



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2. 2

共 20 页 第 1 页

# MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

[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

二〇一九年五月五日



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2. 2

共 20 页 第 1 页

## 修改记录

| 修改日期     | 修改人 | 修改内容                                                                                                                                                              | 版本号   |
|----------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 20190106 | 周雄  | 第一次发布                                                                                                                                                             | V1. 0 |
| 20190117 | 周雄  | 大范围修改                                                                                                                                                             | V1. 1 |
| 20190130 | 周雄  | 1、增加 CDL 和其它 UART、WIFI、BLE 等接口设备 APP 之间的检测协议<br>2、修改 HANDSHAKE 的命令字<br>3、CRC 校验更改为 CRC32 校验<br>4、增加 BMS 一级放电过流保护<br>5、增加 CDL 对 MC、BMS、PBU、HMI 写入生产信息指令            | V1. 2 |
| 20190201 | 周雄  | 1、增加 CDL 与 APP 专用指令<br>2、增加 PBU 写入 MC 用户配置参数                                                                                                                      | V1. 3 |
| 20190214 | 周雄  | 1、CDL 写入 HMI 的校验码更正为 12bytes<br>2、版本信息格式调整<br>3、增加 HMI 的 Mode 和 SN 写入指令                                                                                           | V1. 4 |
| 20190225 | 周雄  | 1、数据发送改用小端模式;<br>2、调整 MC 上报运行信息顺序;<br>3、更改或增加 MC、BMS、PBU、HMI 的故障码;<br>4、部分反馈指令更改为通用反馈指令;<br>5、调整 BMS 上报的运行信息顺序;<br>6、增加 CDL 发送给 HMI 的复位指令;<br>7、增加 HMI 显示的故障代码列表。 | V1. 5 |
| 20190226 | 周雄  | 1、附录新增升级流程和 Bootloader 的协议<br>2、每条指令发送的模式进行了注明                                                                                                                    | V2. 0 |
| 20190402 | 周雄  | 1、修改 BootLoader 升级协议;<br>2、增加 MC 故障码, 对应的 HMI 故障码列表修改;<br>3、增加 PBU 发出的故障码指令。                                                                                      | V2. 1 |
| 20190505 | 周雄  | 1、MC 上报故障码增加电路故障, 对应 HMI 显示故障代码增加;<br>2、PBU 上报故障码增加电路故障, 对应 HMI 显示故障代码增加;<br>3、增加 PBU 主动发送给 HMI 的助力档位指令, HMI 收到后返回 ACK;                                           | V2. 2 |
|          |     |                                                                                                                                                                   |       |



# MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

## 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

CDL: 通讯适配器 CAN Dongle

APP: 用户程序 Application

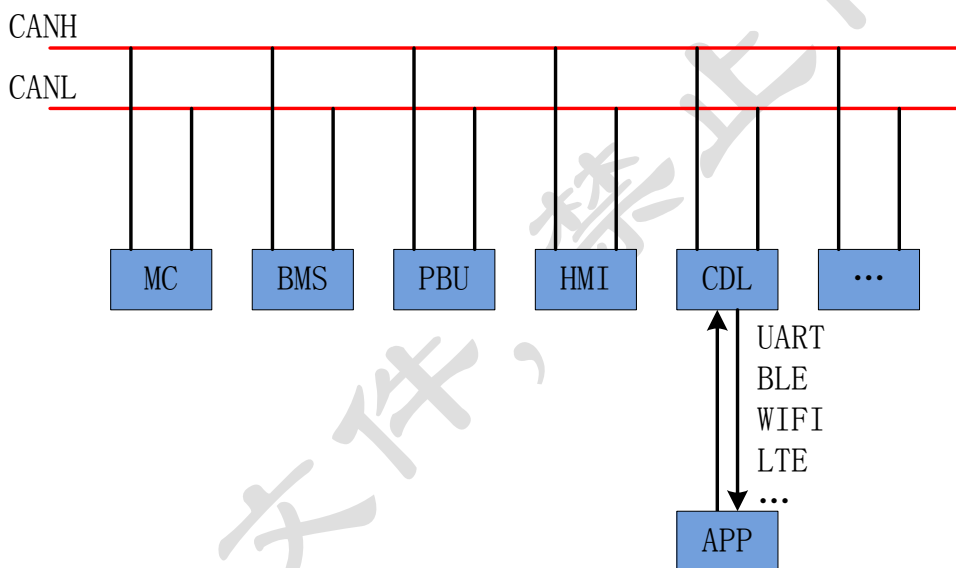


图1 系统通信接口示意图

## 2 通信协议规则

本协议主要描述 MOTINOVA 中置驱动系统各组件之间数据通信格式，只适用于 MOTINOVA 中置驱动系统内部组件之间通信。

### 2.1 硬件接口

接口类型: CAN2.0A

波特率: 125kbps

### 2.2 数据帧封装格式

#### 2.2.1 数据帧格式

协议描述了每帧数据内容，包括帧头、命令段长度、命令字、数据段、校验位、帧



尾。每帧格式如下:

表1 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;
- 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。

### 2.2.2 ID分配

表2 ID 分配

| MC  | Target | 广播    | MC    | BMS   | PBU   | HMI   | CDL   |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | CAN ID | 0x710 |       | 0x712 | 0x713 | 0x714 | 0x715 |
| BMS | Target | 广播    | MC    | BMS   | PBU   | HMI   | CDL   |
|     | CAN ID | 0x720 | 0x721 |       | 0x723 | 0x724 | 0x725 |
| PBU | Target | 广播    | MC    | BMS   | PBU   | HMI   | CDL   |
|     | CAN ID | 0x730 | 0x731 | 0x732 |       | 0x734 | 0x735 |
| HMI | Target | 广播    | MC    | BMS   | PBU   | HMI   | CDL   |
|     | CAN ID | 0x740 | 0x741 | 0x742 | 0x743 |       | 0x745 |
| CDL | Target | 广播    | MC    | BMS   | PBU   | HMI   | CDL   |
|     | CAN ID | 0x750 | 0x751 | 0x752 | 0x753 | 0x754 |       |

### 2.2.3 封装方式

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



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 4 页

| 包序号 | 1  |             | ..... |             | N  |             |
|-----|----|-------------|-------|-------------|----|-------------|
| 内容  | ID | Byte1~Byte8 | ID    | Byte1~Byte8 | ID | Byte1~ByteN |

### 3 通信内容

#### 3.1 MC命令字定义

表4 MC 命令字定义

| ID    | 模式   | 命令字    | 功能                   | 数据段                                                                                                                                                                                                                                                                        | 备注                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|------|--------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 广播指令  |      |        |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 0x710 | 0x0C | 0x1020 | 上报 MC 运行信息<br>(定时上传) | 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<br><br>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>预留:8bytes | 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<br>0x04: 力矩 TURBO<br>0x05: 力矩预留<br>0x11: 踢频 ECO<br>0x12: 踢频 NORM<br>0x13: 踢频 SPORT<br>0x14: 踢频 TURBO<br>0x15: 踢频预留<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 0xFF<br>+40℃<br>+40℃<br>+40℃ |
| 0x710 | 0x0C | 0x1104 | 上报 MC 故障码<br>(定时上传)  | 0:无故障<br>低 16 位:<br>0x0001:过流保护<br>0x0002:低压保护                                                                                                                                                                                                                             | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 5 页

|         |      |        |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
|---------|------|--------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|         |      |        |                               | 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 校验失败<br>0x0800:HMI 校验失败<br>0x1000:PBU 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><b>0x0004:电路故障</b> | 发送                                                             |
| 0x710   | 0x0C | 0x1240 | 上报电机版本信息<br>(返回指令)            | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 排列顺序为: MODE、SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 '.', 无效填充 0x20 |
| 0x710   | 0x0C | 0x1305 | 关机就绪<br>(返回指令)                | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                            | READY                                                          |
| 0x710   | 0x0C | 0x1401 | 在线检测结果<br>(返回指令)              | 0x00:系统正常<br>0x01:BMS 离线<br>0x02:PBU 离线<br>0x04:HMI 离线<br>0x08:预留<br>0x10:预留<br>0x20:预留<br>0x40:预留<br>0x80:预留                                                                                                                                                                                       | 按位或输出, 0-在线, 1-离线                                              |
| 发送给 HMI |      |        |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| 0x714   | 0x11 | 0x7009 | HMI 在线检测<br>(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                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 6 页

|       |      |        |                                |                                                  |                                  |
|-------|------|--------|--------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|
|       |      |        | ID<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)        |                                                  |                                  |
| 0x714 | 0x11 | 0x7200 | 查询HMI 校验码<br>(主动发送, 收到返回或超时停止) |                                                  |                                  |
| 0x714 | 0x0C | 0x7308 | 配置参数查询结果<br>(返回指令)             | 周长:1byte<br>启动模式:1byte<br>限速值:1byte<br>预留:5bytes | 1cm<br>1-柔和, 2-正常, 3-强劲<br>1km/h |
| 0x714 | 0x0C | 0x7403 | 通用反馈指令<br>(返回指令)               | ASCII 字符                                         | ACK                              |

### 3.2 BMS命令字定义

表5 BMS 命令字定义

| ID    | 模式   | 命令字    | 功能                  | 数据段                                                                                                                          | 备注                                                                                                                                                                  |
|-------|------|--------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 广播指令  |      |        |                     |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |
| 0x720 | 0x0C | 0x1010 | 电池运行信息<br>(定时上传)    | 电压:2bytes<br>平均电流:2bytes<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)<br><br>预留:5bytes | 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<br>0x08:预留<br>0x10:预留<br>0x20:预留<br>0x40:预留<br>0x80:预留 |
| 0x720 | 0x0C | 0x1204 | 上报BMS 故障码<br>(定时上传) | 高 16 位:0x0000<br>低 16 位<br>0x0000:无故障<br>0x0001:二级放电过流保护<br>0x0002:充电过流                                                      | 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                                                                                                                      |



|       |      |        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                |
|-------|------|--------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|       |      |        |                           | 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<br>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>0x1000:一级过流警告<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                                                                                                                                                                                                                                          | SHUTDOWN, 收到 MC、PBU、HMI 的 READY 或超时 2s 后, 关闭放电开关               |
| 0x720 | 0x0C | 0x1540 | 上报电池版本信息<br>(返回指令)        | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                          | 排列顺序为: MODE、SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 '.', 无效填充 0x20 |

### 3.3 PBU命令字定义

表6 PBU 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 2s 后, 关闭放电开关 |
| 0x730 | 0x0C | 0x1140 | 上报指拨版本                    | ASCII 字符 | 排列顺序为: MODE、                                 |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 8 页

|              |             |               |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |
|--------------|-------------|---------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|              |             |               | 信息<br>(返回指令)                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16<br>bytes, 结束符为<br>'.' , 无效填充 0x20      |
| 0x730        | 0x0C        | 0x1504        | 上报 PBU 故障代<br>码<br>(定时上传)                    | 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><b>0x0080: 电路故障</b><br>0x0100: 预留<br>0x0200: 预留<br>0x0400: 预留<br>0x0800: 预留<br>0x1000: 预留<br>0x2000: 预留<br>0x4000: 预留<br>0x8000: 预留 | 按位或输出, 0-正<br>常, 1-故障, 存在故<br>障时 200ms 自动发<br>送, 故障消失后停止<br>发送 |
| 发送给 HMI      |             |               |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |
| 0x734        | 0x0C        | 0x7006        | 设置调节按键<br>(发送一次)                             | +键: 1byte<br>-键: 1byte<br>i 键: 1byte<br>预留: 3bytes                                                                                                                                                                                                                                                             | 0-松开<br>1-短按<br>2-长按                                           |
| 0x734        | 0x0C        | 0x7103        | 通用反馈指令<br>(返回指令)                             | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ACK                                                            |
| 0x734        | 0x16        | 0x7203        | HMI 进入设置模<br>式<br>(主动发送, 收<br>到返回或超时<br>停止)  | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | SET                                                            |
| 0x734        | 0x16        | 0x7304        | HMI 进入预推行<br>模式<br>(主动发送, 收<br>到返回或超时<br>停止) | ASCII 字符                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | STAR: 进入<br>STOP: 退出                                           |
| <b>0x734</b> | <b>0x0C</b> | <b>0x7402</b> | <b>助力档位指令</b>                                | <b>助力档位: 1byte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>0x00: OFF</b>                                               |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 9 页

|  |  |  |  |                                                                        |            |                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--|--|--|------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | (主动定时发送, 超时未收到反馈, 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) |            | 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>0x11: 踢频 ECO<br>0x12: 踢频 NORM<br>0x13: 踢频 SPORT<br>0x14: 踢频 TURBO<br>0x15: 踢频预留<br>0x22: 推行模式<br>0x33: 智能模式<br>0xF0-关, 0xF1-开 |
|  |  |  |  |                                                                        | 大灯状态:1byte |                                                                                                                                                                                                                  |

### 3.4 HMI 命令字定义

表7 HMI 命令字定义

| ID    | 模式   | 命令字    | 功能                     | 数据段                                                                                                                                                                                       | 备注                                                             |
|-------|------|--------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 广播指令  |      |        |                        |                                                                                                                                                                                           |                                                                |
| 0x740 | 0x0C | 0x1040 | 上报 HMI 版本信息<br>(返回指令)  | ASCII 字符                                                                                                                                                                                  | 排列顺序为: MODE、SN、HW、FW;<br>每条信息长度为 16 bytes, 结束符为 '.', 无效填充 0x20 |
| 0x740 | 0x0C | 0x110C | 返回 HMI 物理 ID<br>(返回指令) | ID:12bytes                                                                                                                                                                                | 不足位填充 1                                                        |
| 0x740 | 0x0C | 0x120C | 返回 HMI 校验码<br>(返回指令)   | 校验码:12bytes                                                                                                                                                                               |                                                                |
| 0x740 | 0x0C | 0x1305 | 关机就绪<br>(返回指令)         | ASCII 字符                                                                                                                                                                                  | READY                                                          |
| 0x740 | 0x0C | 0x1404 | 上报 HMI 故障码<br>(定时上报)   | 高 16 位:0x0000<br>低 16 位<br>0x0000:无故障<br>0x0001: LCD 故障<br>0x0002: MCU 故障<br>0x0004: 预留<br>0x0008: 预留<br>0x0010: 预留<br>0x0020: 预留<br>0x0040: 预留<br>0x0080: 预留<br>0x0100: 预留<br>0x0200: 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                 |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 10 页

|         |      |        |                                |                                                                                  |                                     |
|---------|------|--------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|         |      |        |                                | 0x0400: 预留<br>0x0800: 预留<br>0x1000: 预留<br>0x2000: 预留<br>0x4000: 预留<br>0x8000: 预留 |                                     |
| 发送给 MC  |      |        |                                |                                                                                  |                                     |
| 0x741   | 0x11 | 0x3000 | 查询电机版本信息<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)  |                                                                                  |                                     |
| 0x741   | 0x11 | 0x3100 | 查询电机配置参数<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)  |                                                                                  |                                     |
| 0x741   | 0x16 | 0x3208 | 设置电机配置参数<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)  | 周长:1byte<br>启动模式:1byte<br>限速值:1byte<br>预留:5bytes                                 | 1cm<br>1-柔和, 2-正常, 3-强劲<br>0x19, 预留 |
| 0x741   | 0x0C | 0x3305 | 在线检测反馈<br>(返回指令)               | ASCII 字符                                                                         | READY                               |
| 发送给 BMS |      |        |                                |                                                                                  |                                     |
| 0x742   | 0x11 | 0x5000 | 查询BMS版本信息<br>(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<br>(主动发送, 收到返回或超时停止) |                                                                                  |                                     |
| 0x743   | 0x16 | 0x7100 | 退出设置模式<br>(主动发送, 收到返回或超时停止)    |                                                                                  |                                     |
| 0x743   | 0x0C | 0x7203 | 通用反馈指令<br>(返回指令)               | ASCII 字符                                                                         | ACK                                 |
| 发送给 CDL |      |        |                                |                                                                                  |                                     |



|       |      |        |                       |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                            |
|-------|------|--------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x745 | 0x0C | 0xA010 | 用户参数默认配置<br>(返回指令)    | 额定电压:1byte<br>轮胎周长:1byte<br>启动模式:1byte<br><br>显示续航:1byte<br>显示电量百分比:1byte<br>显示大灯图标:1byte<br>亮度等级:1byte<br>显示单位:1byte<br>启动模式设置:1byte<br>预留:7bytes | 0-24V, 1-36V, 2-48V<br>1cm<br>1-柔和, 2-正常, 3-强劲<br><br>0-不显示, 1-显示<br>0-不显示, 1-显示<br>0-不显示, 1-显示<br><br>1~5<br>0-km/h, 1-mpg<br>0-不支持, 1-支持 |
| 0x745 | 0x0C | 0xA110 | 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                                                                                                                                  |
| 0x745 | 0x0C | 0xA220 | 生产信息<br>(返回指令)        | 生产商:8bytes<br>生产地:8bytes<br>生产日期:8bytes<br>预留:8bytes                                                                                               | ASCII, 0x2E 结束,<br>无效填充 0x20<br>ASCII, 0x2E 结束,<br>无效填充 0x20<br>ASCII, YYYYMMDD                                                            |
| 0x745 | 0x0C | 0xA310 | 自定义可存储字符串 1<br>(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<br>(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<br>(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<br>(返回指令)      | ASCII 字符                                                                                                                                           | ACK                                                                                                                                        |

### 3.5 CDL命令字定义

表8 CDL 命令字定义

| ID      | 模式   | 命令字    | 功能           | 数据段         | 备注 |
|---------|------|--------|--------------|-------------|----|
| 发送给 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<br>轮胎周长:1byte<br>启动模式:1byte<br><br>显示续航:1byte<br>显示电量百分比:1byte<br>显示大灯图标:1byte<br>亮度等级:1byte<br>显示单位:1byte<br>启动模式设置:1byte<br>语言:1byte<br>预留:6bytes | 0-24V, 1-36V, 2-48V<br>1cm<br>1-柔和, 2-正常, 3-强劲<br>0-不显示, 1-显示<br>0-不显示, 1-显示<br>0-不显示, 1-显示<br>1~5<br>0-km/h, 1-mph<br>0-不支持, 1-支持<br><br>0-中文, 1-英文 |
| 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        | 生产商:8bytes<br><br>生产地:8bytes<br><br>生产日期:8bytes<br>预留:8bytes                                                                                                   | ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20<br>ASCII, 0x2E 结束, 无效填充 0x20<br>ASCII, YYYYMMDD                                                                            |
| 0x754 | 0x16 | 0x7F10 | 写入 HMI Mode   | ASCII 字符                                                                                                                                                       | 结束符为 0x2E, 无效填充 0x20                                                                                                                                 |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称: MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级: 秘密

文件编号: [填入文件编号]

版本: V2.2

共 20 页 第 13 页

|       |      |        |           |           |                      |
|-------|------|--------|-----------|-----------|----------------------|
| 0x754 | 0x16 | 0x8010 | 写入 HMI SN | 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                |

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。

内部文件, 禁止传阅



## 4 附录 1: CRC32 计算方法

### 4.1 CRC32 计算多项式表

```
uint32_t Crc32Table[ 256 ] =
```

```
{
```

```
    0x00000000, 0x04C11DB7, 0x09823B6E, 0x0D4326D9, 0x130476DC, 0x17C56B6B,  
    0x1A864DB2, 0x1E475005, 0x2608EDB8, 0x22C9F00F, 0x2F8AD6D6, 0x2B4BCB61,  
    0x350C9B64, 0x31CD86D3, 0x3C8EA00A, 0x384FBDBD, 0x4C11DB70, 0x48D0C6C7,  
    0x4593E01E, 0x4152FDA9, 0x5F15ADAC, 0x5BD4B01B, 0x569796C2, 0x52568B75,  
    0x6A1936C8, 0x6ED82B7F, 0x639B0DA6, 0x675A1011, 0x791D4014, 0x7DDC5DA3,  
    0x709F7B7A, 0x745E66CD, 0x9823B6E0, 0x9CE2AB57, 0x91A18D8E, 0x95609039,  
    0x8B27C03C, 0x8FE6DD8B, 0x82A5FB52, 0x8664E6E5, 0xBE2B5B58, 0xBAEA46EF,  
    0xB7A96036, 0xB3687D81, 0xAD2F2D84, 0xA9EE3033, 0xA4AD16EA, 0xA06C0B5D,  
    0xD4326D90, 0xD0F37027, 0xDDB056FE, 0xD9714B49, 0xC7361B4C, 0xC3F706FB,  
    0xCEB42022, 0xCA753D95, 0xF23A8028, 0xF6FB9D9F, 0xFBB8BB46, 0xFF79A6F1,  
    0xE13EF6F4, 0xE5FFE643, 0xE8BCCD9A, 0xEC7DD02D, 0x34867077, 0x30476DC0,  
    0x3D044B19, 0x39C556AE, 0x278206AB, 0x23431B1C, 0x2E003DC5, 0x2AC12072,  
    0x128E9DCF, 0x164F8078, 0x1B0CA6A1, 0x1FCDBB16, 0x018AEB13, 0x054BF6A4,  
    0x0808D07D, 0x0CC9CDCA, 0x7897AB07, 0x7C56B6B0, 0x71159069, 0x75D48DDE,  
    0x6B93DDDB, 0x6F52C06C, 0x6211E6B5, 0x66D0FB02, 0x5E9F46BF, 0x5A5E5B08,  
    0x571D7DD1, 0x53DC6066, 0x4D9B3063, 0x495A2DD4, 0x44190B0D, 0x40D816BA,  
    0xACA5C697, 0xA864DB20, 0xA527FDF9, 0xA1E6E04E, 0xBFA1B04B, 0xBB60ADFC,  
    0xB6238B25, 0xB2E29692, 0x8AAD2B2F, 0x8E6C3698, 0x832F1041, 0x87EE0DF6,  
    0x99A95DF3, 0x9D684044, 0x902B669D, 0x94EA7B2A, 0xE0B41DE7, 0xE4750050,  
    0xE9362689, 0xEDF73B3E, 0xF3B06B3B, 0xF771768C, 0xFA325055, 0xFEF34DE2,  
    0xC6BCF05F, 0xC27DEDE8, 0xCF3ECB31, 0xCBFFD686, 0xD5B88683, 0xD1799B34,  
    0xDC3ABDED, 0xD8FBA05A, 0x690CE0EE, 0x6DCDFD59, 0x608EDB80, 0x644FC637,  
    0x7A089632, 0x7EC98B85, 0x738AAD5C, 0x774BB0EB, 0x4F040D56, 0x4BC510E1,  
    0x46863638, 0x42472B8F, 0x5C007B8A, 0x58C1663D, 0x558240E4, 0x51435D53,  
    0x251D3B9E, 0x21DC2629, 0x2C9F00F0, 0x285E1D47, 0x36194D42, 0x32D850F5,  
    0x3F9B762C, 0x3B5A6B9B, 0x0315D626, 0x07D4CB91, 0x0A97ED48, 0x0E56F0FF,  
    0x1011A0FA, 0x14D0BD4D, 0x19939B94, 0x1D528623, 0xF12F560E, 0xF5EE4BB9,  
    0xF8AD6D60, 0xFC6C70D7, 0xE22B20D2, 0xE6EA3D65, 0xEBA91BBC, 0xEF68060B,  
    0xD727BBB6, 0xD3E6A601, 0xDEA580D8, 0xDA649D6F, 0xC423CD6A, 0xC0E2D0DD,  
    0xCDA1F604, 0xC960EBB3, 0xBD3E8D7E, 0xB9FF90C9, 0xB4BCB610, 0xB07DABA7,  
    0xAE3AFBA2, 0xAABFE615, 0xA7B8C0CC, 0xA379DD7B, 0x9B3660C6, 0x9FF77D71,  
    0x92B45BA8, 0x9675461F, 0x8832161A, 0x8CF30BAD, 0x81B02D74, 0x857130C3,  
    0x5D8A9099, 0x594B8D2E, 0x5408ABF7, 0x50C9B640, 0x4E8EE645, 0x4A4FFBF2,  
    0x470CDD2B, 0x43CDC09C, 0x7B827D21, 0x7F436096, 0x7200464F, 0x76C15BF8,  
    0x68860BFD, 0x6C47164A, 0x61043093, 0x65C52D24, 0x119B4BE9, 0x155A565E,  
    0x18197087, 0x1CD86D30, 0x029F3D35, 0x065E2082, 0x0B1D065B, 0x0FDC1BEC,  
    0x3793A651, 0x3352BBE6, 0x3E119D3F, 0x3AD08088, 0x2497D08D, 0x2056CD3A,  
    0x2D15EBE3, 0x29D4F654, 0xC5A92679, 0xC1683BCE, 0xCC2B1D17, 0xC8EA00A0,  
    0xD6AD50A5, 0xD26C4D12, 0xDF2F6BCB, 0xDBEE767C, 0xE3A1CBC1, 0xE760D676,
```



0xEA23F0AF, 0xEE2ED18, 0xF0A5BD1D, 0xF464A0AA, 0xF9278673, 0xFDE69BC4,  
0x89B8FD09, 0x8D79E0BE, 0x803AC667, 0x84FBDBD0, 0x9ABC8BD5, 0x9E7D9662,  
0x933EB0BB, 0x97FFAD0C, 0xAFB010B1, 0xAB710D06, 0xA6322BDF, 0xA2F33668,  
0xBCB4666D, 0xB8757BDA, 0xB5365D03, 0xB1F740B4 };

#### 4.2 CRC32 计算方法

```
uint32_t CRC32_Calculate( uint8_t *pData, uint16_t Length )
{
    uint32_t nReg;
    uint32_t nTemp = 0;
    uint16_t i, n;

    nReg = 0xFFFFFFFF;
    for ( n = 0; n < Length; n++ )
    {
        nReg ^= (uint32_t) pData[ n ];
        for ( i = 0; i < 4; i++ )
        {
            nTemp = Crc32Table[ ( uint8_t )( ( nReg >> 24 ) & 0xFF ) ];
            nReg <<= 8;
            nReg ^= nTemp;
        }
    }
    return nReg;
}
```



## 5 附录 2: HMI故障码列表

当 HMI 收到总线上任何一个设备上报的故障代码时, 按照下列规则进行转换后, 在车速位置显示故障代码, 显示优先级以接收到故障码的先后顺序为准, 当没有故障码时恢复原显示界面。

表9 故障码列表

| 序号 | 故障来源 | 故障代码 | 故障描述                     | 显示内容                  | 解决办法           |
|----|------|------|--------------------------|-----------------------|----------------|
| 1  | MC   | 10   | 过流保护                     | Over Current Protect  | 5s 后自动恢复       |
| 2  | MC   | 11   | 低压保护                     | Under Voltage Protect | 电池充电           |
| 3  | MC   | 12   | 过压保护                     | Over Voltage Protect  | 更换正确电池         |
| 4  | MC   | 13   | 堵转保护                     | Rotor Locked          | 关机重启           |
| 5  | MC   | 14   | 过热保护                     | Over Heat Protect     | 关机静置 30min 后重启 |
| 6  | MC   | 15   | 温度传感器故障                  | NTC Fault             | 返修             |
| 7  | MC   | 16   | 速度传感器故障                  | Speed Sensor Fault    | 检查或更换速度传感器     |
| 8  | MC   | 17   | 力矩传感器故障                  | Torque Sensor Fault   | 返修             |
| 9  | MC   | 18   | 马达霍尔传感器故障                | Motor Fault           | 返修             |
| 10 | MC   | 19   | BMS 校验失败                 | BMS Check Fault       | 更换电池           |
| 11 | MC   | 20   | PBU 校验失败                 | PBU Check Fault       | 更换按键           |
| 12 | MC   | 21   | HMI 校验失败                 | HMI Check Fault       | 更换仪表           |
| 13 | MC   | 22   | 马达缺相                     | PhaseLine Fault       | 返修             |
| 14 | MC   | 23   | 踏频传感器故障                  | Cadence Sensor Fault  | 返修             |
| 15 | MC   | 24   | 指拨故障                     | Gas Sensor Fault      | 更换指拨           |
| 16 | MC   | 25   | MOS 短路                   | MOS Short Circuit     | 返修             |
| 17 | MC   | 26   | 电压异常波动                   | Bus Voltage Abnormal  | 更换电池           |
| 18 | MC   | 27   | 处理器故障                    | MCU Fault             | 返修             |
| 19 | MC   | 28   | 电路故障                     | Circuit Fault         | 返修             |
| 20 | BMS  | 40   | 过流警告(故障消失后, HMI 延时显示 3s) | Over Current Alarm    | 停止骑行后故障消失      |
| 21 | PBU  | 60   | +按键失效                    | + Key Fault           | 检查或更换按键        |
| 22 | PBU  | 61   | -键失效                     | - Key Fault           | 检查或更换按键        |
| 23 | PBU  | 62   | i 键失效                    | - Key Fault           | 检查或更换按键        |
| 24 | PBU  | 63   | Light 键失效                | Light Key Fault       | 检查或更换按键        |
| 25 | PBU  | 64   | Walk 键失效                 | Walk Key Fault        | 检查或更换按键        |
| 26 | PBU  | 65   | 电源键失效                    | Power Key Fault       | 检查或更换按键        |
| 27 | PBU  | 66   | 处理器故障                    | MCU Fault             | 返修             |
| 28 | PBU  | 67   | 电路故障                     | Circuit Fault         | 返修             |
| 29 | HMI  | 80   | 通讯故障                     | Communication Fault   | 检查线路或更换部件      |



## 6 附录 3: 升级协议及流程

### 6.1 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:

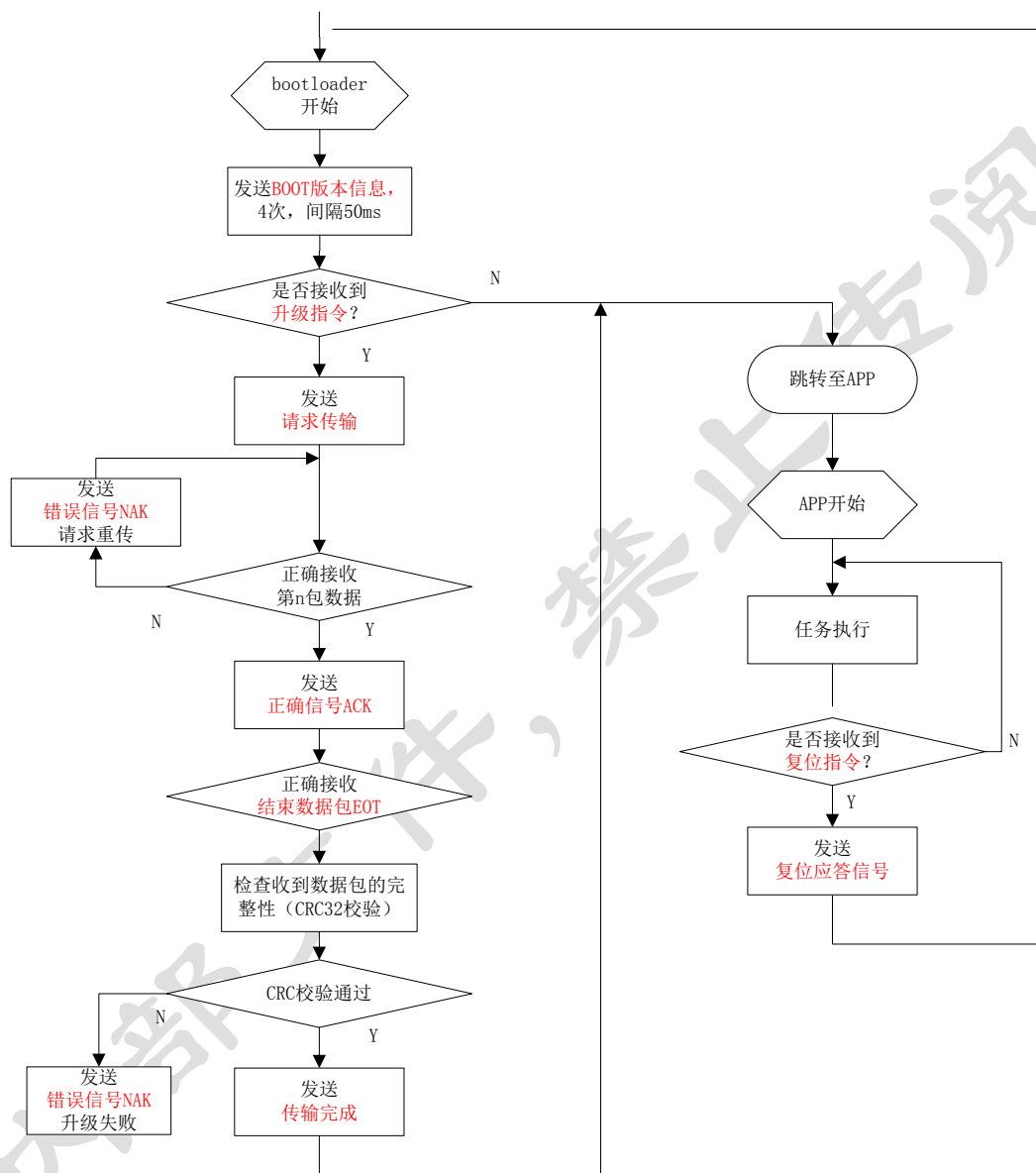


图2 升级流程图

### 6.2 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10 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 |      |       |        | ASCII 字符: "BMS_UPD" + 数据包大小 4 字节                             |
|       | PBU  | 0x753 |      |       |        | ASCII 字符: "PBU_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 |      |       |        |                                                              |
|       | PBU  | 0x753 |      |       |        |                                                              |
|       | HMI  | 0x754 |      |       |        |                                                              |
| 结束数据包 | MC   | 0x751 | 0x16 | 0x03  | 0xA401 | EOT (04)                                                     |
|       | BMS  | 0x752 |      |       |        |                                                              |
|       | PBU  | 0x753 |      |       |        |                                                              |
|       | HMI  | 0x754 |      |       |        |                                                              |

表11 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 |      |       |        | ASCII 字符: "BMS "+Vx. x. x" |
|           | PBU  | 0x735 |      |       |        | ASCII 字符: "PBU "+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 |      |       |        |                            |
|           | PBU  | 0x735 |      |       |        |                            |
|           | HMI  | 0x745 |      |       |        |                            |
| 错误信号      | MC   | 0x715 | 0x0C | 0x04  | 0xC302 | 当前包号, 2byte                |
|           | BMS  | 0x725 |      |       |        |                            |
|           | PBU  | 0x735 |      |       |        |                            |
|           | HMI  | 0x745 |      |       |        |                            |
| 请求传输      | MC   | 0x715 | 0x0C | 0x04  | 0xC402 | 0x00 0x00                  |
|           | BMS  | 0x725 |      |       |        |                            |
|           | PBU  | 0x735 |      |       |        |                            |



武汉天腾动力科技有限公司

文件名称：MOTINOVA 中置驱动系统通信协议 (HMI)

密级：秘密

文件编号：[填入文件编号]

版本：V2.2

共 20 页 第 3 页

|      |     |       |      |      |        |           |
|------|-----|-------|------|------|--------|-----------|
|      | HMI | 0x745 |      |      |        |           |
| 传输完成 | MC  | 0x715 | 0x0C | 0x04 | 0xC502 | 0x00 0x00 |
|      | BMS | 0x725 |      |      |        |           |
|      | PBU | 0x735 |      |      |        |           |
|      | HMI | 0x745 |      |      |        |           |

内部文件，禁止传阅