 1 低亮周期或模式 6 报警周期</p> <p>0.1km/h, 有符号</p> <p>0.1km/h, 有符号</p> <p>0.1km/h, 有符号</p> <p>0x00</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> <p>80%~120%</p> |
|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | |
|-------|------|--------|----------------------------------|--|---|
| | | | | 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:6bytes | 80%~120% 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xAE1A | 力矩传感器零点值 (返回指令) [小牙盘, 三力矩] | 传感器序号:1byte 历史数值 1~历史数值 9:18bytes 最大值:2bytes 最小值:2bytes 当前值:2bytes RS:1byte | 针对采用 3 个力矩传感器的电机使用该协议 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xAF02 | 力矩传感器标定系数 [小牙盘, 三力矩] | 传感器序号:1byte 标定系数:1byte | 针对采用 3 个力矩传感器的电机使用该协议 |
| 0x715 | 0x0C | 0xB002 | 启动值 (返回指令) [小牙盘, 三力矩] | 启动值:2bytes | |
| 0x715 | 0x0C | 0xB105 | 力矩传感器线性校正参数 [小牙盘, 三力矩] | 序号:1byte AD 采集值:2byte 力矩值:1byte 校正参数:1byte | 1~15 N.m 放大 128 倍 |
| 0x715 | 0x0C | 0xB226 | 马达信息 (返回指令) [大牙盘&轮毂] | 极对数:2bytes 电阻:2bytes d 轴电感:2bytes q 轴电感:2bytes 永磁体磁链:2bytes Id 最大值:2bytes Id 最小值:2bytes 额定转速:2bytes 额定功率:2bytes 额定电流:2bytes 额定电压:2bytes 惯量:2bytes 最大转矩:2bytes 预留:12byte | 1-65535 0.1 mOhm 0.01 uH 0.01 uH 0.001 mWb 0.01 A 0.01 A 1 rpm 1 W 0.01 A 0.1 V $10^{-7} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 0.1 Nm 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xB31A | 整车信息 | 轮胎周长:2bytes | 1 cm |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------|---|---|
| | | | [大牙盘&轮毂] | 电控传动 比:2bytes 转把最大限 速:2bytes 推行模式限 速:2bytes 前牙盘 T 数:2bytes 后牙盘 T 数:2bytes 助力方案 1 编 号:2bytes 助力方案 2 编 号:2bytes 前后灯电 压:2bytes 周长微调 值:2bytes 启动模式:2bytes 开关机控制时 间:2bytes 转把限速结束 值:2bytes | 0.1 1 km/h 1 km/h 1 1 每 2 bit 代表 1 个档位的 助力曲线,由低到高依次 表示 1-5 档 2 bit 代表 1 个档位的助 力曲线,由低到高依次表 示 1-5 档 高 8 位: Bit7-Bit4: 尾灯模式 Bit3-Bit0: 尾灯电 压, 6:6V, 12:12V 低 8 位: 前灯, 6:6V, 12:12V ±10cm, 有符型 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 高 8 位: Bit7-Bit4: 开机延时, 单位 0.2s, 设置 0 采用 默认值 Bit3-Bit0: 关机延时, 单位 0.2s, 设置 0 采用 默认值 低 8 位: 自动关机时间, 单位 1min, 设置 0 为不自动关 机 0x00 1km/h |
| 0x715 | 0x0C | 0xB420 | 控制器参数 [大牙盘&轮毂] | 位置传感器零 点:2bytes 位置传感器当前零 点:2bytes 峰值电流:2bytes 电流保护阈 值:2bytes 最高档电压保护阈 | Q14 Q14 0.01 A 0.01 A 0.1 V |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------------------|---------------------|-------------------|
| | | | | 车速限幅启动阈值:2bytes | 1km/h |
| | | | | 车速限幅停止阈值:2bytes | 1km/h |
| | | | | 踏频占比:2bytes | |
| | | | | 踏频助力 | |
| | | | | Kp:2bytes | |
| | | | | 踏频助力加速限制:2bytes | |
| | | | | 踏频助力退饱和步进:2bytes | |
| | | | | 踏频助力电流步进:2bytes | |
| | | | | 踏频助力最大踏频转速:2bytes | |
| | | | | 助力限速微调:2bytes | 有符型, 1km/h, 限制为负数 |
| | | | | 预留:4bytes | 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xB74C | 历史信息 [大牙盘&轮毂] | 开机次数:2bytes | 1 |
| | | | | 使用时间 H:2bytes | 1 s |
| | | | | 使用时间 L:2bytes | 1 s |
| | | | | NTC 温度传感器最高温:2bytes | 1 Ce |
| | | | | NTC 温度传感器最低温:2bytes | 1 Ce |
| | | | | 硬件过流保护次数:2bytes | 1 |
| | | | | 软件过流保护次数:2bytes | 1 |
| | | | | 过温保护次数:2bytes | 1 |
| | | | | 堵转次数:2bytes | 1 |
| | | | | 缺相次数:2bytes | 1 |
| | | | | 过压次数:2bytes | 1 |
| | | | | 欠压次数:2bytes | 1 |
| | | | | 通讯超时次数:2bytes | 1 |
| | | | | 平均功耗 1:2bytes | 0.01 Ah/km |
| | | | | 平均功耗 2:2bytes | 0.01 Ah/km |
| | | | | 平均功耗 3:2bytes | 0.01 Ah/km |
| | | | | 平均功耗 4:2bytes | 0.01 Ah/km |
| | | | | 平均功耗 5:2bytes | 0.01 Ah/km |
| | | | | 车架 ODO 里程 | 0.1 km |
| | | | | H:2bytes | 0.1 km |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------------------|--|--|
| | | | | 车架 ODO 里程 L:2bytes 车架 ODO 时间 H:2bytes 车架 ODO 时间 L:2bytes TRIP 里程 H:2bytes TRIP 里程 L:2bytes TRIP 时间 H:2bytes TRIP 时间 L:2bytes 力矩传感器故障次数:2bytes 踏频传感器故障次数:2bytes 车速传感器故障次数:2bytes 位置传感器故障次数:2bytes ODO 里程 H:2bytes ODO 里程 L:2bytes ODO 时间 H:2bytes ODO 时间 L:2bytes 预留:8bytes | 1 min 1 min 0.1 km 0.1 km 1 min 1 min 1 1 1 1 1 1 1 0.1 km 0.1 km 1 min 1 min 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xB83A | 调试参数 [大牙盘&轮毂] | 整体运行模式:2bytes 位置获取模式:2bytes 采样模式:2bytes 旋转方向:2bytes 定位电流:2bytes 拖拽电压:2bytes 拖拽电流:2bytes 拖拽频率:2bytes 加速斜率:2bytes 减速斜率:2bytes 转速环控制器带宽:2bytes 转速环控制器 m:2bytes 电流环控制器带宽:2bytes 电流环控制器 m:2bytes 磁链观测器带 | |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------------------|---|----------------------------------|
| | | | | 宽:2bytes 磁链观测器 m:2bytes 锁相环带 宽:2bytes 锁相环 m:2bytes 惯量:2bytes PWM 最大占空 比:2bytes PWM 七段式切五段 式阈值:2bytes 功率限幅 值:2bytes 功率 Error:2bytes 功率限幅 Kp:2bytes 功率限幅 Ki:2bytes 预留:8bytes | 填充 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xB904 | 存储标志 [大牙盘&轮毂] | EEPROM 存储 FLAG:2bytes SIP 偏置校准 FLAG:2bytes | 0-未存储, 1-已存储 0-未存储, 1-已存储 |
| 0x715 | 0x0C | 0xBA20 | 调试信息 [大牙盘&轮毂] | 系统状态机:1byte 二层状态机:1byte 电机状态机:1byte 助力状态机:1byte D 轴电流:2bytes Q 轴电流:2bytes D 轴电压:2bytes Q 轴电压:2bytes 瞬时力矩:2bytes 滤波力矩:2bytes 踏频力矩:2bytes D 轴电流反 馈:2bytes Q 轴电流反 馈:2Bytes 助力函数输 出:2bytes 预留:8bytes | |
| 0x715 | 0x0C | 0xBB20 | 电机标签信息 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填 充 0x20 |
| 0x715 | 0x0C | 0xBC20 | 内阻校准参数 | A 相 MOS 内 | 1mΩ |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------------------|--|--|
| | | | [大牙盘&轮毂] | 阻:2bytes B相MOS内 阻:2bytes C相MOS内 阻:2bytes 系数1:2bytes 系数2:2bytes 系数3:2bytes 系数4:2bytes 系数5:2bytes 预留:16bytes | 1mΩ 1mΩ 1 1 1 1 1 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xBD20 | 整车信息2 [大牙盘&轮毂] | 支持无码表标志:2bytes 尾灯控制周期:2bytes 尾灯控制脉宽:2bytes 限速微调:2bytes 预留:24bytes | 0xAAAA-支持, 其它不支持 有符型, 1km/h 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xBE20 | 用户骑行参数 [大牙盘&轮毂] | ECO助力比增益:1byte ECO助力加速度增益:1byte NORM助力比增益:1byte NORM助力加速度增益:1byte SPORT助力比增益:1byte SPORT助力加速度增益:1byte TURBO助力比增益:1byte TURBO助力加速度增益:1byte SMART助力比增益:1byte SMART助力加速度增益:1byte ECO最大电流增益:1byte ECO最大力矩增益:1byte NORM最大电流增益:1byte | 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------|-----------------------|--|--|
| | | | | 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% 0x00 |
| 0x715 | 0x0C | 0xBF58 | 位置传感器校准数据 [大牙盘&轮毂] | 初始零点:2bytes 当前零点:2bytes 电周期 1 位置采集数据:12bytes 电周期 2 位置采集数据:12bytes 电周期 7 位置采集数据:12bytes | 依次表示 60°、120°、180°、 240°、300°、360° 位置采集数据 |
| 0x715 | 0x0C | 0xC008 | 故障日志地址 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes | 例如: 起始地址 0x0801F0F0 结束地址 0x0801F4EF 发送顺序为: 08 01 F0 F0 08 01 F4 EF |
| 0x715 | 0x0C | 0xC142 | 功能配置(存储器分配参考附录 8) | 块编号:2bytes 数据:64bytes | 1-15 |
| 0x715 | 0x0C | 0xC220 | 客户定制编号 | ASCII 字符 | |
| 发送给电子变速器 | | | | | |
| 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 | lmin lcm 1T 1T Bit15-Bit12:调节模式 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------|--|---|
| | | | | 围:2byte | 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 预留:10bytes 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 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 0x7D0 | 0x0C | 0x1010 | 电池运行信息 (返回指令) | 实时电压: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) | 1mV 1mA, 有符型, 放电为负, 充电为正 1mAh 1mAh +40℃ 0~100% 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 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|---|---|---------------------|
| | | | | SOH:1byte 循环次数:2bytes 剩余充电时间:2bytes | 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 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 | 按位或输出, 0-正常, 1-故障 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|---------------------------|---|---|
| | | | | 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 50mA 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 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 电芯总数量: 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 | 0x160C | 电池物理 ID (返回指令) | ID: 12bytes | 不足位填充 1 |
| 0x720 0x7D0 | 0x0C | 0x170C | 电池校验码 (返回指令) | 校验码: 12bytes | |
| 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 |
| 0x720 0x7D0 | 0x0C | 0x1928 | 补充信息 (返回指令) | 初次使用时间: 8bytes 能量吞吐 | ASCII 字符串, 参考格式: YYYYMMDD 累计放电能量, |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|-----------------------|---|--|
| | | | | 量:2bytes 容量吞吐 量:2bytes 深度放电次数:2bytes 极端低温充电累计时间:2bytes 极端低温放电累计时间:2bytes 极端高温充电累计时间:2bytes 极端高温放电累计时间:2bytes 自放电率:2byte 能量往返效率:2byte 内阻:2bytes 剩余功率能力:2bytes 预留:10bytes | 0.1kWh 累计放电容量, 1Ah 次 h h h h h mV/d % mΩ W 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 | 0x5028 | 电池 BMS 历史信息 (返回指令) | 电芯最高温:1byte 电芯最低温:1byte 最大放电流:2bytes 最大充电电流:2bytes 循环次数:2bytes 最近充电间隔时间:2bytes 最大充电间隔时间:2bytes 充电过流保护次数:2bytes 放电过流保护次数:2bytes 过充保护次数:2bytes 过放(欠压)保护次数:2bytes 短路保护次 | +40℃ +40℃ 无符型, 单位 1mA 无符型, 单位 1mA 次 小时 小时 次 次 次 次 次 次 次 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|-----------------------|---|--|
| | | | | 数:2bytes 充电低温保护次数:2bytes 充电高温保护次数:2bytes 放电低温保护次数:2bytes 放电高温保护次数:2bytes 运行时间:4bytes SOH:1byte 预留:5bytes | 次 次 次 次 1min 0~100% 填充 0x00 |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5120 | 生产信息 (返回指令) | 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 填充 0x00 |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5210 | 自定义可存储字符串 1 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5310 | 自定义可存储字符串 2 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5410 | 自定义可存储字符串 3 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5503 | 通用反馈指令 (返回指令) | ASCII 字符 | ACK |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5688 | 存储器指定起始和结束地址的数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes 数据:128bytes | 结束地址-起始地址 < 128 时, 无效部分填充 0xFF |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5720 | 产品条码 | ASCII 字符 | 无效填充 0x00 |
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5808 | 故障日志地址 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes | 例如: 起始地址 0x0801F0F0 结束地址 0x0801F4EF 发送顺序为: 08 01 F0 F0 08 01 F4 EF |

4.3 PBU/OBC 命令字定义

表7 PBU/OBC 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 通用） | | | | | |
| 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/OBC 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 FW 命名格式为 Vxrxrx_YYYYMMDD |
| 0x730 | 0x0C | 0x120C | PBU/OBC 物理 ID (返回指令) | ID: 12bytes | 不足位填充 1 |
| 0x730 | 0x0C | 0x130C | PBU/OBC 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/OBC 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 | 按位或输出, 0-正常, 1-故障 |

| | | | | | |
|--------------------------|------|--------|-----------------------------------|--|---|
| | | | | 0x2000: 预留 0x4000: 预留 0x8000: 预留 | |
| 发送给 MC (未注明为 PBU/OBC 通用) | | | | | |
| 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 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 |
| 0x731 | 0x11 | 0x3300 | OBC 查询用户参数 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x731 | 0x16 | 0x3408 | OBC 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 预留:2bytes 限速微调值:1byte 转把定速巡航功能 开关:1byte 预留:2bytes | 有符型, 单位 1cm, ±10.0cm 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 填充 0x00(兼容大牙盘) 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) 0xAA: 打开 其它: 关闭 填充 0x00 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--|--|---|
| 0x731 | 0x11 | 0x3500 | OBC 查询骑行历史信息 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x731 | 0x16 | 0x3605 | OBC 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 | 0x0C | 0x3708 | 停用 | | |
| 0x731 | 0x16 | 0x3810 | 停用 | | |
| 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) 预留: 6bytes | 工作模式: 0x3-手动模式 0x4-自动模式 0x8-校准模式 手动模式目标档位: 1-9 自动模式目标踏频: 30-120 填充 0x00 |
| 0x731 | 0x10 | 0x4100 | OBC 查询变速器参数 | | |
| 0x731 | 0x16 | 0x4208 | OBC 设置变速器参数 | 手动模式档位数量: 1byte 最低踏频: 1byte 最高踏频: 1byte 自动关机时间: 1byte 预留 4bytes | 5-24, 默认为 9 30-50, 默认为 50 60-120, 默认为 120 5-255, 单位 min, 默认为 5 填充 0x00 |
| 0x731 | 0x11 | 0x4300 | OBC 读取骑行参数 | | |

| | | | | | |
|---------------------------|------|--------|------------|---------------------|----------|
| 0x731 | 0x16 | 0x4420 | OBC 设置骑行参数 | ECO 助力比增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | ECO 助力加速度增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | NORM 助力比增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | NORM 助力加速度增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SPORT 助力比增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SPORT 助力加速度增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | TURBO 助力比增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | TURBO 助力加速度增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 助力比增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 助力加速度增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | ECO 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | ECO 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | NORM 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | NORM 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SPORT 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SPORT 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | TURBO 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | TURBO 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| 预留:12bytes | | | | 0x00 | |
| 发送给 BMS (未注明为 PBU/OBC 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 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 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 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 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 |
| 0x732 0x73D | 0x11 | 0x5600 | 读取电池补充信息 | | |
| 发送给 HMI (仅 PBU 有效) | | | | | |
| 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 | ASCII 字符 | SET |

| | | | | | |
|----------------------------------|------|--------|--|--|---|
| | | | 到返回或超时停止) | | |
| 0x734 | 0x16 | 0x7304 | HMI 进入预推行模式 (主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符 | STAR: 进入 STOP: 退出 |
| 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: 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 |
| 0x734 | 0x16 | 0x7501 | 开机指令 (主动发送, 收到返回或超时停止) | 功能: 1byte | 0x01: 运行 0x02: 密码校验 |
| 0x734 | 0x0C | 0x7601 | 密码状态指令 (HMI 查询密码状态时发送) | 状态: 1byte | 0x01: ON 0x02: OFF |
| 发送给 CDL (未注明为 PBU/OBC 通用) | | | | | |
| 0x735 | 0x0C | 0x9003 | 通用反馈指令 (返回指令) | ASCII 字符 | ACK |
| 0x735 | 0x0C | 0x9101 | PBU/OBC 发送按键状态 (定时上传) | +键: Bit0 -键: Bit1 i 键: Bit2 灯键: Bit3 Walk 键: Bit4 电源键: Bit5 | 0-松开 1-按下 多余位填充 0 |
| 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 | 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 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|---------------------------|---|---|
| | | | | 预留 12bytes | 填充 0x00 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9310 | 运行历史信息 (返回指令) | 运行时间:4bytes 开机次数:4bytes 预留:8bytes | 1min 次 填充 0x00 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9420 | 生产信息 (返回指令) | 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 填充 0x00 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9510 | 自定义可存储 字符串 1 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无 效填充 0x20 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9610 | 自定义可存储 字符串 2 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无 效填充 0x20 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9710 | 自定义可存储 字符串 3 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无 效填充 0x20 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9888 | 存储器指定起 始和结束地址 的数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes 数据:128bytes | 结束地址-起始地址 <128 时, 无效部分 填充 0xFF |
| 0x735 | 0x0C | 0x9910 | OBC 出厂默认配 置 | 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 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9A20 | 产品条码 | ASCII 字符 | 无效填充 0x00 |
| 0x735 | 0x0C | 0x9B08 | 故障日志地址 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes | 例如: 起始地址 0x0801F0F0 结束地址 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | 0x0801F4EF 发送顺序为: 08 01 F0 F0 08 01 F4 EF |
|--|--|--|--|--|--|

4. 4 HMI 命令字定义

表8 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 | HMI 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 Vxrxxr_x_YYYYMMDD |
| 0x740 | 0x0C | 0x110C | HMI 物理 ID (返回指令) | ID:12bytes | 不足位填充 1 |
| 0x740 | 0x0C | 0x120C | HMI 校验码 (返回指令) | 校验码:12bytes | |
| 0x740 | 0x0C | 0x1305 | 关机就绪 (返回指令) | ASCII 字符 | READY |
| 0x740 | 0x0C | 0x1404 | HMI 故障码 (定时上报) | 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 |
| 0x740 | 0x0C | 0x1508 | 上报 HMI 运行信息 | 预留:8Bytes | 填充 0x00 |

| 发送给 MC | | | | | |
|----------------|------|--------|--------------------------------|--|---|
| 0x741 | 0x11 | 0x3000 | 查询电机版本信息 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x741 | 0x11 | 0x3100 | 查询电机配置参数 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x741 | 0x16 | 0x3208 | 设置电机配置参数 (主动发送, 收到返回或超时停止) | 周长微调值:1byte 启动模式:1byte 预留:6bytes | 有符型, $\pm 10\text{cm}$ 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 填充 0x00 |
| 0x741 | 0x0C | 0x3305 | 在线检测反馈 (返回指令) | ASCII 字符 | READY |
| 0x741 | 0x11 | 0x3400 | 查询骑行历史信息 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x741 | 0x16 | 0x3505 | 清除电机 TRIP 信息(主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符 | CLEAR |
| 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) | | |
| 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 |
| 0x743 | 0x16 | 0x7407 | 密码设置指令 (主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符 | PSW_SET |
| 0x743 | 0x11 | 0x7500 | 查询密码状态指令 (主动发送, 收到返回或超时停止) | | |
| 0x743 | 0x16 | 0x7608 | 密码输入指令 (主动发送, 收到返回或超时停止) | 密码:4bytes 密码模式:1byte 预留:3bytes | 十进制 0x01:开机验证 0x02:密码关闭 0x03:密码修改 0x04:密码开启 填充 0x00 |
| 发送给 CDL | | | | | |
| 0x745 | 0x0C | 0xA010 | 用户参数默认配置 (返回指令) | 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 | 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 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|---------------------------|---|--|
| | | | | 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 预留:6bytes | 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 填充 0x00 |
| 0x745 | 0x0C | 0xA110 | 运行历史信息 (返回指令) | 运行时间:4bytes 开机次数:4bytes 预留:8bytes | 1min 次 填充 0x00 |
| 0x745 | 0x0C | 0xA220 | 生产信息 (返回指令) | 生产商:8bytes 生产地: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 填充 0x00 |
| 0x745 | 0x0C | 0xA310 | 自定义可存储 字符串 1 (返回指令) | 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 (返回指令) | 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 (返回指令) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无 效填充 0x20 |
| 0x745 | 0x0C | 0xA603 | 通用反馈指令 (返回指令) | ASCII 字符 | ACK |
| 0x745 | 0x0C | 0xA788 | 返回存储器指 定起始和结束 地址的数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes 数据:128bytes | 结束地址-起始地址 <128 时, 无效部分 填充 0xFF |

4.5 CDL 命令字定义

表9 CDL 命令字定义

| ID | 模式 | 命令字 | 功能 | 数据段 | 备注 |
|---------------|------|--------|---------------|-----|----|
| 发送给 MC | | | | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x1000 | 查询电机校验 码密钥 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x1108 | 写入电机校验 码密钥 | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x1200 | 查询电机版本 信息 | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x1300 | 查询自定义可 | | |

| | | | | | |
|-------|------|--------|---------------------|--|--|
| | | | 存储字符串 1 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x1410 | 写入自定义可存储字符串 1 | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x751 | 0x11 | 0x1500 | 查询自定义可存储字符串 2 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x1610 | 写入自定义可存储字符串 2 | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x751 | 0x11 | 0x1700 | 查询自定义可存储字符串 3 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x1810 | 写入自定义可存储字符串 3 | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x751 | 0x16 | 0x1901 | 写入电机工作模式 | 工作模式:1byte | 0-运行, 1-配置 |
| 0x751 | 0x11 | 0x1A00 | 查询电机用户参数 1 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x1B20 | 写入电机用户参数 1 [小牙盘] | 指拨参数:1byte 启动模式:1byte 停机时间:2bytes 限速值:1byte 下降速度:1byte 前飞:1byte 后飞:1byte 限流:1byte | 0x55-不支持 Bit7-Bit3: 指拨限速微调, 全为 1 时, 限速 6km/h (Walk) Bit2: 启动方式, 0-零速, 1-带速 Bit1: 挡位限制, 0-不限制, 1-限制 Bit0: 控制方式, 0-速度控制, 1-力矩控制 1-柔和, 2-正常, 3-强劲 1ms Bit7: 根据 SOC 限速标志, 0-限制, 1-不限 Bit6-Bit0: 限速设置, 1km/h 1~5 个等级 T T Bit7: 根据 SOC 限流标志, 0-限制, 1-不限 Bit6-Bit0: 限速设置, 1A |

| | |
|-------------------|---|
| 温度预警:1byte | +40℃ |
| 温度保护:1byte | +40℃ |
| 无码表支持:1byte | 0x55-不支持 0xAA-支持 |
| 轮胎周长:1byte | 1cm |
| 电机系列号:1byte | 1~15 |
| ECO 助力比增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| ECO 加速度增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| NOMA 助力比增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| NOMA 加速度增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| SPORT 助力比增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| SPORT 加速度增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| TURBO 助力比增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| TURBO 加速度增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| SMART 助力比增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| SMART 加速度增益:1byte | 0.01 倍, 50~150 |
| 速度检测信号个数:1byte | 1~100 |
| 踏频启动信号个数:1byte | 1~100 |
| 速度传感器信号来源:1byte | 0x55-车轮触发 0xAA-踏频估算 0xEE-通讯获取 |
| 周长微调值:1byte | 1cm, 有符型 |
| 欠压保护参数:2bytes | Bit15: 保护方式, 0-电压, 1-电量 Bit14-Bit12: 保护 延时, 5+n*10, 最大 75s Bit11-Bit0: 欠压保 护电压, 1mV |
| 推行限速:1byte | 0.1km/h |
| 推行马达转速:1byte | 1rpm |

| | | | | | |
|-------|------|--------|---------------------------|--|---|
| 0x751 | 0x11 | 0x1C00 | 查询马达配置参数 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x1D10 | 写入马达配置参数 [小牙盘] | 额定功率:2bytes 额定转速:2bytes 定子电阻:2bytes 定子 Lq:2bytes 定子 Ld:2bytes 反电动势:2bytes 额定电压:1bytes 极对数:1bytes 预留:2bytes | Bit15-Bit11: 上报功率分频系数, 0-不分频 Bit10-Bit0: 配置额定功率 例如 0xF9F4, 上报最大功率为 $500 / ((31+1)/32)$ 1rpm 1mOhm 1mH 1mH 1mV 1V 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x1E00 | 查询电机历史信息 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x1F00 | 查询电机生产信息 | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x2000 | 查询力矩传感器零点信息 [小牙盘, 单力矩] | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x2100 | 查询设备在线检测结果 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x2210 | 写入电机 Mode (可选, 仅供生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x751 | 0x16 | 0x2310 | 写入电机 SN (可选, 仅供生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x751 | 0x16 | 0x2420 | 写入生产信息 (可选, 仅供生产商写入) | 生产商:8bytes 产地:8bytes 生产日期:8bytes 产品标识:8bytes | ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 ASCII, YYYYMMDD MM_VP1. |
| 0x751 | 0x16 | 0x2505 | 复位指令 | ASCII 字符串 | RESET |

| | | | | | |
|-------|------|--------|---------------------------|---|--|
| 0x751 | 0x16 | 0x2605 | 数据清除 | ASCII 字符串 | CLEAR |
| 0x751 | 0x16 | 0x2708 | 参数还原 | ASCII 字符串 | RECOVERY |
| 0x751 | 0x16 | 0x2802 | 控制指令 | 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 0x22: 推行模式 0x33: 智能模式 0xF0-关, 0xF1-开 |
| 0x751 | 0x11 | 0x2900 | 查询力矩传感器校正信息 [小牙盘, 单力矩] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x2A01 | 写入力矩传感器标定系数 [小牙盘, 单力矩] | 标定系数:1byte | 0~100 |
| 0x751 | 0x16 | 0x2B02 | 写入力矩传感器启动值 | 启动值:2bytes | |
| 0x751 | 0x16 | 0x2C01 | 设置电机转速百分比 | 百分比:1byte | 5~100 |
| 0x751 | 0x11 | 0x2D08 | 读取存储器指定地址数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes | 读取数据大小≤128Bytes |
| 0x751 | 0x11 | 0x2E00 | 查询骑行历史信息 | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x2F00 | 查询角度传感器数值 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x11 | 0x3000 | 查询电机用户参数 2 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x3120 | 写入电机用户参数 2 [小牙盘] | 俯仰角零度偏移:2bytes 横滚角零度偏移:2bytes 支持角度传感器标志:1byte 尾灯工作模式:1byte | 0.1°, ±900 0.1°, ±900 0x55-不支持 0xAA-支持 0x01: 模式 1, 连接尾灯, 开灯时低亮, 刹车时高亮 0x02: 模式 2, 连接尾灯, 开灯时高亮, 刹 |

| | | | | | |
|--|--|--|---------------------|--|--------------------------|
| | | | | | 车时闪烁 |
| | | | | | 0x03: 模式 3, 连接刹车灯, 刹车时高亮 |
| | | | | | 0x04: 模式 4, 连接刹车灯, 刹车时闪烁 |
| | | | | | 0x05: 模式 5, 开机常亮 |
| | | | | | 0x06: 模式 6, 连接蜂鸣器, 超速报警 |
| | | | 前灯电压: 1byte | | 0x06: 6V |
| | | | | | 0x0C: 12V |
| | | | | | 0xFF: 随电池电压 |
| | | | 尾灯电压: 1byte | | 0x06: 6V |
| | | | | | 0x0C: 12V |
| | | | | | 0xFF: 随电池电压 |
| | | | 超速报警阈值: 2bytes | | 0. 1km/h |
| | | | 尾灯控制高电平系数: 2bytes | | 模式 1 低亮占空比或模式 6 报警时间 |
| | | | 尾灯控制分频系数: 2bytes | | 模式 1 低亮周期或模式 6 报警周期 |
| | | | 限速起始偏移: 1Byte | | 0. 1km/h, 有符号 |
| | | | 限速结束偏移: 1Byte | | 0. 1km/h, 有符号 |
| | | | 限速偏移: 1byte | | 0. 1km/h, 有符号 |
| | | | 预留: 1byte | | 0x00 |
| | | | ECO 最大电流增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | ECO 最大力矩增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | NORM 最大电流增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | NORM 最大力矩增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | SPORT 最大电流增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | SPORT 最大力矩增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | TURBO 最大电流增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | TURBO 最大力矩增益: 1byte | | 80%~120% |
| | | | SMART 最大电流增益: 1byte | | 80%~120% |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------------------|---|-------------------------|
| | | | | 益:1byte SMART 最大力矩增益:1byte 预留:6bytes | 80%~120% 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x3201 | 查询 3 个力矩传感器零点信息 [小牙盘, 三力矩] | 传感器序号:1byte | |
| 0x751 | 0x11 | 0x3301 | 查询 3 个力矩传感器标定系数 [小牙盘, 三力矩] | 传感器序号:1byte | |
| 0x751 | 0x16 | 0x3402 | 写入 3 个力矩传感器标定系数 [小牙盘, 三力矩] | 传感器序号:1byte 标定系数:1byte | 0~100 |
| 0x751 | 0x16 | 0x3500 | 查询启动值 [小牙盘, 三力矩] | 启动值:2bytes | |
| 0x751 | 0x11 | 0x3601 | 查询力矩传感器线性校正参数 [三力矩 J01] | 力矩值序号:1byte | 1~15 |
| 0x751 | 0x16 | 0x3702 | 设定加载力矩值,用于线性校正 [三力矩 J01] | 力矩值序号:1byte 力矩输入值:1byte | 1~15 0~75N.m |
| 0x751 | 0x16 | 0x3805 | 强制写入校正参数 [三力矩 J01] | 序号:1byte AD 采集值:2byte 力矩值:1byte 校正参数:1byte | 1~15 N.m 放大 128 倍 |
| 0x751 | 0x16 | 0x3909 | 历史信息清除 | ASCII | LOG CLEAR |
| 0x751 | 0x11 | 0x3A00 | 读取马达信息 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x3ACC | 电池放电曲线 | 电池容量:2bytes 电芯电压: 202bytes | 1mAh 1mV, 100->0% |
| 0x751 | 0x16 | 0x3B10 | 写入骑行历史 | ODO 里程: 4bytes ODO 时间: 4bytes TRIP 里程: 4bytes | 0.1km 1min 0.1km |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------------------|---|--|
| | | | | TRIP 时间: 4bytes | 1min |
| 0x751 | 0x16 | 0x3B28 | 写入马达信息 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 极对数:2bytes 电阻:2bytes d 轴电感:2bytes q 轴电感:2bytes 永磁体磁链:2bytes Id 最大值:2bytes Id 最小值:2bytes 额定转速:2bytes 额定功率:2bytes 额定电流:2bytes 额定电压:2bytes 惯量:2bytes 最大扭矩:2bytes 预留 0:12byte | 0-不存储, 1-存储 1-65535 0.1 mOhm 0.01 uH 0.01 uH 0.001 mWb 0.01 A 0.01 A 1 rpm 1 W 0.01 A 0.1 V $10^{-7} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 0.1 Nm 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x3C00 | 查询电机标签信息 [小牙盘] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x3D20 | 写入电机标签信息 | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x751 | 0x16 | 0x3D1C | 写入整车信息 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 轮胎周长:2bytes 电控传动比:2bytes 助力最大限速:2bytes 推行模式限速:2bytes 前牙盘 T 数:2bytes 后牙盘 T 数:2bytes 助力方案 1 编号:2bytes 助力方案 2 编号:2bytes 前后灯电压:2bytes | 0-不存储, 1-存储 1 cm 0.1 1 km/h 1 km/h 1 1 每 2 bit 代表 1 个档位的助力曲线, 由低到高依次表示 1-5 档 每 2 bit 代表 1 个档位的助力曲线, 由低到高依次表示 1-5 档 高 8 位: Bit7-Bit4: 尾灯模式 Bit3-Bit0: 尾灯电压, 6:6V, 12:12V 低 8 位: |

| | | | | | |
|-------|------|--------|---|--|---|
| | | | | <p>周长微调 值:2bytes 启动模式: 2bytes 开关机控制时 间:2bytes 预留:2bytes</p> | <p>前灯, 6:6V, 12:12V ±10cm, 有符型 1-柔和, 2-正常, 3- 强劲 高 8 位: Bit7-Bit4: 开机延 时, 单位 0.2s, 设置 0 采用默认值 Bit3-Bit0: 关机延 时, 单位 0.2s, 设置 0 采用默认值 低 8 位: 自动关机时间, 单位 1min, 设置 0 为不自 动关机 0x00</p> |
| 0x751 | 0x11 | 0x3E00 | <p>查询控制器参 数 [大牙盘&轮 毂]</p> | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x3F22 | <p>写入控制器参 数 [大牙盘&轮 毂]</p> | <p>存储标志:2bytes 位置传感器零 点:2bytes 位置传感器当前零 点:2bytes 峰值电流:2bytes 电流保护阈 值:2bytes 最高档电压保护阈 值:2bytes 最高档欠压保护阈 值:2bytes 超速保护阈 值:2bytes 控制器过热保护阈 值:2bytes 控制器过热保护恢 复阈值:2bytes 控制器过热降额启 动阈值:2bytes 电机过热保护阈 值:2bytes 电机过热保护恢复</p> | <p>0-不存储, 1-存储 Q14 Q14 0.01 A 0.01 A 0.1 V 0.1 V 1 rpm 1°C 1°C 1°C 1°C 1°C</p> |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------------------------|--|--|
| | | | | 阈值:2bytes 电机过热降额启动 阈值:2bytes 预留:6bytes | 1℃ 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4000 | 查询传感器参数 [大牙盘&轮毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x4104 | 写入力矩传感器加载值 [大牙盘&轮毂] | 标定点序号:2ytes 加载值:2bytes | 1 0.1 Nm |
| 0x751 | 0x16 | 0x420E | 写入其它传感器参数 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 踏频传感器一圈脉冲数:2bytes 车速传感器一圈脉冲数:2bytes 预留:8bytes | 0-不存储, 1-存储 1 1 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4304 | 查询助力参数 [大牙盘&轮毂] | 助力转矩曲线编号:2bytes 助力踏频曲线编号:2bytes | 1 1 |
| 0x751 | 0x16 | 0x4450 | 写入助力参数 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 填充:2bytes 零速启动增益:2bytes 巡航启动增益:2bytes 助力转矩曲线编号:2bytes 助力踏频曲线编号:2bytes 转矩曲线.a:4bytes 转矩曲线.b:4bytes 转矩曲线.c:4bytes 转矩曲线.d:4bytes 踏频曲线.a:4bytes 踏频曲线.b:4bytes | 0-不存储, 1-存储 0x00 0.1 0.1 助力转矩曲线编号 1-15 助力踏频曲线编号 1-5 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------------------|---|---|
| | | | | 踏频曲线.c:4bytes 踏频曲线.d:4bytes 助力启动阈值:2bytes 助力停止阈值:2bytes 启动时电流增长阶梯:2bytes 启动对应踏频脉冲数:2bytes 转矩滤波对应踏频脉冲数:2bytes 待速转速:2bytes 待速最大电流:2bytes 车速限幅启动阈值:2bytes 车速限幅停止阈值:2bytes 踏频占比:2bytes 踏频助力Kp:2bytes 踏频助力加速限制:2bytes 踏频助力退饱和步进:2bytes 踏频助力电流步进:2bytes 踏频助力最大踏频转速:2bytes 助力限速微调:2bytes 预留:4bytes | 0.1Nm 0.1Nm Q14 1 1 1km/h 1km/h 1rpm 有符型, 1km/h, 限制为负数 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4500 | 查询调试参数 [大牙盘&轮毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x463C | 写入调试参数 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 整体运行模式:2bytes 位置获取模式:2bytes 采样模式:2bytes | 0- 不存储, 1-存储 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------------------|---|--|
| | | | | 旋转方向:2bytes 定位电流:2bytes 拖拽电压:2bytes 拖拽电流:2bytes 拖拽频率:2bytes 加速斜率:2bytes 减速斜率:2bytes 转速环控制器带 宽:2bytes 转速环控制器 m:2bytes 电流环控制器带 宽:2bytes 电流环控制器 m:2bytes 磁链观测器带 宽:2bytes 磁链观测器 m:2bytes 锁相环带 宽:2bytes 锁相环 m:2bytes 惯量:2bytes PWM 最大占空 比:2bytes PWM 七段式切五段 式阈值:2bytes 功率限幅 值:2bytes 功率 Error:2bytes 功率限幅 Kp:2bytes 功率限幅 Ki:2bytes 预留:8bytes | 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x16 | 0x472E | 写入力矩传感 器参数 [大牙盘&轮 毂] | 存储标志:2bytes 出厂零点:2bytes 历史零点 1:2bytes 历史零点 2:2bytes 历史零点 3:2bytes 最新零点:2bytes 最大扭矩:2bytes 第一阶段加载 值:2bytes | 0-不存储, 1-存储 Q12 Q12 Q12 Q12 Q12 0. 1N. m 0. 1N. m |

| | | | | | |
|-------|------|--------|------------------------------|---|---|
| | | | | 第一阶段采集 值:2bytes 第二阶段加载 值:2bytes 第二阶段采集 值:2bytes 第三阶段加载 值:2bytes 第三阶段采集 值:2bytes 第四阶段加载 值:2bytes 第四阶段采集 值:2bytes 预留:16bytes | Q12 0. 1N. m Q12 0. 1N. m Q12 0. 1N. m Q12 填充 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4800 | 读取存储标志 [大牙盘&轮 毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x4906 | 写入存储标志 [大牙盘&轮 毂] | 存储标志:2bytes EEPROM 存储 FLAG:2bytes SIP 偏置校准存储 FLAG:2bytes | 0-不存储, 1-存储 0-未存储, 1-已存储 0-未存储, 1-已存储 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4A00 | 读取用户骑行 参数 [大牙盘&轮 毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x4B22 | 写入用户骑行 参数 [大牙盘&轮 毂] | 存储标志:2bytes ECO 助力比增 益:1byte ECO 助力加速度增 益:1byte NORM 助力比增 益:1byte NORM 助力加速度增 益:1byte SPORT 助力比增 益:1byte SPORT 助力加速度 增益:1byte TURBO 助力比增 益:1byte TURBO 助力加速度 增益:1byte | 0-不存储, 1-存储 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% 80%~120% |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------------|--|---|
| | | | | SMART 助力比增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 助力加速度增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | ECO 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | ECO 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | NORM 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | NORM 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SPORT 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SPORT 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | TURBO 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | TURBO 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 最大电流增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | SMART 最大力矩增益:1byte | 80%~120% |
| | | | | 预留:12bytes | 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4C00 | 读取整车信息 2 [大牙盘&轮毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x4D22 | 写入整车信息 2 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 支持无码表标志:2bytes 尾灯控制周期:2bytes 尾灯控制脉宽:2bytes 限速微调:2bytes 预留:26bytes | 0-不存储, 1-存储 0xAAAA-支持, 其它不支持 有符型, 1km/h 0x00 |
| 0x751 | 0x11 | 0x4E00 | 查询电机标签信息 [大牙盘&轮毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x4F01 | 设置 CAN 总线状态 | CAN 总线模式 | 0-正常模式 1-静默模式 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|-------------------------|--|-----------------------|
| | | | [大牙盘&轮毂] | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x5002 | 启动位置传感器校准 [大牙盘&轮毂] | 预留:2bytes | |
| 0x751 | 0x16 | 0x5104 | 写入位置传感器校准参数 [大牙盘&轮毂] | 存储标志:2bytes 位置偏差:2bytes | 0-不存储, 1-存储有符型 |
| 0x751 | 0x11 | 0x5200 | 读取故障日志地址 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x5310 | 写入硬件版本(HW)信息 | ASCII 字符 | |
| 0x751 | 0x11 | 0x5402 | 读取功能配置 | 块序号:2bytes | 1~15 |
| 0x751 | 0x16 | 0x550C | 写入功能配置(按单元) | 块序号:2bytes 功能单元编号:2bytes 配置数据:8bytes | 1~15 1~8 按字节流写入 |
| 0x751 | 0x16 | 0x5542 | 写入功能配置(按块) | 块序号:2bytes 配置数据:64bytes | 1~15 按字节流写入 |
| 0x751 | 0x16 | 0x5600 | 读取客户定制编号 | | |
| 0x751 | 0x16 | 0x5720 | 写入客户定制编号 | ASCII | 长度不超过 32 字符串 |
| 发送给 BMS | | | | | |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x3000 | 查询电池物理ID | | |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x3100 | 查询电池校验码 | | |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x320C | 写入电池校验码 | 校验码:12bytes | |
| 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 | 0x3700 | 查询电池生产信息 | | |
| 0x752 | 0x11 | 0x3800 | 查询电池历史 | | |

| | | | | | |
|--------------------------------------|------|--------|----------------------------------|--|--|
| 0x75D | | | 信息 | | |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x3900 | 查询自定义可 存储字符串 1 | | |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x3A10 | 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 |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x3B00 | 查询自定义可 存储字符串 2 | | |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x3C10 | 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 |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x3D00 | 查询自定义可 存储字符串 3 | | |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x3E10 | 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 |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x3F20 | 写入生产信息 (可选, 仅供 生产商写入) | 生产商:8bytes 生产地: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 填充 0x00 |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x4010 | 写入 BMS Mode (可选, 仅供 生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无 效填充 0x20 |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x4110 | 写入 BMS SN (可选, 仅供 生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无 效填充 0x20 |
| 0x752 0x75D | 0x16 | 0x4205 | 复位指令 | ASCII 字符串 | RESET |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x4308 | 读取存储器指 定地址数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes | 读取数据大小≤ 128Bytes |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x4400 | 空 | | |
| 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 |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x4700 | 读取故障日志 地址 | | |
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x4800 | 读取电池补充 信息 | | |
| 发送给 PBU/OBC (未注明为 PBU/OBC 通用) | | | | | |
| 0x753 | 0x11 | 0x5000 | 查询 PBU/OBC 物理 ID | | |
| 0x753 | 0x11 | 0x5100 | 查询 PBU/OBC | | |

| | | | | | |
|-------|------|--------|-------------------------------|---|--|
| | | | 校验码 | | |
| 0x753 | 0x16 | 0x520C | 写入 PBU/OBC 校验码 | 校验码:12bytes | |
| 0x753 | 0x16 | 0x5300 | 查询 PBU/OBC 生产信息 | | |
| 0x753 | 0x11 | 0x5400 | 查询 PBU/OBC 版本信息 | | |
| 0x753 | 0x16 | 0x5504 | 设置进入/退出按键测试模式 | ASCII 字符 | STAR:进入 STOP:退出 |
| 0x753 | 0x11 | 0x5600 | 查询 PBU/OBC 历史信息 | | |
| 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 | 0x11 | 0x5900 | 查询自定义可存储字符串 1 | | |
| 0x753 | 0x16 | 0x5A10 | 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 |
| 0x753 | 0x11 | 0x5B00 | 查询自定义可存储字符串 2 | | |
| 0x753 | 0x16 | 0x5C10 | 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 |
| 0x753 | 0x11 | 0x5D00 | 查询自定义可存储字符串 3 | | |
| 0x753 | 0x16 | 0x5E10 | 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 |
| 0x753 | 0x16 | 0x5F20 | 写入 PBU/OBC 生产信息 (可选, 仅供生产商写入) | 生产商:8bytes 生产地: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 填充 0x00 |
| 0x753 | 0x16 | 0x6010 | 写入 PBU/OBC Mode (可选, 仅供生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|--------------------------------|---|---|
| 0x753 | 0x16 | 0x6110 | 写入 PBU/OBC SN (可选, 仅供生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x753 | 0x16 | 0x6205 | 复位指令 | ASCII 字符串 | RESET |
| 0x753 | 0x11 | 0x6308 | 读取存储器指定地址数据 | 起始地址:4bytes 结束地址:4bytes | 读取数据大小≤128Bytes |
| 0x753 | 0x11 | 0x6400 | 查询 OBC 出厂默认配置 | | |
| 0x753 | 0x16 | 0x6510 | 写入 OBC 出厂默认配置 | 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 | 0x16 | 0x6609 | 清除 PBU/OBC 开机密码 | ASCII 字符 | PSW_CLEAR |
| 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 |
| 0x753 | 0x11 | 0x6900 | 读取故障日志地址 | | |
| 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 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 预留:6bytes | 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 填充 0x00 |
| 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 (可选, 仅供生产商写入) | 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 填充 0x00 |
| 0x754 | 0x16 | 0x7F10 | 写入 HMI Mode (可选, 仅供生产商写入) | ASCII 字符 | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20 |
| 0x754 | 0x16 | 0x8010 | 写入 HMI SN (可选, 仅供生产商写入) | 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 |

| | | | | | |
|-----------------|------|--------|---|------------------------------|----------------------|
| 0x754 | 0x16 | 0x8204 | 设置进入/退出按键测试模式 (进入测试模式下, 关闭超时检查是否收到 MC 和 PBU 指令的功能) | ASCII 字符 | STAR: 进入 STOP: 退出 |
| 0x754 | 0x11 | 0x8308 | 读取存储器指定地址数据 | 起始地址: 4bytes 结束地址: 4bytes | 读取数据大小 ≤ 128Bytes |
| 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。

4.6 电子变速器命令字定义

表10 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 | lmin lcm 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, 0x17C56B6B,
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, 0xDDB056FE, 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, 0x0CC9CDA, 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, 0x2C9F0F0F, 0x285E1D47, 0x36194D42, 0x32D850F5,
28.    0x3F9B762C, 0x3B5A6B9B, 0x0315D626, 0x07D4CB91, 0x0A97ED48, 0x0E560FF,
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, 0xAABFE615, 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, 0x2497D08D, 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, 0x84FBDBD0, 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11 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 | 马达霍尔传感器故障 | Motor Fault | 返修 |
| MC | 19 | 警告 | BMS 校验失败 | BMS Check Fault | 更换电池 |
| MC | 20 | 警告 | PBU 校验失败 | PBU Check Fault | 更换按键 |
| MC | 21 | 警告 | HMI 校验失败 | HMI Check Fault | 更换仪表 |
| 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 | 更换充电器 |

| | | | | Alarm | |
|---------|----|----|-----------|---------------------------------|----------------|
| 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 |
| PBU/OBC | 60 | 故障 | +按键失效 | + Key Fault | 检查或更换按键 |
| PBU/OBC | 61 | 故障 | -键失效 | - Key Fault | 检查或更换按键 |
| PBU/OBC | 62 | 故障 | i 键失效 | - Key Fault | 检查或更换按键 |
| PBU/OBC | 63 | 故障 | Light 键失效 | Light Key Fault | 检查或更换按键 |
| PBU/OBC | 64 | 故障 | Walk 键失效 | Walk Key Fault | 检查或更换按键 |
| PBU/OBC | 65 | 故障 | 电源键失效 | Power Key Fault | 检查或更换按键 |
| PBU | 66 | 故障 | 处理器故障 | MCU Fault | 返修 |
| PBU | 67 | 故障 | 开关 MOS 短路 | MOS Short Circuit | 返修 |
| PBU | 68 | 故障 | 电压检测异常 | Voltage Test Fault | 返修 |
| PBU | 69 | 故障 | HMI 通讯异常 | HMI Communication Fault | 检查线路或更换部件 |
| PBU/OBC | 70 | 故障 | MC 通讯异常 | MC Communication Fault | 检查线路或更换部件 |
| PBU | 71 | 故障 | 预留故障位 1 | | |
| PBU | 72 | 故障 | 预留故障位 2 | | |
| HMI | 80 | 故障 | MC 通讯异常 | MC Communication Fault | 检查线路或更换部件 |
| HMI | 81 | 故障 | PBU 通讯异常 | PBU Communication Fault | 检查线路或更换部件 |

7 附录 3: 升级协议及流程

7.1 升级流程图

系统 CAN 总线上除 CDL 外所有设备均需通过 CDL 完成升级, 升级流程图如下图所示:

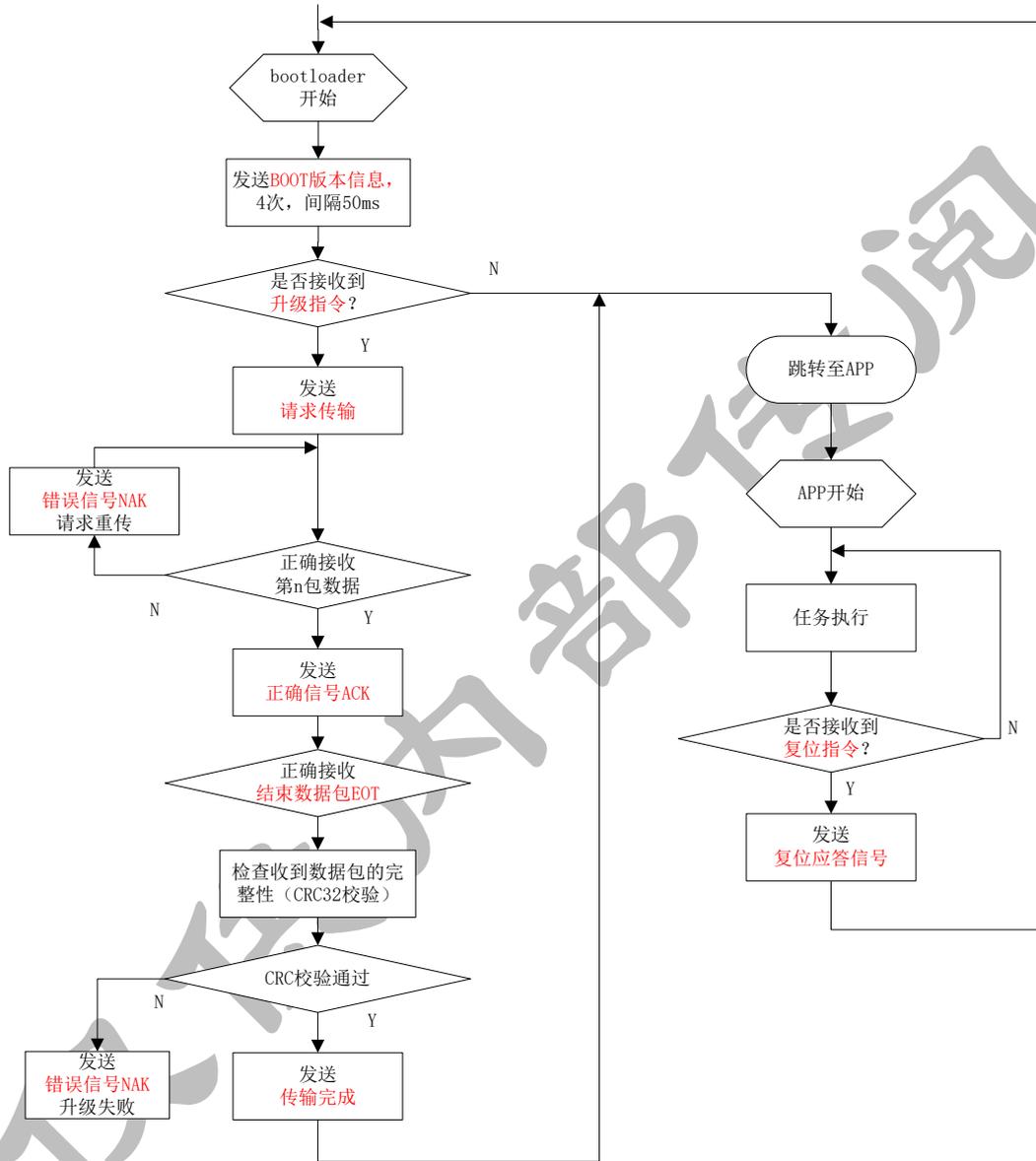


图4 升级流程图

7.2 升级协议

APP 程序中复位指令和复位应答指令参考第 3 章有关 CDL 发送给各设备的复位指令, 以及各设备发送给 CDL 的通用应答指令。

Bootloader 中的协议描述如下:

表12 CDL 发出指令

| 指令功能 | 设备名称 | ID | 模式 | 命令段长度 | 命令字 | 数据段 |
|-------|---------|----------------|------|-------|--------|--|
| 升级指令 | MC | 0x751 | 0x16 | 0x0D | 0xA10B | ASCII 字符: "MC_UPD" + 数据包大小 4 字节 (如 78351B, 内容为: 0F 32 01 00) |
| | BMS | 0x752 0x75D | | | | ASCII 字符: "BMS_UPD" + 数据包大小 4 字节 |
| | PBU/OBC | 0x753 | | | | ASCII 字符: "PBU_UPD 或" OBC_UPD " + 数据包大小 4 字节 |
| | HMI | 0x754 | | | | ASCII 字符: "HMI_UPD" + 数据包大小 4 字节 |
| 数据包格式 | MC | 0x751 | 0x16 | 0x87 | 0xA385 | SOH(01)+序号(1~65535)+总包数(1~65535)+数据(长度 128B, 无效填充 0xFF) |
| | BMS | 0x752 0x75D | | | | |
| | PBU/OBC | 0x753 | | | | |
| | HMI | 0x754 | | | | |
| 结束数据包 | MC | 0x751 | 0x16 | 0x03 | 0xA401 | EOT(04) |
| | BMS | 0x752 0x75D | | | | |
| | PBU/OBC | 0x753 | | | | |
| | HMI | 0x754 | | | | |

表13 设备发出指令

| 指令功能 | 设备名称 | ID | 模式 | 命令段长度 | 命令字 | 数据段 |
|-----------|---------|----------------|------|-------|--------|-----------------------------------|
| BOOT 版本信息 | MC | 0x715 | 0x0C | 0x0B | 0xC109 | ASCII 字符: "MC "+ "Vx. x. x" |
| | BMS | 0x725 0x7D5 | | | | ASCII 字符: "BMS "+ "Vx. x. x" |
| | PBU/OBC | 0x735 | | | | ASCII 字符: "PBU"/"OBC"+ "Vx. x. x" |
| | HMI | 0x745 | | | | ASCII 字符: "HMI "+ "Vx. x. x" |
| 正确信号 | MC | 0x715 | 0x0C | 0x04 | 0xC202 | 当前包号, 2byte |
| | BMS | 0x725 0x7D5 | | | | |
| | PBU/OBC | 0x735 | | | | |
| | HMI | 0x745 | | | | |
| 错误信号 | MC | 0x715 | 0x0C | 0x04 | 0xC302 | 当前包号, 2byte |
| | BMS | 0x725 0x7D5 | | | | |

| | | | | | | |
|------|---------|-------|------|------|--------|-----------|
| | PBU/OBC | 0x735 | | | | |
| | HMI | 0x745 | | | | |
| 请求传输 | MC | 0x715 | 0x0C | 0x04 | 0xC402 | 0x00 0x00 |
| | BMS | 0x725 | | | | |
| | | 0x7D5 | | | | |
| | PBU/OBC | 0x735 | | | | |
| | HMI | 0x745 | | | | |
| 传输完成 | MC | 0x715 | 0x0C | 0x04 | 0xC502 | 0x00 0x00 |
| | BMS | 0x725 | | | | |
| | | 0x7D5 | | | | |
| | PBU/OBC | 0x735 | | | | |
| | HMI | 0x745 | | | | |

仅供内部传阅

8 附录 4: PBU 开机密码工作流程图

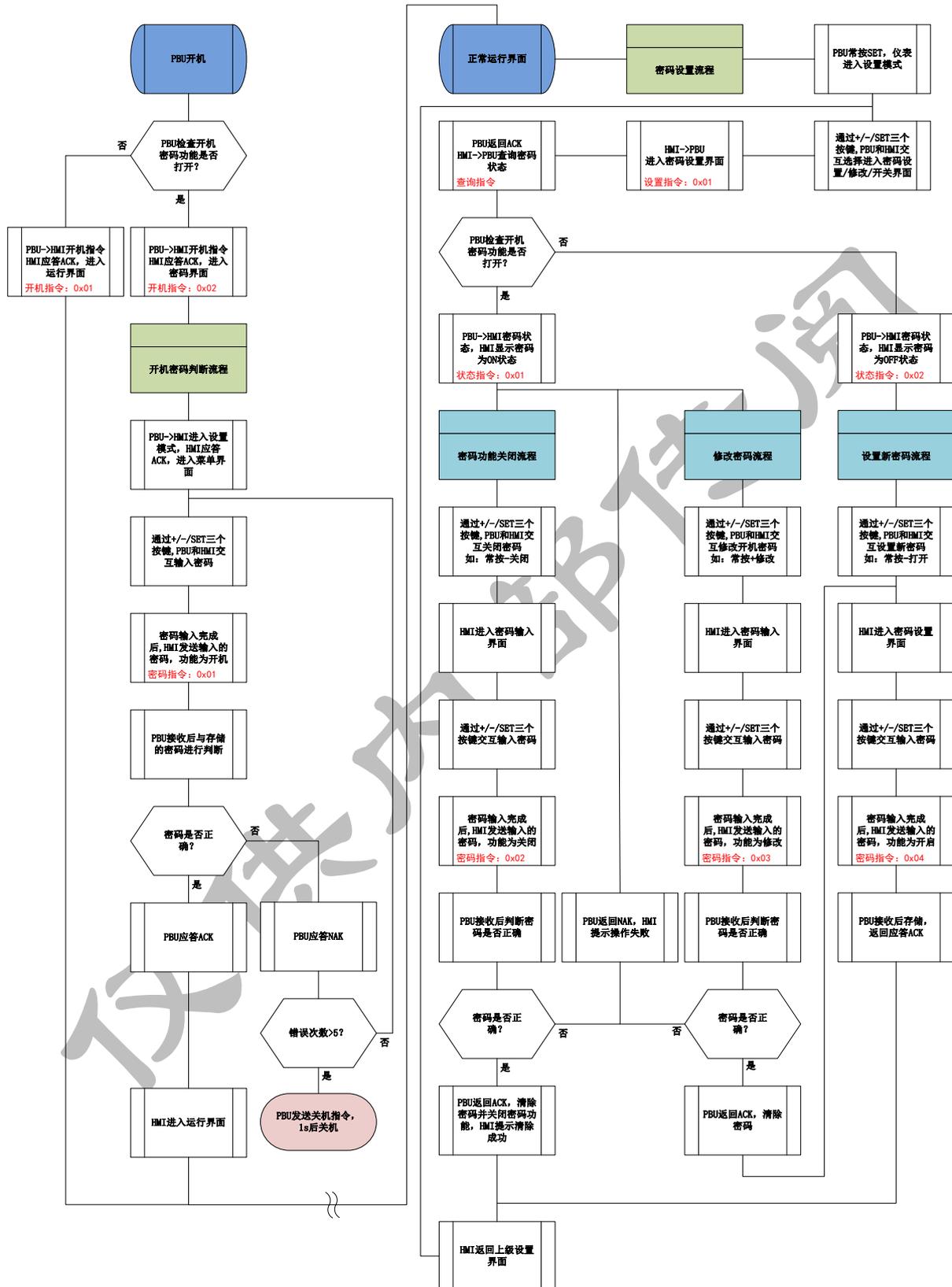


图5 PBU 开机密码工作流程

9 附录 5: MC 故障日志数据结构定义

9.1 目的

1) 电机运行过程中出现故障时, 控制器及时记录故障发生时刻的故障码、电机运行信息等数据;

2) 通过上位机导出故障日志, 便于对故障进行分析。

9.2 方法

1) 控制器在单片机 Flash 中设计 1024Bytes 用于存储故障日志;

2) 每条故障日志大小为 64bytes;

3) 16 条日志循环存储, 即始终存储最近的 16 条故障日志;

4) 上位机发送指令给控制器, 控制器及时返回 Flash 中保存的故障日志。

9.3 协议

上位机采用下列指令读取故障日志:

表14 上位机读取故障日志协议

| CAN ID | 帧模式 | 命令字 | 数据段 |
|--------|------|--------|--|
| 0x751 | 0x11 | 0x2D08 | 读取存储器指定地址数据: 起始地址: 4bytes, 结束地址: 4bytes, 读取数据大小 ≤ 128Bytes |

控制器接收到上位机读取指令时, 按照下列协议返回 Flash 中保存的数据:

表15 控制器返回故障日志协议

| CAN ID | 帧模式 | 命令字 | 数据段 |
|--------|------|--------|---|
| 0x751 | 0x0C | 0xAB88 | 返回存储器指定起始和结束地址的数据: 起始地址 4bytes, 结束地址: 4bytes, 数据: 128bytes 结束地址-起始地址 < 128 时, 填充 0xFF |

控制器处理源码示例如下:

```

1. case 0x2D08: //读取存储器制定地址数据
2. {
3.     do
4.     {
5.         uint32_t DataLength, AddressBegin, AddressEnd;
6.         AddressBegin = (uint32_t)((Data[0] << 24) + (Data[1] << 16) + (Data[2] << 8)
+ (Data[3]));
7.         AddressEnd = (uint32_t)((Data[4] << 24) + (Data[5] << 16) + (Data[6] << 8) +
(Data[7]));
8.         if(AddressBegin <= AddressEnd)
9.         {

```

```

10.         DataLength = AddressEnd - AddressBegin+ 1;
11.         memcpy((uint8_t*)(Data + 8), (uint8_t*)(AddressBegin), DataLength);
12.         SendData(ID_MC_TO_CDL, MODE_REPORT, (0xAB08 + DataLength), (uint8_t*)Data);
13.     }
14. }while(0);
15. break;
16. }

```

9.4 数据结构定义

```

1. //故障日志记录信息 64 bytes, 1K 空间可以保存最近 16 条故障记录
2. typedef struct
3. {
4.     uint16_t Error_Index;           //故障列表索引 2 bytes, 地址偏移 0
5.     uint16_t NotesInfo1;           //备注信息 1, 地址偏移 2
6.     uint16_t NotesInfo2;           //备注信息 2, 地址偏移 4
7.     uint16_t NotesInfo3;           //备注信息 3, 地址偏移 6
8.     uint32_t ErrorCode;            //故障码 4 bytes, 地址偏移 8
9.     uint32_t RunTime;              //运行时间 4bytes, 地址偏移 12
10.    MC_RunInfo_Struct_t RunInfo;    //运行信息 32bytes, 地址偏移 16
11.    MC_AttitudeAngle_Struct_t AttitudeAngle; //车辆姿态角度 8bytes, 地址偏移 48
12.    MC_CalParam_Struct_t MC_CalParam; //马达控制参数 8bytes, 地址偏移 56
13. }MC_ErrorLogSaveInfo_Struct_t;
14.
15. //电机运行信息, 占用空间 32bytes
16. typedef struct
17. {
18.     uint16_t BikeSpeed;             //车速 0.1km/h, 地址偏移 0
19.     int16_t MotorSpeed;             //输出转速 1rpm, 地址偏移 2
20.     uint16_t Power;                 //电功率 1W, 地址偏移 4
21.     uint16_t BusVoltage;            //母线电压 1mV, 地址偏移 6
22.     uint16_t BusCurrent;            //母线电流 1mA, 地址偏移 8
23.     uint8_t Cadence;                //踏频 1rpm, 地址偏移 10
24.     uint8_t Torque;                 //踩踏力矩 1Nm, 地址偏移 11
25.     MC_CadenceDir_Struct_t CadenceDir; //踩踏方向 0-正,1-反,2-停止, 地址偏移 12
26.     uint8_t GearSt;                 //助力档位, 地址偏移 13
27.     MC_LightSwitch_Struct_t LightSwitch; //灯开关 0xF0-关, 0xF1-开, 地址偏移 14
28.     uint8_t SOC;                    //剩余电量 1%, 地址偏移 15
29.     uint16_t RemainDistance;        //续航里程 1km, 地址偏移 16
30.     uint16_t ODO_Km;                //总里程 1km, 地址偏移 18
31.     uint8_t PowerPerKm;             //平均功耗 0.01Ah/km, 地址偏移 20
32.     uint8_t T_PCB;                  //PCB 温度 +40°C, 地址偏移 21

```

```
33.    uint8_t T_Coil;                //绕组温度 +40°C, 地址偏移 22
34.    uint8_t T_MCU;                //MCU 温度 +40°C, 地址偏移 23
35.    uint16_t Ride_Km;             //开机后骑行里程 0.1km, 地址偏移 24
36.    uint16_t Ride_Time;          //开机后骑行时间 1s, 地址偏移 26
37.    uint8_t TorqueSensorData1;    //力矩传感器 1 原始值
38.    uint8_t TorqueSensorData2;    //力矩传感器 2 原始值
39.    uint8_t TorqueSensorData3;    //力矩传感器 3 原始值
40.    uint8_t RS    ;              //预留 1byte
41. }MC_RunInfo_Struct_t;
42.
43. //姿态传感器数值
44. typedef struct
45. {
46.     int16_t Angle_Pitch_Absolute; //俯仰角绝对角度
47.     int16_t Angle_Roll_Absolute;  //横滚角绝对角度
48.     int16_t Angle_Pitch_Relative; //俯仰角相对角度
49.     int16_t Angle_Roll_Relative;  //横滚角相对角度
50. }MC_AttitudeAngle_Struct_t;
51.
52. //电机控制参数
53. typedef struct
54. {
55.     MC_AssistRunMode_Struct_t AssistRunMode; //助力模式
56.     int16_t Ref_Torque;                    //力矩模式输入 FOC 值
57.     int16_t Ref_Speed;                    //速度模式输入 FOC 值
58.     FlagStatus Foc_Flag;                  //FCO 运算标志
59. }MC_CalParam_Struct_t;
```

10 附录 6: BMS 故障日志数据结构定义

10.1 目的

1) 电池运行过程中出现故障时, BMS 及时记录故障发生时刻的故障码、运行信息等数据;

2) 通过上位机导出故障日志, 便于对故障进行分析。

10.2 方法

1) BMS 在单片机 Flash 中设计不少于 1024Bytes 用于存储故障日志;

2) 每条故障日志大小为 128bytes;

3) 所有日志循环存储, 即始终存储最近的 n 条故障日志;

4) 上位机发送指令给 BMS, BMS 及时返回 Flash 中保存的故障日志。

10.3 协议

上位机采用下列指令读取故障日志:

表16 上位机读取故障日志协议

| CAN ID | 帧模式 | 命令字 | 数据段 |
|----------------|------|--------|--|
| 0x752 0x75D | 0x11 | 0x4308 | 读取存储器指定地址数据: 起始地址: 4bytes, 结束地址: 4bytes, 读取数据大小 ≤ 128Bytes |

BMS 接收到上位机读取指令时, 按照下列协议返回 Flash 中保存的数据:

表17 BMS 返回故障日志协议

| CAN ID | 帧模式 | 命令字 | 数据段 |
|----------------|------|--------|---|
| 0x725 0x7D5 | 0x0C | 0x5688 | 返回存储器指定起始和结束地址的数据: 起始地址 4bytes, 结束地址: 4bytes, 数据: 128bytes 结束地址-起始地址 < 128 时, 填充 0xFF |

BMS 处理源码示例如下:

```

1. case 0x4308: //读取存储器制定地址数据
2. {
3.     do
4.     {
5.         uint32_t DataLength, AddressBegin, AddressEnd;
6.         AddressBegin = (uint32_t)((Data[0] << 24) + (Data[1] << 16) + (Data[2] << 8)
+ (Data[3]));
7.         AddressEnd = (uint32_t)((Data[4] << 24) + (Data[5] << 16) + (Data[6] << 8) +
(Data[7]));
8.         if(AddressBegin <= AddressEnd)
9.         {

```

```
10.         DataLength = AddressEnd - AddressBegin+ 1;
11.         memcpy((uint8_t*)(Data + 8), (uint8_t*)(AddressBegin), DataLength);
12.         SendData(ID_MC_TO_CDL, MODE_REPORT, (0x5608 + DataLength), (uint8_t*)Data);
13.     }
14. }while(0);
15. break;
16. }
```

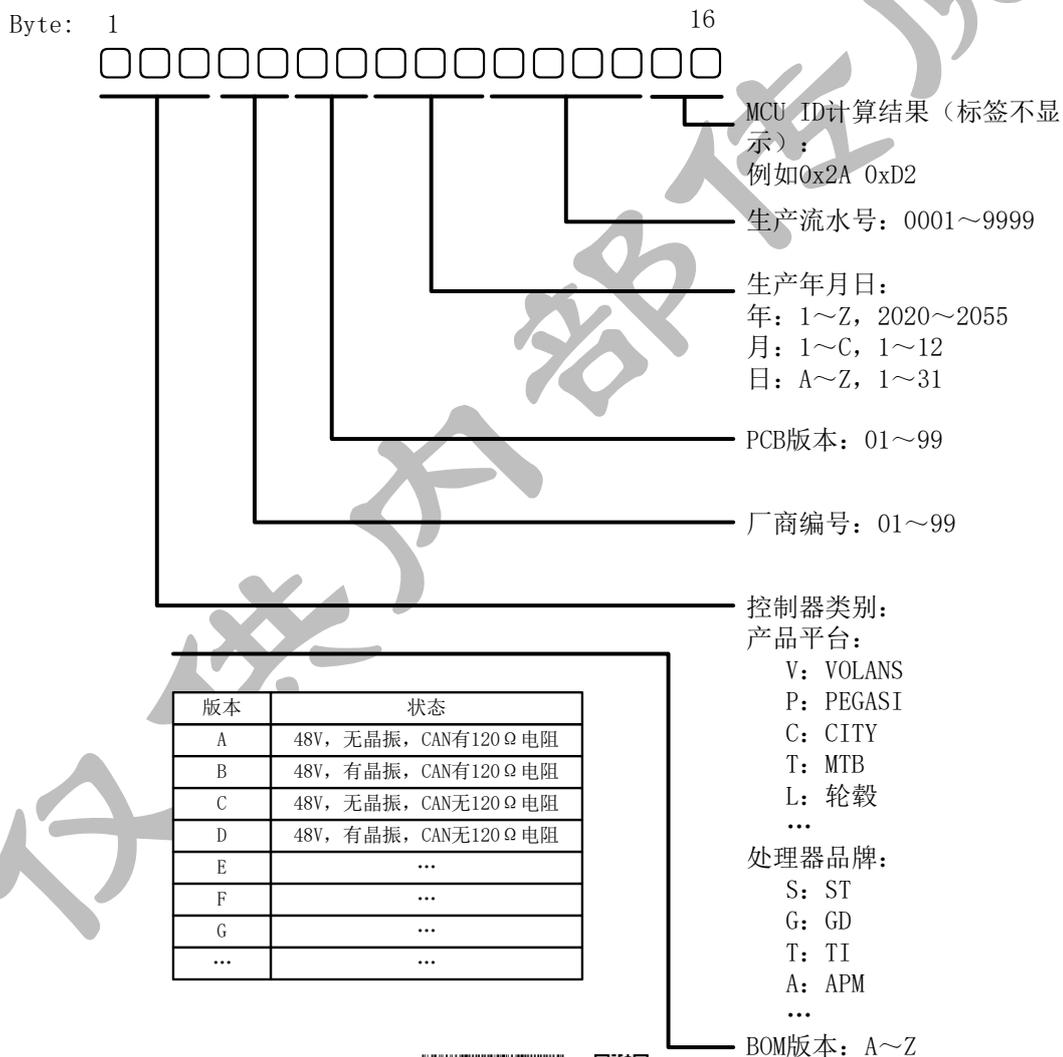
10.4 数据结构定义

```
1. //故障日志记录信息 128 bytes, 1K 空间可以保存最近 8 条故障记录
2. typedef struct
3. {
4.     uint16_t Error_Index;           //故障列表索引, 2 bytes, 地址偏移 0
5.     uint16_t NotesInfo1;           //备注信息 1, 2 Bytes, 地址偏移 2
6.     uint16_t NotesInfo2;           //备注信息 2, 2 Bytes, 地址偏移 4
7.     uint16_t NotesInfo3;           //备注信息 3, 2Bytes, 地址偏移 6
8.     uint32_t ErrorCode;            //故障码, 4 bytes, 地址偏移 8
9.     uint16_t CellVoltage_1;        //电芯 1 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 12
10.    uint16_t CellVoltage_2;        //电芯 2 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 14
11.    uint16_t CellVoltage_3;        //电芯 3 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 16
12.    uint16_t CellVoltage_4;        //电芯 4 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 18
13.    uint16_t CellVoltage_5;        //电芯 5 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 20
14.    uint16_t CellVoltage_6;        //电芯 6 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 22
15.    uint16_t CellVoltage_7;        //电芯 7 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 24
16.    uint16_t CellVoltage_8;        //电芯 8 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 26
17.    uint16_t CellVoltage_9;        //电芯 9 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 28
18.    uint16_t CellVoltage_10;       //电芯 10 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 30
19.    uint16_t CellVoltage_11;       //电芯 11 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 32
20.    uint16_t CellVoltage_12;       //电芯 12 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 34
21.    uint16_t CellVoltage_13;       //电芯 13 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 36
22.    uint16_t CellVoltage_14;       //电芯 14 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 38
23.    uint16_t CellVoltage_15;       //电芯 15 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 40
24.    uint16_t CellVoltage_16;       //电芯 16 电压, 单位 mV, 2 Bytes, 地址偏移 42
25.    int32_t ChargeCurrent;          //充电电流, 单位 mA, 放电为负值, 4Bytes, 地址偏移 44
26.    int32_t DisChargeCurrent;       //放电电流, 单位 mA, 放电为负值, 4Bytes, 地址偏移 48
27.    uint32_t FullChargeCapacity;    //满充容量, 单位 mAh, 4 Bytes, 地址偏移 52
28.    uint32_t RemainCapacity;        //剩余容量, 单位 mAh, 4 Bytes, 地址偏移 56
29.    uint16_t CycleCount;            //循环次数, 2 Bytes, 地址偏移 60
30.    uint8_t Temperature_1;         //温度 1, 单位°C, 偏移 40, 1 Byte, 地址偏移 62
31.    uint8_t Temperature_2;         //温度 2, 单位°C, 偏移 40, 1 Byte, 地址偏移 63
32.    uint8_t Temperature_3;         //温度 3, 单位°C, 偏移 40, 1 Byte, 地址偏移 64
```

```
33.  uint8_t Temperature_4;          //温度 4, 单位°C, 偏移 40, 1 Byte, 地址偏移 65
34.  uint8_t SOC;                   //剩余电量, 1 Byte, 地址偏移 66
35.  uint8_t SOH;                   //电荷寿命, 1 Byte, 地址偏移 67
36.  uint8_t AFE_Status;            //AFE 状态, 1 Byte, 地址偏移 68
37.  uint8_t Working_State;         //工作状态, 1 Byte, 地址偏移 69
38.  uint16_t MaxChargeTime;        //最大充电持续时间, 单位 min, 地址偏移 70
39.  uint16_t MaxBetweenChargeTime; //最大充电间隔时间, 单位 min, 地址偏移 72
40.  uint16_t MaxBetweenDisChargeTime; //最大放电持续时间, 单位 min, 地址偏移 74
41.  uint16_t LastBetweenDisChargeTime; //最大放电间隔时间, 单位 min, 地址偏移 76
42.  uint16_t MaxUVPTime;          //最大欠压保护间隔时间, 单位 min, 地址偏移 78
43.  RTC_Struct_t RTC;             //实时时钟, 8Bytes, 地址偏移 80
44.  RTC_Struct_t LastChargeTime;   //最近充电时钟, 8Bytes, 地址偏移 88
45.  RTC_Struct_t LastDisChargeTime; //最近放电时钟, 8Bytes, 地址偏移 96
46.  RTC_Struct_t LastUVP_RTC;     //最近欠压保护时钟, 8Bytes, 地址偏移 104
47.  RTC_Struct_t LastUVP_Active_RTC; //最近欠压保护激活时钟, 8Bytes, 地址偏移 112
48.  RTC_Struct_t LastFCC_Update_RTC //最近满充容量更新时钟, 8Bytes, 地址偏移 120
49. }BMS_ErrorLogSaveInfo_Struct_t;
50.
51. //RTC 数据结构
52. typedef struct
53. {
54.  uint8_t RS1;                    //预留, 0x00
55.  uint8_t Year;                   //年
56.  uint8_t Mouth;                 //月
57.  uint8_t Date;                  //日
58.  uint8_t RS2;                   //预留, 0x00
59.  uint8_t Hour;                  //时
60.  uint8_t Minute;                //分
61.  uint8_t Second;                //秒
62. }
```

11 附录 7: 控制器 (MC) HW 格式定义

控制器 HW 信息作为控制器唯一识别码, 由 PCBA 生产厂商以二维码或条形码形式通过激光镭射或粘贴标签方式固定在 PCB 指定位置, FCT 测试过程中通过上位机扫码后写入控制器指定地址, 控制器后期无法清除和改写, 仅支持读取版本信息时读出。HW 信息长度固定为 16 字符, 包含产品平台、处理器品牌、BOM 版本、PCBA 生产厂商、PCB 设计版本、生产日期、生产批次、MCU 物理 ID 等信息。MCU 物理 ID 为控制器软件读取 MCU 身份识别码后计算结果, 按照 16 进制计算, 其它信息按照 ASCII 字符处理, 格式按照下图定义:



示例: TAA020121A0001



图6 控制器 HW 格式定义

12 附录 8: 控制器功能配置存储器分配

控制器单片机 Flash 采用 1KB 用于存储功能配置项, 每个功能项占用 8bytes, 最多支持 120 个功能单元, 最后 4bytes 用于存储 CRC32 校验码, 如下图所示:

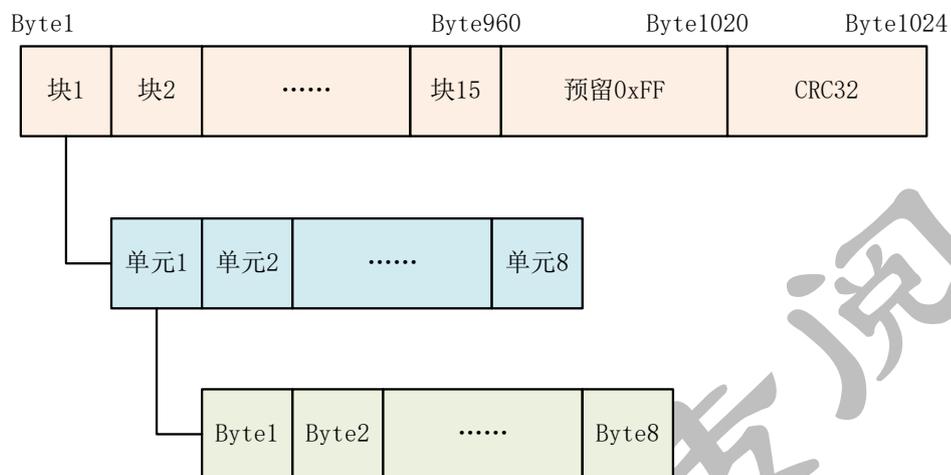


图7 控制器功能配置存储器分配

- 1) 读取时上位机指定块编号按照块读取, 控制器一次返回 64bytes, 包含 8 个功能单元数据;
- 2) 写入时上位机支持块写入和单元写入, 按块写入时指定块编号, 一次写入 64bytes 数据, 按单元写入时指定块编号和单元编号, 一次写入 8bytes 数据。