



# FCT 测试设备通信协议规范

[填入文件编号]

编 制： 周雄 \_\_\_\_\_  
审 核： \_\_\_\_\_  
批 准： \_\_\_\_\_

武汉天腾动力科技有限公司

二〇二五年四月十五日



### 修改记录

修改日期	修改人	修改内容	版本
20250415	周雄	初版发布。	V1.0

天腾动力



# FCT 测试设备通信协议规范

## 1 适用范围

本文件仅适用于 MOTINOVA E-Bike 电机控制器 PCBA 生产测试治具的开发。

## 2 通信接口

- 1) UART
- 2) 115200 bps
- 3) 其它：None 8 1

接线示意图如下：

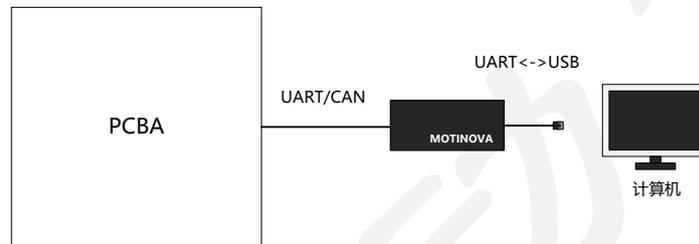


图1 通信接口示意图

## 3 协议格式

表1 协议格式

帧头	ID	帧模式	命令段长度	命令字	数据段	校验位	帧尾
0x55 0xAA	ID	读/写/上报	LENGTH	COMMAND	DATA	CRC	0xF0

其中：

- 1) ID 包含数据发送端地址和目的设备地址；
- 2) 帧模式包含读指令 0x11，写指令 0x16，和上报指令 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，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，例如：数据帧为 55 AA 07 15 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。

#### 4 协议内容

FCT 测试设备主要包含以下测试项目：

表2 测试项目

序号	项目	判断依据	备注
1	系统开关机	12V、5V、3.3V 电源电压	设备采集
2	电机驱动	电机转速	控制器报文
3	灯控电路	灯控输出电压	设备采集
4	车速传感器接口	车速	控制器报文
5	力矩传感器接口	力矩值	控制器报文
6	踏频传感器接口	踏频值	控制器报文
7	转把接口	电机转速	控制器报文
8	断电刹车接口	电机转速	控制器报文
9	通信接口	与上位机通信状态	设备与控制器双向判断
10	.....	.....	.....

##### 4.1 系统开关机

通过下表指令可以控制系统开关机，系统开机后即可分别测量控制器 12V、5V、3.3V 输出电压。

表3 开关机控制指令

ID	帧模式	命令字	功能	数据段	数据大小 (Byte)	功能
0x7FF	0x16	0x2201	开关机	开关机指令	1	0xF1:开机 0xF0:关机

##### 4.2 进入/退出配置模式

系统开机完成控制器电源输出电压测量后，需发送指令使控制器进入配置模式，指令如下：

表4 进入/退出配置模式指令



ID	帧模式	命令字	功能	数据段	数据大小 (Byte)	功能
0x751	0x16	0x1901	配置模式	进入/退出指令	1	0x01:进入 0x00:退出

### 4.3 控制器运行信息

控制器进入配置模式后会定时 200ms 发送运行信息，包含力矩、踏频、车速、电机转速、电压、电流等信息，内容如下：

表5 控制器运行信息

ID	帧模式	命令字	功能	数据段	数据大小 (Byte)	单位
0x710	0x0C	0x1020	电机运行信息	车速	2	km/h
				输出转速	2	rpm
				电功率	2	W, 需放大 2 倍显示
				母线电压	2	mV
				母线电流	2	mA
				踏频	1	rpm
				踩踏力矩	1	N.m
				踩踏方向	1	0: 正向 1: 反向 2: 停止
				助力档位	1	0x00: OFF 0x01: ECO 0x02: NORM 0x03: SPORT 0x04: TURBO 0x05: 预留 0x22: WALK 0x33: SMART
				大灯开关状态	1	0xF0: 关 0xF1: 开
				剩余电量	1	%
续航里程	2	km				
ODO 里程	2	km				



				平均功耗	1	$\times 0.01\text{Ah/km}$
				PCB 温度	1	$-40 \times 1^\circ\text{C}$
				绕组温度	1	$-40 \times 1^\circ\text{C}$
				MCU 温度	1	$-40 \times 1^\circ\text{C}$
				预留	1	-

#### 4.4 启动/停止电机

测试电机驱动、转把接口、断电刹把接口等功能需要发送指令使电机运转，通过表 5 控制器运行信息中电机转速判断电机工作状态。

表6 启动/停止电机指令

ID	帧模式	命令字	功能	数据段	数据大小 (Byte)	功能
0x751	0x16	0x2802	电机驱动	启动/停止	1	0x22:启动 0x00:停止
				开灯/关灯	1	0xF1:开灯 0xF0:关灯

由于控制器默认转速百分比为 0%，发送完启动电机指令后需要设置转速百分比，指令如下：

表7 电机转速百分比设置指令

ID	帧模式	命令字	功能	数据段	数据大小 (Byte)	范围
0x751	0x16	0x2C01	百分比调节	百分比	1	1~100

#### 4.5 打开/关闭车灯

开关灯指令见表 6。

### 5 附录 1：CRC32 计算方法

#### 5.1 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, 0xE5FFEB43, 0xE8BCCD9A, 0xEC7DD02D, 0x34867077, 0x30476DC0,  
 0x3D044B19, 0x39C556AE, 0x278206AB, 0x23431B1C, 0x2E003DC5, 0x2AC12072,  
 0x128E9DCF, 0x164F8078, 0x1BOCA6A1, 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, 0x774BBOEB, 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, 0xA7B8COCC, 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, 0xEEE2ED18, 0xFOA5BD1D, 0xF464A0AA, 0xF9278673, 0xFDE69BC4,  
 0x89B8FD09, 0x8D79E0BE, 0x803AC667, 0x84FBDBD0, 0x9ABC8BD5, 0x9E7D9662,



```
0x933EB0BB, 0x97FFAD0C, 0xAFB010B1, 0xAB710D06, 0xA6322BDF, 0xA2F33668,  
0xBCB4666D, 0xB8757BDA, 0xB5365D03, 0xB1F740B4
```

```
};
```

## 5.2 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;  
}
```