**凯博易控CAN通讯协议**

**（双源无轨EMU）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **批准** | **审核** | **校对** | **设计** |
|  |  |  | 安晓峰 |

日期：2016/10/21 版本：V1.00

**版本履历**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **版本** | **日期** | **变更者** | **变更章节** | **变更内容** | **变更理由** |
| V1.00 | 2016/10/21 | 安晓峰 | / | 全部 | 初版 |
| V1.01 | 2016/10/23 | 戴刘鑫 |  | 黄色背景文字 |  |
| V1.02 | 2017/01/03 | 肖 杰 |  | 变更电机基本故障码 |  |
| V1.03 | 2017/01/05 | 肖 杰 |  | 细化电机基本故障码保护值;电机状态反馈第二帧线电压改为最大可用电压 |  |
| V1.04 | 2017/11/06 | 肖 杰 |  | 电机运行模式修改，由4bits改为2bits，剩余两位保留 |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

目录

[1. 概述 5](#_Toc464839866)

[2. 适用范围 5](#_Toc464839867)

[3. 引用标准 5](#_Toc464839868)

[4. 术语定义 5](#_Toc464839869)

[5. CAN网络拓扑 6](#_Toc464839870)

[6. 物理接口 7](#_Toc464839871)

[7. PDU格式 7](#_Toc464839872)

[8. 驱动电机&控制器 8](#_Toc464839873)

[8.1 PGN=0x006100 EMU控制MOT指令 8](#_Toc464839874)

[8.2 PGN=0x006200 电机状态反馈第1帧 10](#_Toc464839875)

[8.3 PGN=0x006300 电机状态反馈第2帧 13](#_Toc464839876)

[8.4 PGN=0x006400 电机状态反馈第3帧 14](#_Toc464839877)

[9. 高压DCDC 15](#_Toc464839878)

[9.1 PGN=0x008100 EMU控制DCDC指令 15](#_Toc464839879)

[9.2 PGN=0x008200 DCDC状态反馈第1帧 17](#_Toc464839880)

[9.3 PGN=0x008300 DCDC状态反馈第2帧 18](#_Toc464839881)

[10. 集电杆 20](#_Toc464839882)

[10.1 集电杆发送报文第1帧 20](#_Toc464839883)

[10.2 集电杆发送报文第2帧 22](#_Toc464839884)

[10.3 集电杆接收报文第1帧 24](#_Toc464839885)

[11. 整车控制器 25](#_Toc464839886)

[11.1 PGN=0x007100 EVCU发送整车状态报文 25](#_Toc464839887)

[11.2 PGN=0x007200 EVCU控制EMU报文 27](#_Toc464839888)

[11.3 EMU转发电机状态信息整车控制器接收报文第1帧 28](#_Toc464839889)

[11.4 EMU转发电机状态信息整车控制器接收报文第2帧 31](#_Toc464839890)

[11.5 EMU转发电机状态信息整车控制器接收报文第3帧 32](#_Toc464839891)

[11.6 EMU转发电机状态信息整车控制器接收报文第4帧 33](#_Toc464839892)

[11.7 PGN=0x007700 EMU发送高压DCDC报文第1帧 34](#_Toc464839893)

[11.8 PGN=0x007800 EMU发送高压DCDC报文第2帧 35](#_Toc464839894)

[11.9 PGN=0x007900 EVCU发送BMS报文第1帧 37](#_Toc464839895)

[11.10 PGN=0x007A00 EVCU发送BMS报文第2帧 39](#_Toc464839896)

[11.11 PGN=0x007B00 EVCU发送BMS报文第3帧 40](#_Toc464839897)

[11.12 PGN=0x007C00 EVCU发送BMS报文第4帧 41](#_Toc464839898)

1. 概述

双源无轨系统分为两级控制，一级控制：整车控制器负责整车信号采集、高压电系统上下电管理、分流控制以及整车扭矩和功率需求计算等。二级控制：EMU控制器负责电机、冷却系统、高压DCDC、制动电阻、集电杆控制。

1. 适用范围

本协议适用于双源无轨电车系统开发、测试及维护。

1. 引用标准

**ISO11898 — 国际标准化组织ISO标准**

道路车辆数字信息交换-高速通讯控制器局域网CAN2.0规范。

**SAE J1939 — SAE标准**

由卡车及客车电子电气委员会所属的卡车及客车控制及通讯小组委员会制定，用于公路设备的控制及通讯网络推荐操作规程。

1. 术语定义

双源无轨电车

不仅能够通过集电架获取线网电源，而且可以使用车载的动力电池作为第二能源，还能同时使用两种动力源的纯电动汽车。

1. CAN网络拓扑

双源无轨系统中推荐采用如下所示的网络拓扑结构：

DT

OSA

HVDC

MOT2

MOT1

**CAN0**

**CAN2**

Calibration

EMU

**CAN1**

EVCU

**图1 网络拓扑图**

各个通讯节点的名称、简写及地址分配：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 简写 | 地址 | 备注 |
| EMU能量管理单元 | EMU | D0 | 扩展帧 |
| 驱动电机&控制器1 | MOT1 | D1 |
| 驱动电机&控制器2 | MOT2 | D2 |
| 高压DCDC | HVDC | D3 |
| 整车控制器 | EVCU | D4 |
| 集电杆 | OSA | FD | 广播帧 |

1. 物理接口

1.各通讯部件间的通讯接口为CAN2.0B标准接口；

2.各通讯部件间的通讯速率为250 kbit/s;

3.各通讯部件间的时序格式为Intel，低位在前，高位在后；

1. PDU格式

SAE J1939标准中定义了两种 PDU 格式：PDU1 格式（PS 为目标地址）和 PDU2 格式（PS 为组扩展），PDU2 格式用于广播方式地传输；本协议兼容两种PDU 格式，其PDU格式如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IDENTIFIER 11BITS | | | | | | | | | | | SRR | IDE | IDENTIFIER EXTENSION 18BITS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRIORITY | | | R | DP | PDU FORMAT(PF) | | | | | | SRR | IDE | PF | | PDU SPECIFIC(PS) | | | | | | | | SOURCE ADDRESS(SA) | | | | | | | |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | — | — | 2 | 1 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | — | — | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

其中，优先级为3位，可以有8个优先级；R固定为0；DP固定为0；8位的PF为报文的编码；8位的PS为目标地址或组扩展；8位的SA为源地址。

PDU数据帧中未使用或保留字节置为0xFF。

1. 驱动电机&控制器
2. PGN=0x006100 EMU控制MOT指令

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送 | 接收 | ID | | | | | | | | | | 通讯周期 | |
| 0x0C61D1D0（电机1）/0x0C51D2D0（电机2） | | | | | | | | | |
| EMU | MOT | PGN = 0x006100（电机1）/0x005100（电机2） | | | | | | | | | | 10ms | |
| P | R | | DP | | PF | PS | | | SA |
| 0x03 | 0x00 | | 0x00 | | 0x61 | 0xD1 | | | 0xD0 |
| **数据** | | | | | | | | | | | | | |
| **位置** | **数据名称（中文）** | | | **位数** | | **单位** | **缺省值** | | **范围** | **偏移量** | | **分辨率** | **时序** |
| 1.1 | mot\_ctrl\_en 电机使能指令 | | | 2bits | | — | 0 | | 0~2 | 0 | | 1 | — |
| 1.3 | mot\_run\_mode 电机运行模式 | | | 2bits | | — | 0 | | 0~2 | 0 | | 1 | — |
| 1.7 | mot\_ctrl\_mode 电机控制模式 | | | 2bits | | — | 1 | | 1~2 | 0 | | 1 | — |
| 2 | mot\_trq\_dmnd/mot\_trq\_lmt 电机需求扭矩/电机扭矩限制 | | | 16bits | | Nm | 0 | | -2000 ~2000 | -2000 | | 1 | 低 |
| 3 | 高 |
| 4 | mot\_spd\_dmnd/mot\_spd\_lmt 电机需求转速/电机转速限制 | | | 16bits | | rpm | 0 | | -12000 ~12000 | -12000 | | 1 | 低 |
| 5 | 高 |
| 6 | Reserved 保留置0xFF | | | 8bits | | — | — | | — | — | | — | — |
| 7 | Reserved  保留置0xFF | | | 8bits | | — | — | | — | — | | — | — |
| 8 | mot\_life\_cycle 电机生命周期 | | | 8bits | | — | 0 | | 0~255 | 0 | | 1 | — |

**Byte 1:**

**1.1：2bits, mot\_ctrl\_en**

**电机使能指令**

00：电机停机指令-电机停机

01：清故障指令-电机控制器清除电机相关故障

10：电机工作指令-电机开始工作

注：mot\_ctrl\_en为10，表示有效；mot\_ctrl\_en为00，表示无效

**1.3：4bits mot\_run\_mode**

**电机运行模式**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 定义 | 优先级 |
| 0001 | | | | 正转 | 3 |
| 0010 | | | | 反转 | 3 |

注**：**1.优先级数字越小、实际优先级越高；

2.从尾轴输出端看，逆时针方向转动为正转，顺时针方向转动为反转

【即正看电机输出轴：顺时针为正转，逆时针为反转】

**1.7：2bits mot\_ctrl\_mode**

**电机控制模式**

01：扭矩控制模式

10：转速控制模式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电机控制模式 | 扭矩指令 | 转速指令 |
| 扭矩控制 | 电机需求扭矩 | 电机转速限制 |
| 转速控制 | 电机需求转速 | 电机扭矩限制 |

1. PGN=0x006200 电机状态反馈第1帧

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送 | 接收 | ID | | | | | | | | | | | | 通讯周期 | |
| 0x0C62D0D1（电机1）/0x0C52D0D2（电机2） | | | | | | | | | | | |
| MOT | EMU | PGN = 0x006200（电机1）/0x005200（电机2） | | | | | | | | | | | | 50ms | |
| P | R | | DP | | | PF | | PS | | SA | |
| 0x03 | 0x00 | | 0x00 | | | 0x62 | | 0xD0 | | 0xD1 | |
| **数据** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **位置** | **数据名称（中文）** | | | **位数** | | **单位** | **缺省值** | | **范围** | | **偏移量** | | **分辨率** | | **时序** |
| 1.1 | mot\_run\_sts\_acu 电机实际运行状态 | | | 4bits | | — | 0 | | 0~4 | | 0 | | 1 | | — |
| 1.5 | mot\_ctrl\_mode\_acu  电机当前控制模式 | | | 2bits | | — | 1 | | 1~2 | | 0 | | 1 | | — |
| 1.7 | mot\_err\_lvl 电机故障等级 | | | 2bits | | — | 0 | | 0~3 | | 0 | | 1 | | — |
| 2 | mot\_trq\_acu 电机实际扭矩 | | | 16bits | | Nm | 0 | | -2000~2000 | | -2000 | | 1 | | 低 |
| 3 | 高 |
| 4 | mot\_spd\_acu 电机实际转速 | | | 16bits | | rpm | 0 | | -12000 ~12000 | | -12000 | | 1 | | 低 |
| 5 | 高 |
| 6 | mot\_trq\_acu\_max 电机在当前状态下能提供的最大扭矩 | | | 16bit | | Nm | 0 | | -2000~2000 | | -2000 | | 1 | | 低 |
| 7 | 高 |
| 8 | mot\_warn\_sts 电机基本故障 | | | 8bits | | — | 0 | | — | | — | | — | | — |

**Byte 1:**

**1.1：4bits mot\_run\_sts\_acu**

**电机实际运行状态**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 定义 | 优先级 |
| 0000 | | | | 电机自由转 | 3 |
| 0001 | | | | 正转 | 3 |
| 0010 | | | | 反转 | 3 |
| 0011 | | | | 降功率运行 | 2 |
| 0100 | | | | 紧急停机 | 1 |

注**：**1.优先级数字越小、实际优先级越高；

2.从尾轴输出端看，逆时针方向转动为正转，顺时针方向转动为反转【即正看电机输出轴：顺时针为正转，逆时针为反转】

**1.5：2bits mot\_ctrl\_mode\_acu**

**电机当前控制模式**

01：扭矩控制模式

10：转速控制模式

**1.7：2bits mot\_err\_lvl**

**电机故障等级**

00：正常

01：一级故障（轻微）🡪仅报警，不影响正常行驶；

10：二级故障（一般）🡪降功率运行；

11：三级故障（严重）🡪停机处理

**Byte 8：mot\_warn\_sts**

**电机基本故障**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Byte | 定义 | 状态含义 |
| 0x00 | 正常 |  |
| 0x01 | 电机母线电流过流 | 电机母线电流超过标定值（390A） |
| 0x02 | 电机绕组电流过大 | 电机绕组电流超过标定值（800A） |
| 0x03 | 逆变器温度过高 | 逆变器温度超过标定值（90℃） |
| 0x04 | 绕组温度过高 | 绕组温度超过标定值（151℃） |
| 0x05 | 模块故障 | IGBT模块损坏或故障 |
| 0x06 | 通讯故障 | CAN通讯故障 |
| 0x07 | 传感器故障 |  |
| 0x08 | 电机转速超极限 | 转速大于标定值（7700rpm） |
| 0x09 | 电机转速过高 | 转速过高（7600rpm） |
| 0x0A | 电机母线端电压过低 | 直流母线电压低于标定值（350V） |
| 0x0B | 电机母线端电压过高 | 直流母线电压高于标定值（750V） |
| 0x12 | 电机控制器低压电源电压高超极限 | 电机控制器低压电源过高（32V） |
| 0x13 | 电机控制器低压电源电压低超极限 | 电机控制器低压电源过低（16V） |
| 0x14 | 电机过载 | 电机控制器Is电流有效值超过标定值（566A） |
| 0x16 | 电机堵转 | 电机转速20rpm以下电流时间累积超限 |
| 0x17 | 逆变器温度报警 | 逆变器温度过高（80℃） |
| 0x18 | 电机温度报警 | 电机绕组温度过高（140℃） |
| 0x19 | 直流母线电压欠压告警 | 直流母线电压过低（380V） |
| 0x1A | 直流母线电压过压告警 | 直流母线电压过高（705V） |
| 其他 | 备用 |  |

注：1.有关标定值要根据电机系统定义包括表格中的数值

2.当出现多个故障时，按照故障等级轮流显示故障

1. PGN=0x006300 电机状态反馈第2帧

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送 | 接收 | ID | | | | | | | | | | | | 通讯周期 | |
| 0x1863D0D1（电机1）/0x1853D0D2（电机2） | | | | | | | | | | | |
| MOT | EMU | PGN = 0x006300（电机1）/0x005300（电机2） | | | | | | | | | | | | 50ms | |
| P | R | | | DP | | PF | | PS | | SA | |
| 0x06 | 0x00 | | | 0x00 | | 0x63 | | 0xD0 | | 0xD1 | |
| **数据** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **位置** | **数据名称（中文）** | | | **位数** | **单位** | | **缺省值** | | **范围** | | **偏移量** | | **分辨率** | | **时序** |
| 1 | mot\_dc\_volt 电机直流母线电压 | | | 16bits | V | | 0 | | 0~1000 | | 0 | | 1 | | 低 |
| 2 | 高 |
| 3 | mot\_dc\_cur 电机直流母线电流 | | | 16bits | A | | 0 | | -500~500 | | -500 | | 1 | | 低 |
| 4 | 高 |
| 5 | mot\_dq\_volt 电机最大可用电压 | | | 16bits | V | | 0 | | 0~1000 | | 0 | | 1 | | 低 |
| 6 | 高 |
| 7 | mot\_ac\_cur 电机三相线电流 | | | 16bits | A | | 0 | | -500~500 | | -500 | | 1 | | 低 |
| 8 | 高 |

1. PGN=0x006400 电机状态反馈第3帧

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送 | 接收 | ID | | | | | | | | | | | | 通讯周期 | |
| 0x1864D0D1（电机1）/0x1854D0D2（电机2） | | | | | | | | | | | |
| MOT | EMU | PGN = 0x006400（电机1）/0x005400（电机2） | | | | | | | | | | | | 50ms | |
| P | R | | DP | | | PF | | PS | | SA | |
| 0x06 | 0x00 | | 0x00 | | | 0x64 | | 0xD0 | | 0xD1 | |
| **数据** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **位置** | **数据名称（中文）** | | | **位数** | | **单位** | **缺省值** | | **范围** | | **偏移量** | | **分辨率** | | **时序** |
| 1 | mot\_pw\_acu 电机实际电功率 | | | 16bits | | kW | 0 | | -300~300 | | -300 | | 0.01 | | 低 |
| 2 | 高 |
| 3 | mot\_energy\_ttl\_acu 电机消耗的电能累计 | | | 16bits | | kWh | 0 | | -300~300 | | -300 | | 0.01 | | 低 |
| 4 | 高 |
| 5 | mot\_wind\_temp 电机绕组温度 | | | 8bits | | ℃ | 0 | | -40~210 | | -40 | | 1 | | — |
| 6 | mot\_inv\_temp 电机逆变器温度 | | | 8bits | | ℃ | 0 | | -40~210 | | -40 | | 1 | | — |
| 7 | mot\_bear\_temp 电机轴承温度 | | | 8bits | | ℃ | 0 | | -40~210 | | -40 | | 1 | | — |
| 8 | Reserved 保留置0xFF | | | 8bits | | — | — | | — | | — | | — | | — |