

# MOTINOVA E-Bike 电气系统应用通信协议

TT-SCP-001

编 制: 周雄  
审 核: 孙毅  
批 准: 王瑞瑾

武汉天腾动力科技有限公司

二〇二三年十一月二十日

|          |                                 |             |              |
|----------|---------------------------------|-------------|--------------|
| MOTINOVA | 文件名称：MOTINOVA E-Bike 电气系统应用通信协议 |             | 密级：公开        |
|          | 文件编号：TT-SCP-001                 | 版本：V4. 6. 1 | 共 23 页 第 2 页 |

# 目录

1 总则.....3

2 目的.....3

3 适用范围.....3

4 修订记录.....3

MOTINOVA 小牙盘系列中置系统通信协议.....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.....11

4.3 OBC 命令字定义.....14

4.4 CDL 命令字定义.....18

5 附录 1：CRC32 计算方法.....20

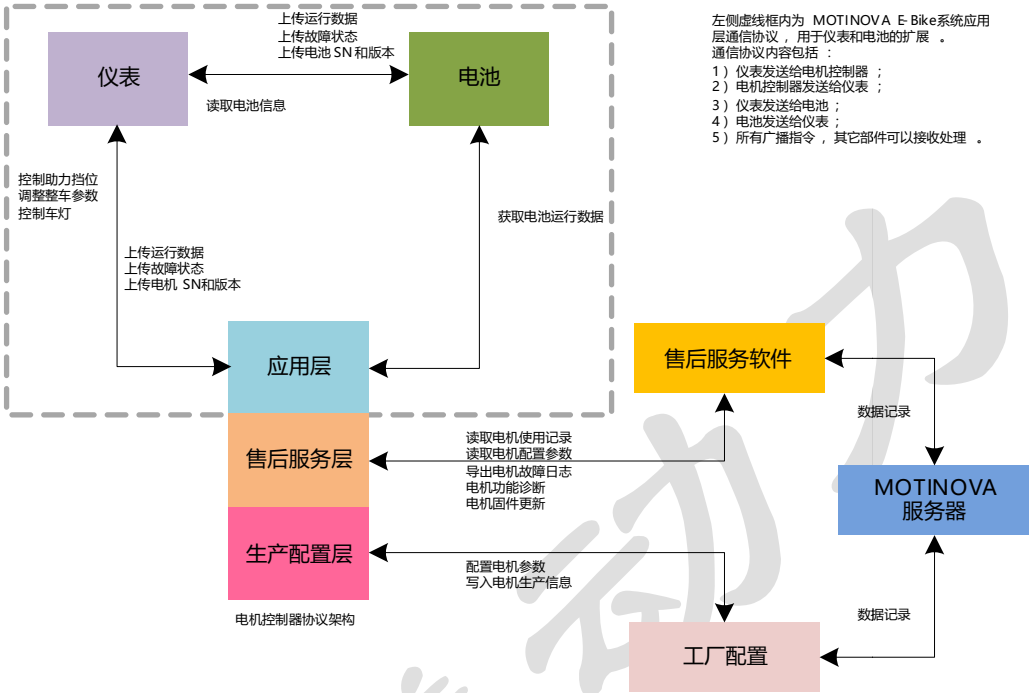
5.1 CRC32 计算多项式表.....20

5.2 CRC32 计算方法.....21

6 附录 2：警告/故障码列表.....22

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的通信 ID、报文传输格式、以及数据协议，系统通信协议架构如下图所示：



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 小牙盘中置系统的软件开发，包含电机控制器、智能电池保护板、各类仪表等。

4 修订记录

表1 修订记录

| 日期       | 修订人 | 修订内容                                   | 版本       |
|----------|-----|----------------------------------------|----------|
| 20231120 | 周雄  | 根据通信协议结构划分,提取 MITINOVA E-Bike 系统应用层协议。 | V4. 6. 1 |

# MOTINOVA 小牙盘系列中置系统应用通信协议

## 1 系统组成

MC: 电机控制器 Motor Controller

BMS: 电池管理系统 Battery Management System

OBC: 车载计算机 On Board Computer

CDL: 通讯适配器 CAN Dongle

APP: 用户程序 Application

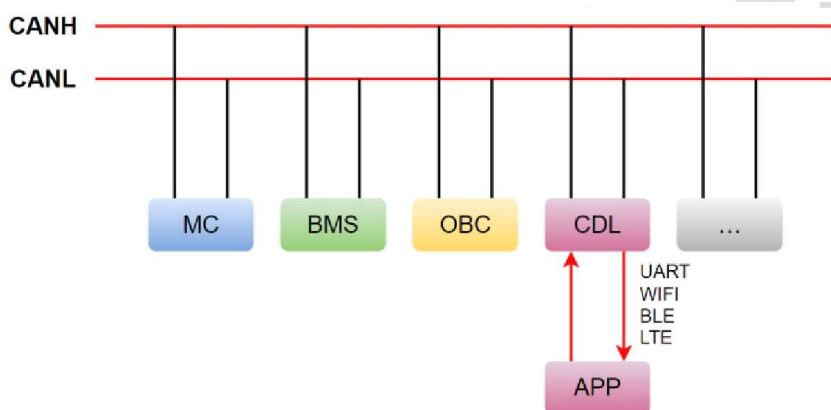


图2 系统通信接口示意图

## 2 硬件接口

### 2.1 通信接口参考电路

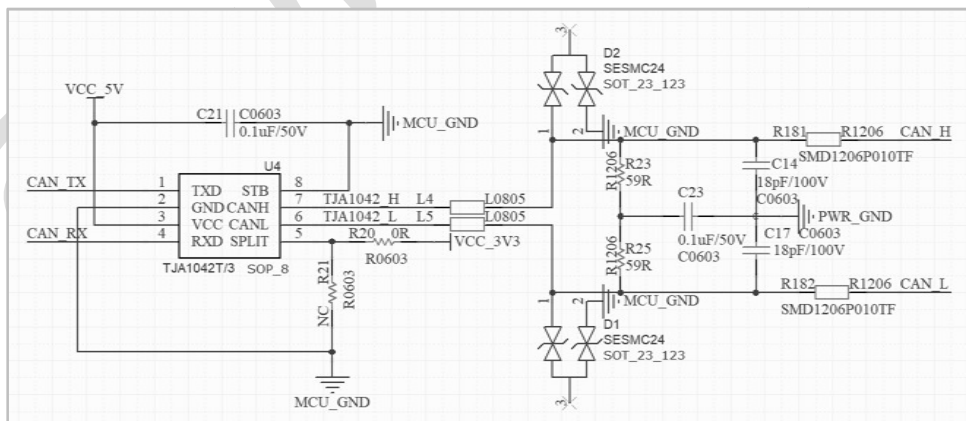


图3 通信接口参考电路

### 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 BMS 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: 2000 KHz

SJW: 1

BS1: 6

BS2: 1

波特率: 250 Kbps

#### 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:

MOTINOVA

文件名称：MOTINOVA E-Bike 电气系统应用通信协议

文件编号：TT-SCP-001

版本：V4.6.1

密级：公开

共 23 页 第 6 页

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

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

### 3.2.3 分包方式

对于长度超过 8bytes 的数据帧，按照 8+N 的方式分包，每个数据包填入相同的 ID 号，如下表所示：

|     |    |             |       |             |    |             |
|-----|----|-------------|-------|-------------|----|-------------|
| 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

| 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<br>(收到 PBU/OBC 控制指令时返回) | 车速:2bytes<br>输出转速:2bytes<br>电功率:2bytes<br>母线电压:2bytes<br>母线电流:2bytes<br>踢频:1byte<br>踩踏力矩:1byte<br>踩踏方向:1byte<br>助力档位:1byte | 0.1km/h<br>1rpm<br>1W<br>1mV<br>1mA<br>1rpm<br>1N.m<br>0-正,1-反,2-停止<br>0x00: OFF<br>0x01: 力矩 ECO<br>0x02: 力矩 NORM<br>0x03: 力矩 SPORT |

|       |      |        |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------|------|--------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |      |        |                                                    | 大灯状态:1byte<br>剩余电量:1byte<br>续航里程:2bytes<br>ODO 里程:2bytes<br>平均功耗:1byte<br><br>PCB 温度:1bytes<br>绕组温度:1bytes<br>MCU 温度:1bytes<br>开机后骑行里程:2bytes<br>开机后骑行时间:2byte<br>预留:3bytes<br>变速器状态:1byte                                         | 0x04: 力矩 TURBO<br>0x05: 力矩预留<br>0x22: 推行模式<br>0x33: 智能模式<br>0xF0-关, 0xF1-开<br>1%, 无效为 0xFF<br>1km, 无效为 0xFFFF<br>1km<br>0.01Ah/km, 无效为<br>0xFF<br>+40℃<br>+40℃<br>+40℃<br>0.1km<br>1s<br>0x00<br>高 3 位: 变速器工作<br>模式:<br>0x1-关机模式/初始<br>化<br>0x2-手动模式<br>0x4-自动模式<br>低 5 位: 变速器当前<br>档位 (1-32) /变速<br>比<br>无变速器时, 填充<br>0xF0 |
| 0x710 | 0x0C | 0x1104 | MC 故障码<br>(存在故障时<br>200ms 自动发<br>送, 故障消失后<br>停止发送) | 0: 无故障<br>低 16 位:<br>0x0001: 过流保护<br>0x0002: 低压保护<br>0x0004: 过压保护<br>0x0008: 堵转保护<br>0x0010: 过热保护<br>0x0020: SPS 故障<br>0x0040: TQS 故障<br>0x0080: 霍尔故障<br>0x0100: 马达缺相<br>0x0200: NTC 故障<br>0x0400: BMS 校验失<br>败<br>0x0800: HMI 校验失 | 按位或输出, 0-正<br>常, 1-故障, 未描述<br>的故障位填 0                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|         |      |        |                               |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                               |
|---------|------|--------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |      |        |                               | 败<br>0x1000:PBU/OBC 校验失败<br>0x2000:MCU 故障<br>0x4000:踏频故障<br>0x8000:指拨故障<br>高 16 位:<br>0x0001:MOS 短路<br>0x0002:电压异常<br>0x0004:电路故障<br>0x0008:TE 故障<br>0x0010:TE 电路故障<br>0x0020:MC 校验失败<br>0x0040:马达失速故障<br>0x0080:预留故障 3 |                                                                                               |
| 0x710   | 0x0C | 0x1240 | 电机版本信息<br>(返回指令)              | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                | 排列顺序为: MODEL、SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 ' . ', 无效填充 0x20<br>FW 命名格式为 Vxrxrx_YYYYMMDD |
| 0x710   | 0x0C | 0x1305 | 关机就绪<br>(返回指令)                | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                | READY                                                                                         |
| 0x710   | 0x0C | 0x1510 | 骑行历史信息<br>(返回指令)              | ODO 里程: 4bytes<br>ODO 时间: 4bytes<br>TRIP 里程: 4bytes<br>TRIP 时间: 4bytes                                                                                                                                                  | 0.1km<br>1min<br>0.1km<br>1min                                                                |
| 0x710   | 0x0C | 0x1720 | 软件标识说明                        | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                | 结束符为 ' . ', 无效填充 0x20                                                                         |
| 发送给 BMS |      |        |                               |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                               |
| 0x712   | 0x11 | 0x3009 | BMS 在线检测<br>(主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                | HANDSHAKE                                                                                     |
| 发送给 OBC |      |        |                               |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                               |
| 0x713   | 0x11 | 0x5009 | OBC 在线检测<br>(主动发送, 收到返回或超时停止) | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                | HANDSHAKE                                                                                     |

|       |      |        |                  |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                          |
|-------|------|--------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x713 | 0x0C | 0x5303 | 通用反馈指令<br>(返回指令) | ASCII 字符                                                                                                                                                                                    | ACK                                                                                                                                                      |
| 0x713 | 0x0C | 0x5408 | 返回OBC用户参数        | 轮胎默认周长:1byte<br>启动模式:1byte<br><br>限速:1byte<br>周长微调:1byte<br>预留:2bytes<br><br>限速微调值:1byte<br>预留:1bytes                                                                                       | 1cm<br><br>1-柔和, 2-正常, 3-强劲<br>1km/h<br>±10cm, 有符型填充 0x00(兼容大牙盘)<br>有符型, 1km/h<br>填充 0x00                                                                |
| 0x713 | 0x0C | 0x5510 | 返回变速器参数          | 校准状态:1byte<br><br><br>手动模式档位数量:1byte<br>自动模式最低踏频:1byte<br>自动模式最高踏频:1byte<br>自动关机时间:1byte<br>版本代号:1byte<br>预留 10bytes                                                                        | 0x00: 校准完成或无需校准<br>0x01: 请求校准<br>0x02: 提示转动车轮<br>5-24, 默认为 9<br><br>30-50, 默认为 50<br><br>60-120, 默认为 120<br><br>5-255, 单位 min, 默认为 5<br>0-255<br>填充 0x00 |
| 0x713 | 0x0C | 0x5620 | 返回骑行参数           | ECO 助力比增益:1byte<br>ECO 助力加速度增益:1byte<br>NORM 助力比增益:1byte<br>NORM 助力加速度增益:1byte<br>SPORT 助力比增益:1byte<br>SPORT 助力加速度增益:1byte<br>TURBO 助力比增益:1byte<br>TURBO 助力加速度增益:1byte<br>SMART 助力比增益:1byte | 80%~120%<br><br>80%~120%<br><br>80%~120%<br><br>80%~120%<br><br>80%~120%<br><br>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 CDL |      |        |                  |                     |          |
| 0x715   | 0x0C | 0xA230 | 运行历史 1<br>(返回指令) | 开机次数:4bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | 使用时间:4bytes         | 1min     |
|         |      |        |                  | 过流保护:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | 低压保护:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | 过压保护:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | 堵转保护:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | 过热保护:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | SPS 故障:2bytes       | 次        |
|         |      |        |                  | TQS 故障:2bytes       | 次        |
|         |      |        |                  | 霍尔故障:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | 马达缺相:2bytes         | 次        |
|         |      |        |                  | NTC 故障:2bytes       | 次        |
|         |      |        |                  | BMS 校验失败:2bytes     | 次        |
|         |      |        |                  | HMI 校验失败:2bytes     | 次        |
|         |      |        |                  | PBU 校验失败:2bytes     | 次        |
|         |      |        |                  | PCB 最高温度:1byte      | +40℃     |

|          |      |                                 |                  |                                                                                                                                                  |                                                            |  |
|----------|------|---------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--|
| MOTINOVA |      | 文件名称：MOTINOVA E-Bike 电气系统应用通信协议 |                  |                                                                                                                                                  | 密级：公开                                                      |  |
|          |      | 文件编号：TT-SCP-001                 |                  | 版本：V4. 6. 1                                                                                                                                      | 共 23 页 第 11 页                                              |  |
|          |      |                                 |                  | PCB 最低温度:1byte<br>预留:4bytes<br>绕组最高温度:1byte<br>绕组最低温度:1byte<br>MCU 最高温度:1byte<br>MCU 最低温度:1byte<br>预留:4bytes                                     | +40℃<br>填充 0x00<br>+40℃<br>+40℃<br>+40℃<br>+40℃<br>填充 0x00 |  |
| 0x715    | 0x0C | 0xAC10                          | 运行历史 2<br>(返回指令) | MCU 故障次数:2bytes<br>踏频故障次数:2bytes<br>指拨故障次数:2bytes<br>MOS 短路次数:2bytes<br>电压异常次数:2bytes<br>电路异常次数:2bytes<br>TE MCU 异常次数:2bytes<br>TE 电路异常次数:2bytes | 次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次                       |  |

4.2 BMS 命令字定义

表6 BMS 命令字定义

| ID    | 模式   | 命令字    | 功能               | 数据段                                                                                                             | 备注                                                                                                        |
|-------|------|--------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 广播指令  |      |        |                  |                                                                                                                 |                                                                                                           |
| 0x720 | 0x0C | 0x1010 | 电池运行信息<br>(返回指令) | 电压:2bytes<br>平均电流:2bytes<br><br>剩余容量:2bytes<br>满充容量:2bytes<br>电芯温度:1byte<br>剩余电量:1byte<br>运行状态:1byte<br>(按位或输出) | 1mV<br>1mA，有符型，放电为负，充电为正<br>1mAh<br>1mAh<br>+40℃<br>0~100%<br>0x00:休眠<br>0x01:充电器接入<br>0x02:预留<br>0x04:预留 |

|       |      |        |                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            |
|-------|------|--------|-------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|       |      |        |                                                 |  | SOH:1byte<br>循环次数:2bytes<br>剩余充电时间:2bytes                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0x08:预留<br>0x10:预留<br>0x20:预留<br>0x40:预留<br>0x80:预留<br>0~100%<br>次<br>1min |
| 0x720 | 0x0C | 0x1120 | 电芯电压<br>(返回指令)                                  |  | Cell_1:2bytes<br>.....<br>Cell_16:2bytes<br>不足部分填充 0x00                                                                                                                                                                                                                                                          | 1mV<br>.....<br>1mV                                                        |
| 0x720 | 0x0C | 0x1204 | BMS 故障码<br>(存在故障时<br>200ms 自动发送, 故障消失后<br>停止发送) |  | 高 16 位:<br>0x0001: 充电过压警告<br>0x0002: 放电低压警告<br>0x0004: 充电过流警告<br>0x0008: 放电过流警告<br>0x0010: 充电高温警告<br>0x0020: 充电低温警告<br>0x0040: 放电高温警告<br>0x0080: 放电低温警告<br>0x0100: MOS 高温警告<br>低 16 位:<br>0x0001: 二级放电过流保护<br>0x0002: 充电过流保护<br>0x0004: 短路保护<br>0x0008: 过放保护<br>0x0010: 过充保护<br>0x0020: 放电低温保护<br>0x0040: 放电高温保护 | 按位或输出, 0-正常, 1-故障                                                          |

|        |      |        |                           |                                                                                                                                                                   |                                                                                             |
|--------|------|--------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |      |        |                           | 0x0080: 充电低温保护<br>0x0100: 充电高温保护<br>0x0200: 放电 MOS 故障<br>0x0400: 充电 MOS 故障<br>0x0800: 温度传感器故障<br>0x1000: 预留<br>0x2000: 一级过流保护<br>0x4000: AFE 故障<br>0x8000: MCU 故障 |                                                                                             |
| 0x720  | 0x0C | 0x1308 | 关机指令<br>(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  | 0x0C | 0x1410 | 电池设计信息<br>(返回指令)          | 设计容量: 2bytes<br>设计电压: 1byte<br>电芯型号: 8bytes<br>电芯数量: 1byte<br>预留: 4bytes                                                                                          | 1mAh<br>1V<br>ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20 个<br>填充 0x00                                        |
| 0x720  | 0x0C | 0x1540 | 电池版本信息<br>(返回指令)          | ASCII 字符                                                                                                                                                          | 排列顺序为: MODEL、SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 ' ', 无效填充 0x20;<br>FW 命名格式为 Vxrxx_YYYMMDD. |
| 0x720  | 0x0C | 0x1810 | 用户使用记录<br>(返回指令)          | 电芯最高温: 1byte<br>电芯最低温: 1byte<br>最近充电间隔时间: 2bytes<br>最大充电间隔时间: 2bytes<br>预留: 10bytes                                                                               | +40℃<br>+40℃<br>小时<br>小时<br>填充 0x00                                                         |
| 发送给 MC |      |        |                           |                                                                                                                                                                   |                                                                                             |
| 0x721  | 0x0C | 0x3005 | 在线检测反馈                    | ASCII 字符                                                                                                                                                          | READY                                                                                       |

|                |      |                                 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
|----------------|------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MOTINOVA       |      | 文件名称：MOTINOVA E-Bike 电气系统应用通信协议 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 密级：公开                                                                                                                                                          |
|                |      | 文件编号：TT-SCP-001                 |                          | 版本：V4. 6. 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 共 23 页 第 14 页                                                                                                                                                  |
|                |      |                                 | (返回指令)                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
| 发送给 CDL        |      |                                 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
| 0x725          | 0x0C | 0x5028                          | 电池BMS历史信息<br>(返回指令)      | 电芯最高温:1byte<br>电芯最低温:1byte<br>最大放电电流:2bytes<br>最大充电电流:2bytes<br>循环次数:2bytes<br>最近充电间隔时间:2bytes<br>最大充电间隔时间:2bytes<br>充电过流保护次数:2bytes<br>放电过流保护次数:2bytes<br>过充保护次数:2bytes<br>过放保护次数:2bytes<br>短路保护次数:2bytes<br>充电低温保护次数:2bytes<br>充电高温保护次数:2bytes<br>放电低温保护次数:2bytes<br>放电高温保护次数:2bytes<br>运行时间:4bytes<br>SOH:1byte<br>预留:5bytes | +40℃<br>+40℃<br>无符型，单位 1mA<br><br>无符型，单位 1mA<br><br>次<br>小时<br><br>小时<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>次<br>1min<br>0~100%<br>填充 0x00 |
| 4. 3 OBC 命令字定义 |      |                                 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
| 表7 OBC 命令字定义   |      |                                 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
| ID             | 模式   | 命令字                             | 功能                       | 数据段                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 备注                                                                                                                                                             |
| 广播指令           |      |                                 |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
| 0x730          | 0x0C | 0x1008                          | 关机指令<br>(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 | OBC 版本信息<br>(返回指令)                                   | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 排列顺序为: MODEL、<br>SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16<br>bytes, 结束符为<br>'.', 无效填充 0x20<br>FW 命名格式为<br>Vxrxrx_YYYYMMDD                                   |
| 0x730  | 0x0C | 0x1405 | 关机就绪<br>(返回指令)                                       | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | READY                                                                                                                                      |
| 0x730  | 0x0C | 0x1504 | OBC 故障代码<br>(存在故障时<br>200ms 自动发<br>送, 故障消失后<br>停止发送) | 高 16 位: 0x0000<br>低 16 位<br>0x0000: 无故障<br>0x0001: +键失效<br>0x0002: -键失效<br>0x0004: i 键失效<br>0x0008: 灯键失效<br>0x0010: Walk 键失<br>效<br>0x0020: 电源键失<br>效<br>0x0040: MCU 故障<br>0x0080: MOS 短路<br>0x0100: 电压检测<br>异常<br>0x0200: HMI 通讯异<br>常<br>0x0400: MC 通讯异<br>常<br>0x0800: 预留故障 1<br>0x1000: 预留故障 2<br>0x2000: 预留<br>0x4000: 预留<br>0x8000: 预留 | 按位或输出, 0-正<br>常, 1-故障                                                                                                                      |
| 发送给 MC |      |        |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                            |
| 0x731  | 0x0C | 0x3002 | 控制电机指令<br>(定时上传)                                     | 助力档位: 1byte<br><br>大灯状态: 1byte                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0x00: OFF<br>0x01: 力矩 ECO<br>0x02: 力矩 NORM<br>0x03: 力矩 SPORT<br>0x04: 力矩 TURBO<br>0x05: 力矩预留<br>0x22: 推行模式<br>0x33: 智能模式<br>0xF0-关, 0xF1-开 |
| 0x731  | 0x0C | 0x3105 | 在线检测反馈                                               | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | READY                                                                                                                                      |

|       |      |        |                                            |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|------|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |      |        | (返回指令)                                     |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |
| 0x731 | 0x11 | 0x3300 | OBC 查询用户参数<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)            |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |
| 0x731 | 0x16 | 0x3408 | OBC 设置用户参数<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)            | 周长微调值:1byte<br>启动模式:1byte<br>预留:2bytes<br>限速微调值:1byte<br>预留:3bytes | 有符型, 单位 1cm, $\pm 10.0\text{cm}$<br>1-柔和, 2-正常, 3-强劲<br>填充 0x00 (兼容大牙盘)<br>有符型, 单位 1km/h, $-50\sim 0\text{km/h}$ (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 $-13\sim 0\text{km/h}$ )<br>填充 0x00 |
| 0x731 | 0x11 | 0x3500 | OBC 查询骑行历史信息<br>(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 | 0x11 | 0x3900 | OBC 读取电机版本信息                               |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |
| 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<br>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)<br>预留:6bytes   | 工作模式:<br>0x3-手动模式<br>0x4-自动模式<br>0x8-校准模式<br>手动模式目标档位: 1-9<br>自动模式目标踏频: 30-120<br>填充 0x00                                                                                                                                 |
| 0x731 | 0x10 | 0x4100 | OBC 查询变速器                                  |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                           |

[illegible]

|          |      |        |                                     |                                                                              |                                          |               |
|----------|------|--------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|
| MOTINOVA |      |        | 文件名称：MOTINOVA E-Bike 电气系统应用通信协议     |                                                                              |                                          | 密级：公开         |
|          |      |        | 文件编号：TT-SCP-001                     |                                                                              | 版本：V4. 6. 1                              | 共 23 页 第 18 页 |
|          |      |        |                                     | TURBO 最大力矩增益:1byte<br>SMART 最大电流增益:1byte<br>SMART 最大力矩增益:1byte<br>预留:12bytes | 80%~120%<br>80%~120%<br>80%~120%<br>0x00 |               |
| 发送给 BMS  |      |        |                                     |                                                                              |                                          |               |
| 0x732    | 0x11 | 0x5000 | 查询BMS运行信息<br>（主动发送，收到返回或超时停止）       |                                                                              |                                          |               |
| 0x732    | 0x11 | 0x5100 | OBC 查询 BMS 版本信息<br>（主动发送，收到返回或超时停止） |                                                                              |                                          |               |
| 0x732    | 0x11 | 0x5200 | OBC 查询 BMS 设计信息（主动发送，收到返回或超时停止）     |                                                                              |                                          |               |
| 0x732    | 0x11 | 0x5300 | OBC 查询 BMS 电芯电压（主动发送，收到返回或超时停止）     |                                                                              |                                          |               |
| 0x732    | 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）    |                                                                              |                                          |               |
| 发送给 CDL  |      |        |                                     |                                                                              |                                          |               |
| 0x735    | 0x0C | 0x9003 | 通用反馈指令<br>（返回指令）                    | ASCII 字符                                                                     | ACK                                      |               |
| 0x735    | 0x0C | 0x9310 | 运行历史信息<br>（返回指令）                    | 运行时间:4bytes<br>开机次数:4bytes<br>预留:8bytes                                      | 1min<br>次<br>填充 0x00                     |               |

4.4 CDL 命令字定义

表8 CDL 命令字定义

| ID     | 模式   | 命令字    | 功能     | 数据段 | 备注 |
|--------|------|--------|--------|-----|----|
| 发送给 MC |      |        |        |     |    |
| 0x751  | 0x11 | 0x1200 | 查询电机版本 |     |    |

|         |      |        |                 |  |  |
|---------|------|--------|-----------------|--|--|
|         |      |        | 信息              |  |  |
| 0x751   | 0x11 | 0x1E00 | 查询电机历史信息        |  |  |
| 发送给 BMS |      |        |                 |  |  |
| 0x752   | 0x11 | 0x3300 | 查询电池版本信息        |  |  |
| 0x752   | 0x11 | 0x3400 | 查询电池运行信息        |  |  |
| 0x752   | 0x11 | 0x3500 | 查询电芯电压          |  |  |
| 0x752   | 0x11 | 0x3600 | 查询电池设计信息        |  |  |
| 0x752   | 0x11 | 0x3800 | 查询电池历史信息        |  |  |
| 发送给 OBC |      |        |                 |  |  |
| 0x753   | 0x11 | 0x5400 | 查询 PBU/OBC 版本信息 |  |  |
| 0x753   | 0x11 | 0x5600 | 查询 PBU/OBC 历史信息 |  |  |

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。

## 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, 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, 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, 0xAAFBE615, 0xA7B8C0CC, 0xA379DD7B, 0x9B3660C6, 0x9FF77D71,  
34.    0x92B45BA8, 0x9675461F, 0x8832161A, 0x8CF30BAD, 0x81B02D74, 0x857130C3,  
35.    0x5D8A9099, 0x594B8D2E, 0x5408ABF7, 0x50C9B640, 0x4E8EE645, 0x4A4FFBF2,  
36.    0x470CDD2B, 0x43CDC09C, 0x7B827D21, 0x7F436096, 0x7200464F, 0x76C15BF8,  
37.    0x68860BFD, 0x6C47164A, 0x61043093, 0x65C52D24, 0x119B4BE9, 0x155A565E,  
38.    0x18197087, 0x1CD86D30, 0x029F3D35, 0x065E2082, 0x0B1D065B, 0x0FDC1BEC,  
39.    0x3793A651, 0x3352BBE6, 0x3E119D3F, 0x3AD08088, 0x2A97D08D, 0x2056CD3A,  
40.    0x2D15EBE3, 0x29D4F654, 0xC5A92679, 0xC1683BCE, 0xCC2B1D17, 0xC8EA00A0,
```

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

## 5.2 CRC32 计算方法

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

## 6 附录 2: 警告/故障码列表

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

表9 警告/故障码列表

| 信号来源 | 显示代码 | 类型 | 描述        | 显示内容                          | 解决办法           |
|------|------|----|-----------|-------------------------------|----------------|
| MC   | 10   | 警告 | 过流保护      | Over Current Protect          | 5s 后自动恢复       |
| MC   | 11   | 警告 | 低压保护      | Under Voltage Protect         | 电池充电           |
| MC   | 12   | 警告 | 过压保护      | Over Voltage Protect          | 更换正确电池         |
| MC   | 13   | 警告 | 堵转保护      | Rotor Locked                  | 关机重启           |
| MC   | 14   | 警告 | 过热保护      | Over Heat Protect             | 关机静置 30min 后使用 |
| MC   | 15   | 故障 | 温度传感器故障   | NTC Fault                     | 返修             |
| MC   | 16   | 故障 | 速度传感器故障   | Speed Sensor Fault            | 检查或更换速度传感器     |
| MC   | 17   | 故障 | 力矩传感器故障   | Torque Sensor Fault           | 返修             |
| MC   | 18   | 故障 | 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       |
| OBC | 60 | 故障 | +按键失效     | + Key Fault                     | 检查或更换按键        |
| OBC | 61 | 故障 | -键失效      | - Key Fault                     | 检查或更换按键        |
| OBC | 62 | 故障 | i 键失效     | - Key Fault                     | 检查或更换按键        |
| OBC | 63 | 故障 | Light 键失效 | Light Key Fault                 | 检查或更换按键        |
| OBC | 64 | 故障 | Walk 键失效  | Walk Key Fault                  | 检查或更换按键        |
| OBC | 65 | 故障 | 电源键失效     | Power Key Fault                 | 检查或更换按键        |
| OBC | 66 | 故障 | 处理器故障     | MCU Fault                       | 返修             |
| OBC | 67 | 故障 | 开关 MOS 短路 | MOS Short Circuit               | 返修             |
| OBC | 68 | 故障 | 电压检测异常    | Voltage Test Fault              | 返修             |
| OBC | 70 | 故障 | MC 通讯异常   | MC Communication Fault          | 检查线路或更换部件      |
| OBC | 71 | 故障 | 预留故障位 1   |                                 |                |
| OBC | 72 | 故障 | 预留故障位 2   |                                 |                |