

T/IMAS

团 体 标 准

T/IMAS 052.4—2022

电动中重卡共享换电站及车辆换电系统 技术规范 第四部分：换电车辆换电控制器技术要求

Electric medium and heavy truck sharing battery swap station and technical
specification of battery swap system

Part4: Technical requirement of swap controller of battery swap vehicle

2022 - 12 - 01 发布

2022 - 12 - 02 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件T/IMAS 052—2022《电动中重卡共享换电站及车辆换电系统技术规范》分为8个部分：

- 第一部分：总则；
- 第二部分：换电车辆换电电池箱体与换电底托技术要求；
- 第三部分：换电车辆换电连接器技术要求；
- 第四部分：换电车辆换电控制器技术要求；
- 第五部分：换电系统设备技术安全；
- 第六部分：换电系统通讯协议技术要求；
- 第七部分：数据安全，风险预警分析技术要求；
- 第八部分：换电站的规划布局及安装防护要求。

本文件为T/IMAS 052.4—2022《电动中重卡共享换电站及车辆换电系统技术规范》的第四部分。

本文件由北奔重型汽车集团有限公司提出。

本文件由内蒙古标准化协会归口。

本文件起草单位：北奔重型汽车集团有限公司、上海启源芯动力科技有限公司、协鑫能源科技有限公司、上海玖行能源科技有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司。

本文件主要起草人：王永飞、于文明、王守康、马勃、马建新、安振、高全庆、王康玉、徐红刚、闫寒明。

电动中重卡共享换电站及车辆换电系统技术规范

第四部分：换电车辆换电控制器技术要求

1 范围

本文件规定了电动中重卡车辆换电控制器的技术要求、通信要求和试验方法，规定了换电控制器与车端之间、换电控制器与换电站之间的通信协议结构、通信连接方式、数据包结构与定义、数据单元格式与定义。

本文件适用于电动中重卡换电车辆换电控制器的技术要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 17619-1998 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法
- GB/T 18655-2010 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法
- GB/T 19596-2017 电动汽车术语
- GB/T 19951-2019 道路车辆 静电放电产生的电骚扰试验方法
- GB/T 21437.2-2008 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导
- GB/T 21437.3-2012 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第3部分：除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射
- GB/T 27930-2015 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议
- GB/T 28046.1-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定
- GB/T 28046.2-2019 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷
- GB/T 28046.3-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷
- GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- GB/T 32960.3-2016 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通信协议及数据格式
- ISO 11898-1:2015 道路车辆 控制器局域网 第1部分：数据链路层和物理信令 [Road vehicle—Control area network (CAN) Part 1: Data link layer and physical signaling]
- ISO 11898-2:2016 道路车辆 控制器局域网 第2部分：高速存储单元 [Road vehicle—Control area network (CAN) Part 2: High-speed medium access unit]
- ISO 11898-5:2007 道路车辆 控制器区域网络 第5部分：低功率模式的高速媒体访问单元 [Road vehicles—Controller area network (CAN) Part5: High-speed medium access unit with low-power mode]
- SAE J1939-11:2016 商用车控制系统局域网CAN通信协议 第11部分：物理层

3 术语和定义

GB/T 19596-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

帧 frame

组成一个完整信息的一系列数据位。

3.2

CAN 数据帧 CAN data frame

组成传输数据的CAN协议所必需的有序位域，以帧起始（SOF）开始，帧结束（EOF）结尾。

3.3

报文 messages

一个或多个具有相同参数组编号的“CAN 数据帧”。

3.4

标识符 Identifier

CAN 仲裁域的标识部分。

3.5

扩展帧 extended Frame

CAN 总线中定义的使用 29 位标识符的 CAN 数据帧。

3.6

优先级 priority

在标识符中一个 3 位的域,设置传输过程的仲裁优先级,最高优先级为 0 级,最低优先级为 7 级。

3.7

参数组编号 parameter group number (PGN)

用于唯一标识一个参数组的一个 24 位值。参数组编号包括:保留位、数据页、PDU 格式域(8 位)、组扩展域(8 位)。

3.8

可疑参数编号 suspect parameter number (SPN)

应用层通过参数描述信号,给每个参数分配的一个 19 位值。

3.9

电池管理系统 battery management system (BMS)

电池管理系统是连接电池的重要枢纽,它保障了电池的安全,为电池提供了精确的管理和控制电池的充放电。

3.10

行动热点 Wi-Fi

将可连接网络设备以无线方式互相连接。

3.11

服务标识集 SSID

用来区分不同的网络,设置不同的 SSID 可以进入不同网络。

4 技术要求

4.1 换电控制器逻辑连接关系

电动重卡换电车型需配置换电控制器,分别完成换电控制器与车端之间、换电控制器与换电站之间的通信,共享换电站里的电池包通信协议、车端与换电站之间的通信协议需统一,保障电池包与车辆、电池包与换电站、电池包数据传输至平台的畅通与互联,以满足多场站电池包调度、运输,以及车辆换电的需求,实现电池包在车端和站端的互换统一。车辆换电控制器与车端、换电站之间的逻辑连接关系如图1所示。

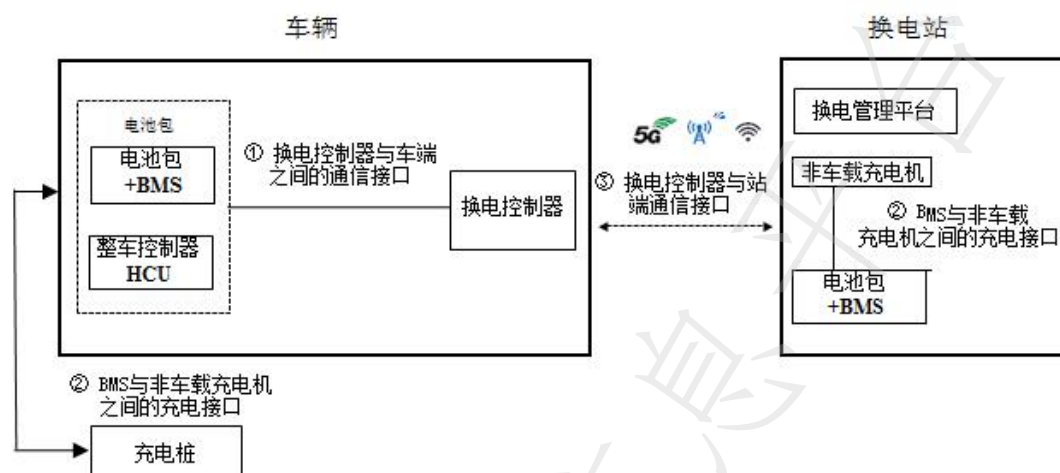


图1 换电控制器与车端、换电站之间逻辑连接关系

4.2 功能要求

在车端方面，换电控制器控制锁止执行单元，实时采集上传换电插座的温度状态，实时检测上传换电锁止机构解闭锁状态和故障状态，并通过CAN通信方式上报给整车网络。

在站端方面，换电控制器可以通过WIFI方式与换电站进行数据交换，接收换电站下发的控制指令，向换电站上报当前车辆状态。应支持远程升级，宜支持远程诊断。

换电控制器应具备以下功能：

- a) 具备换电插销状态检测功能；
- b) 具备换电连接器状态检测功能；
- c) 具备换电连接器 NTC 温度检测功能；
- d) 具备换电锁止控制功能；
- e) 具备车端与站端之间的通信功能；
- f) 具备网关路由协议转换功能。

换电控制器与换电站之间传输过程中的数据是可加密的，加密数据应具有完整性、准确性和不可否认性。

4.3 性能要求

4.3.1 工作电压范围

工作电压见表1。

表1 工作电压

直流供电系统	最低工作电压	最高工作电压
24V	18V	32V

4.3.2 静态功耗要求

换电控制器达到睡眠条件后需进入低功耗状态，工作电流应小于3 mA。

4.3.3 过电压性能

换电控制器过电压性能应符合GB/T 28046.2-2019中4.3的要求，试验后功能状态应符合GB/T 28046.1-2019定义的C级。

4.3.4 供电电压缓降缓升性能

换电控制器供电电压缓降和缓升性能应符合GB/T 28046.2-2019中4.5的要求，试验后功能状态应符合GB/T 28046.1-2019定义的D级。

4.3.5 反向电压性能

换电控制器反向电压性能应符合GB/T 28046.2-2019中4.7的第2种情况的要求，试验后恢复正常的连接后，功能状态应符合GB/T 28046.1-2011定义的A级。

4.3.6 环境适应性能

4.3.6.1 工作温度范围

换电控制器在车辆主电源供电情况下，工作温度范围： $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.6.2 存储运输温度范围

换电控制器存储运输温度范围： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.6.3 环境湿度范围

换电控制器环境湿度范围：5%~95% 无凝露。

4.3.7 外壳防护性能

换电控制器外壳防护等级根据GB/T 28046.4-2011表 A.1进行选择，试验后换电终端所有功能应处于 GB/T 28046.1-2011定义的 A 级。

4.3.8 耐机械振动性能

耐机械振动性能应符合GB/T 28046.3-2011中4.1要求，试验后不允许出现损坏，在GB/T 28046.1-2011定义的工作模式3.2下达到功能状态A，其他工作模式下达到功能状态C。

4.3.9 耐机械冲击性能

耐机械冲击性能根据车载终端安装位置应符合GB/T 28046.3-20114.2要求，试验后功能状态应处于GB/T 28046.1-2011定义的C级。

4.3.10 低温性能

低温存储和运行性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.1.1要求，试验后贮存功能状态应处于 GB/T 28046.1-2011定义的C级，运行功能状态应处于 GB/T 28046.1-2011定义的A级。

4.3.11 高温性能

高温存储和运行性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.12要求，试验后功能状态与低温性能要求一致。

4.3.12 温度梯度性能

温度梯度性能应符合GB/T 28046.4-2011 中5.2要求，试验后功能状态应符合GB/T 28046.1-2011定义的A级。

4.3.13 湿热循环性能

湿热循环性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.3试验要求，试验后功能状态应符合 GB/T 28046.1-2011定义的A级。

4.3.14 电磁兼容性能

4.3.14.1 沿电源线的电瞬态传导抗扰度

沿电源线的电瞬态传导抗扰度试验脉冲严酷程度应符合GB/T 21437.2-2008表A.1或A.2的三级要求。试验后功能应符合GB/T 21437.2-2008表A.4或A.5的要求。

4.3.14.2 耦合电瞬态发射抗扰度

耦合电瞬态发射抗扰度应符合GB/T 21437.2-2012表B.1或B.2的三级要求。试验后功能应符合GB/T 28046.1-2011表A级要求。

4.3.15 辐射抗扰度

辐射抗扰度限值应符合GB/T 17619-1998中的大电流注入法和自由场法的要求，试验后应处于GB/T 28046.1-2011定义的A级。

4.3.16 辐射发射和传导发射性能

无线电辐射发射和传导发射限值应符合GB/T 18655-2010第6章电压法表5或6的等级3要求。

4.3.17 可靠性

换电控制器使用寿命应不低于5年。

5 通信要求

5.1 通信要求

换电控制器应同时满足以下三部分通信要求：

- 换电控制器与车端之间的通信要求，采用 CAN 通信方式；
- 非车载充电机与电池包之间的通信要求，采用 CAN 通信方式；
- 换电控制器与换电站之间的通信技术要求，采用 WIFI 通信方式，整车数据采用 4G/5G 通信方式上传至云平台。

5.2 换电控制器与车端的通信要求

5.2.1 物理层

换电控制器与车端通信采用CAN通信方式，其物理层应遵循ISO 11898-1:2015、ISO 11898-2:2016、ISO 11898-5:2007 和SAE J1939-11:2016 中相关物理层的规定。

换电控制器正常CAN通信的供电电压范围如表2所示。

表 2 CAN 通信电压范围

电压范围名	供电电压[单位 V]		备注
	最小值 [V _{Low}]	最大值[V _{High}]	
V _{Active}	10	32	所有控制器进行正常 CAN 通信 (前提: CAN 驱动器已初始化)

当供电超出电压范围，不要求进行CAN通信，但如果换电控制器能够提供正确的数据，则允许进行CAN通信。

换电控制器的收发器应符合ISO 11898-2:2016 和ISO 11898-5:2007 标准。换电控制器在车辆进入到换电站指定位置后与换电站通信，进行换电操作。

5.2.2 数据链路层

数据链路层应使用CAN扩展帧的29位标识符，遵循SAE J1939-21:2010中定义的传输协议、请求和应答、连接管理的相关规定。

换电控制器、换电电池包及其连接设备的分配地址如表3所示。

表 3 换电控制器及其连接设备的分配地址

设备	首选地址
换电控制器	0xA7
外部专用设备	0xF1

设备	首选地址
请求特定目标地址 1	0x27
请求特定目标地址 2	0xFF

5.2.3 应用层

5.2.3.1 应用层总则

应用层采用参数和参数组定义的形式。采用PGN对参数组进行编号，各个节点根据PGN来识别数据包的内容。采用周期发送和事件的方式来发送数据。如果需要发送多个PGN数据实现一个功能，需同时收到该定义的多个PGN报文才判断此功能发送成功。

定义新的参数组时，尽量将相同功能的参数、相同或相近刷新频率的参数和属于同一子系统内的参数放在同一个参数中。同时新的参数组既要充分利用8个字节的数据宽度，尽量将相关的参数放在同一个组内，考虑扩展性，预留一部分字节和位，以便将来进行修改。

修改已定义的参数组时，不对已定义的字节或位的定义进行修改；新增加的参数要与参数组中原有的参数相关，不应为节省PGN数量而将不相关的参数加入到已定义的PGN中。

无效信息单元的单字节参数设置应为0xFF，双字节参数设置应为0xFFFF，四字节参数设置应为0xFFFFFFFF，无效或预留位位置为1。

电池管理系统BMS与车端的通信，其应用层应遵循《电动中重卡共享换电站建设及换电车辆技术规范 第3部分：换电电池包通信协议要求》定义，其中换电控制器需满足以下参数组和参数定义。

5.2.3.2 参数组定义

参数组定义の詳細数据见图2、表4、图3、表5。

PGN 65528 - 换电控制器 #1 (CBMS1)	
更新速率:	100ms
数据长度:	8字节
数据页面:	0
PDU格式:	255
PDU特定:	参数组扩展
默认优先值:	6
参数组编号:	65528 (18FFF8A7)，具体参数见表4。
发送节点:	换电控制器 (A7)
接收节点:	整车网络

图 2 参数组“换电控制器 #1”的定义

表 4 参数组“换电控制器 #1”的定义

字节	SPN描述		SPN
1	报文计数器		525200
2	9—10位	锁止反馈状态	525201
	11—12位	换电连接器状态	525202
	13—14位	换电连接器放电回路连接状态	525203
	15—16位	换电连接器充电回路连接状态	525204
3	保留		
4	25—26位	车辆换电系统故障等级	525205

字节	SPN描述		SPN
	27—32位	保留	
5	33—40位	车辆换电系统故障码	525206
6-8	保留		

PGN 65272 - 换电控制器 # 2 (CBMS2)	
更新速率:	100ms
数据长度:	8字节
数据页面:	0
PDU格式:	255
PDU特定:	参数组扩展
默认优先值:	6
参数组编号:	65272 (18FEF8A7), 具体参数见表5。
发送节点:	换电控制器 (A7)
接收节点:	整车网络

图3 参数组“换电控制器 # 2”的定义

表5 参数组“换电控制器 # 2”的定义

字节	SPN描述	SPN
1	换电连接器温度检测1	525207
2	换电连接器温度检测2	525208
3	换电连接器温度检测3	525209
4	换电连接器温度检测4	525210
5	换电连接器温度检测5	525211
6	换电连接器温度检测6	525212
7	换电连接器温度检测7	525213
8	换电连接器温度检测8	525214

5.2.3.3 参数定义

参数定义的详细数据见图4至图18。

SPN 525200 - CBMS1报文计数器	
每发送一次CBMS1报文, 则CBMS1报文计数器增加1。当计数器增加至0xFF, 则计数器从零开始计数。	
数据长度:	8位
精度:	1 /位, 偏移为0。
数据范围:	0到255
类型:	测量值
可疑参数编号:	525200
参数组编号:	[65528]

图 4 报文计数器参数

图 5 锁止反馈状态参数

SPN 525201 - 锁止反馈状态表

表示换电插座锁止状态。

- 00—换电插座锁止机构未闭锁
- 01—换电插座锁止机构解锁成功
- 10—换电插座锁止机构闭锁成功
- 11—不可用

位长度： 2 位

类型： 测量值

可疑参数编号： 525201

参数组编号： [65528]

SPN 525202 - 换电连接器状态

表示换电连接器状态反馈。当充电回路和放电回路同时闭合代表连接；否则为未连接。

- 00—换电连接器未连接
- 01—换电连接器已连接
- 10—保留
- 11—不可用

位长度： 2 位

类型： 测量值

可疑参数编号： 525202

参数组编号： [65528]

图 6 换电连接器状态参数

<p>SPN 525203 - 换电连接器放电回路连接状态</p> <p>表示换电连接器放电回路连接状态。</p> <p>00—换电连接器放电回路未连接</p> <p>01—换电连接器放电回路已连接</p> <p>10—保留</p> <p>11—不可用</p> <p>位长度：2位</p> <p>类型：测量值</p> <p>可疑参数编号：525203</p> <p>参数组编号：[65528]</p>

图7 换电连接器放电回路连接状态参数

<p>SPN 525204 - 换电连接器充电回路连接状态</p> <p>表示换电连接器充电回路连接状态。</p> <p>00—换电连接器充电回路未连接</p> <p>01—换电连接器充电回路已连接</p> <p>10—保留</p> <p>11—不可用</p> <p>位长度：2位</p> <p>类型：测量值</p> <p>可疑参数编号：525204</p> <p>参数组编号：[65528]</p>

图8 换电连接器充电回路连接状态参数

SPN525205 - 换电系统故障等级
 表示换电系统当前的故障状态和故障等级。
 00—无故障
 01—一级故障（一般故障）
 10—二级故障（严重故障）
 11—三级故障（紧急故障）
 位长度：2位
 类型：测量值
 可疑参数编号：525205
 参数组编号：[65528]

图9 车辆换电系统故障等级参数

SPN 525206 - 换电系统故障码表

00000000—换电连接器未过温 00000001—换电连接器温度检测1过温一级故障
 00000010—换电连接器温度检测2过温一级故障 00000011—换电连接器温度检测3过温一级故障
 00000100—换电连接器温度检测4过温一级故障 00000101—换电连接器温度检测5过温一级故障
 00000110—换电连接器温度检测6过温一级故障 00000111—换电连接器温度检测7过温一级故障
 00001000—换电连接器温度检测8过温一级故障 00001001—换电连接器温度检测1过温二级故障
 00001010—换电连接器温度检测2过温二级故障 00001011—换电连接器温度检测3过温二级故障
 00001100—换电连接器温度检测4过温二级故障 00001101—换电连接器温度检测5过温二级故障
 00001110—换电连接器温度检测6过温二级故障 00001111—换电连接器温度检测7过温二级故障
 00010000—换电连接器温度检测8过温二级故障 00010001—换电连接器温度检测1过温三级故障
 00010010—换电连接器温度检测2过温三级故障 00010011—换电连接器温度检测3过温三级故障
 00010100—换电连接器温度检测4过温三级故障 00010101—换电连接器温度检测5过温三级故障
 00010110—换电连接器温度检测6过温三级故障 00010111—换电连接器温度检测7过温三级故障
 00011000—换电连接器温度检测8过温三级故障 00011001—换电连接器温度检测传感器1开路二级故障
 00011010—换电连接器温度检测传感器2开路二级故障 00011011—换电连接器温度检测传感器3开路二级故障
 00011100—换电连接器温度检测传感器4开路二级故障 00011101—换电连接器温度检测传感器5开路二级故障
 00011110—换电连接器温度检测传感器6开路二级故障 00011111—换电连接器温度检测传感器7开路二级故障
 00100000—换电连接器温度检测传感器8开路二级故障
 00100001—保留

 11111110—保留
 11111111—不可用
 位长度：8位 类型：测量值
 可疑参数编号：525206
 参数组编号：[65528]

图10 车辆换电系统故障码参数

SPN 525207 - 换电连接器温度检测1	
表示换电连接器温度检测1（放电1正）。	
数据长度：	1字节
精度：	1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围：	-40~210 degC
类型：	测量值
可疑参数编号：	525207
参数组编号：	[65272]

图 11 换电连接器温度检测（1）

SPN 525208 - 换电连接器温度检测2	
表示换电连接器温度检测2（放电1负）。	
数据长度：	1字节
精度：	1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围：	-40~210 degC
类型：	测量值
可疑参数编号：	525208
参数组编号：	[65272]

图 12 换电连接器温度检测（2）

SPN 525209 - 换电连接器温度检测3	
表示换电连接器温度检测3（放电2正）。	
数据长度：	1字节
精度：	1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围：	-40~210 degC
类型：	测量值
可疑参数编号：	525209
参数组编号：	[65272]

图 13 换电连接器温度检测（3）

SPN 525210 - 换电连接器温度检测4

表示换电连接器温度检测4（放电2正）。

数据长度： 1字节
精度： 1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围： -40~210) degC
类型： 测量值
可疑参数编号： 525210
参数组编号： [65272]

图 14 换电连接器温度检测（4）

SPN 525211 - 换电连接器温度检测5

表示换电连接器温度检测5（充电1正）。

数据长度： 1字节
精度： 1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围： -40~210 degC
类型： 测量值
可疑参数编号： 525211
参数组编号： [65272]

图 15 换电连接器温度检测（5）

SPN 525212 - 换电连接器温度检测6

表示换电连接器温度检测6（充电1负）。

数据长度： 1字节
精度： 1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围： -40~210 degC
类型： 测量值
可疑参数编号： 525212
参数组编号： [65272]

图 16 换电连接器温度检测（6）

SPN 525213 - 换电连接器温度检测7	
表示换电连接器温度检测7（充电2正）。	
数据长度：	1字节
精度：	1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围：	-40~210 degC
类型：	测量值
可疑参数编号：	525213
参数组编号：	[65272]

图 17 换电连接器温度检测（7）

SPN 525214 - 换电连接器温度检测8	
表示换电连接器温度检测8（充电2负）。	
数据长度：	1字节
精度：	1 degC /位，偏移为-40 degC。
数据范围：	-40~210 degC
类型：	测量值
可疑参数编号：	525214
参数组编号：	[65272]

图 18 换电连接器温度检测（9）

5.3 非车载充电机与电池包的通信要求

非车载充电机与电池包之间的通信协议应遵循《GB/T 27930-2015电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议》。

5.4 换电控制器与换电站的通信要求

5.4.1 一般要求

换电控制器应与换电站进行近程通信，满足多场站电池包调度、运输，以及车辆换电需求。为实现电池包在车端和站端的互换统一，换电站应同时支持4G/5G或以太网以及WIFI通信方式，换电控制器可通过WIFI或其它局域网通信方式与换电站进行数据交换，接收换电站下发的控制指令和换电站状态信息，上报当前车辆状态信息。接收换电平台下发远程OTA指令，进行软件远程升级。

协议结构以TCP/IP网络控制协议作为底层通信承载协议，如图19所示。

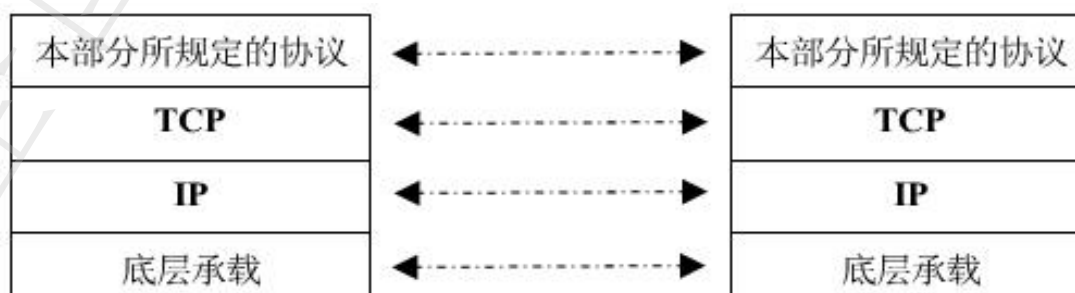


图 19 车端与换电站端平台通信协议栈

车端与换电站端换电通信协议应满足本部分规定。

车端与换电站端交互信息应以TCP或者TCP+TLS方式传输。

5.4.2 通信接口要求

为实现车、站和电池互通互换，满足换电站对车辆信息需求，换电控制器与换电站通信接口定义如表6所示。

表 6 换电控制器与换电站通信接口

换电站需求	通信接口	章节
换电需求 (必备)	鉴权请求、鉴权认证	见 5.3.5.1
	换电解/闭锁指令	见 5.3.5.3
	换电解/闭锁应答	见 5.3.5.4
	换电控制器故障状态、换电连接器状态、换电连接器充电回路连接状态、换电连接器放电回路连接状态、换电站状态	见 5.3.4
	车辆状态、驻车状态、车辆VIN	见 5.3.5
运营需求 (可选)	主机厂信息	见 5.3.5
	电池SOC、累计里程、电池包数据	见 5.3.4.2

5.4.3 车端与站端换电通信交互流程

5.4.3.1 换电通信交互流程

车端与换电站端换电通信交互流程示例如图20所示。

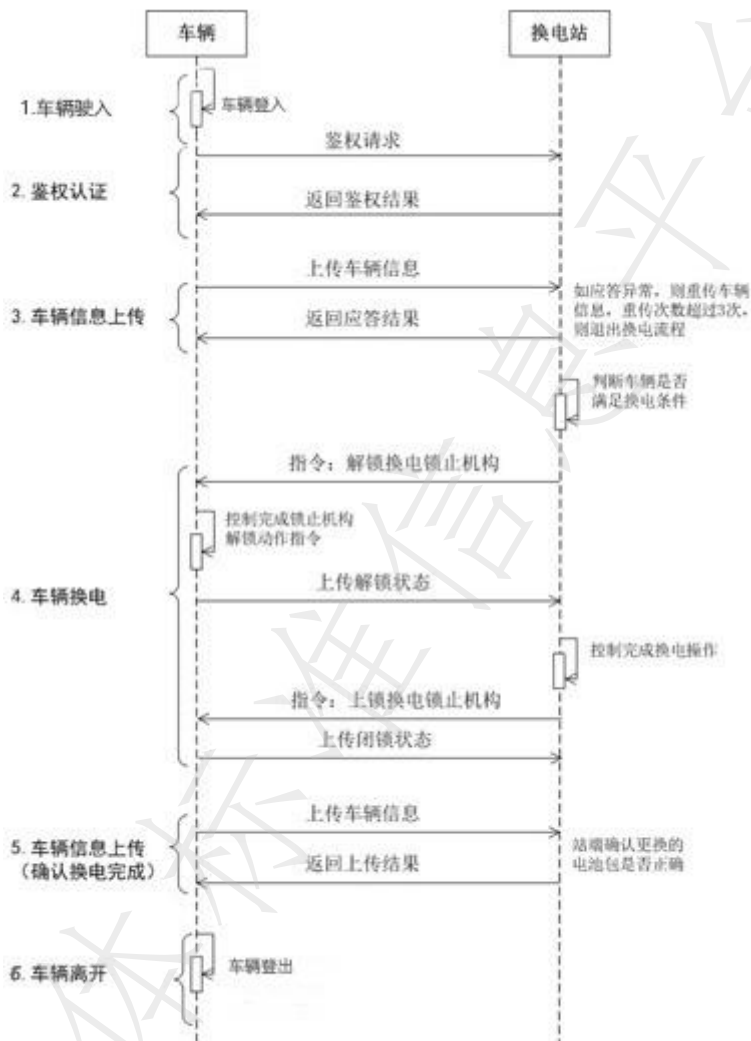


图 20 车端与换电站端换电通信交互流程示例

车辆进入换电站，主动扫描连接换电站WIFI，换电站需要支持多个换电控制器同时连接一个换电管理平台，换电站端WIFI的SSID/用户名/密码、换电平台的IP/端口等信息可以采用以下两种方式共享给换电控制器：

- a) 车辆到站后扫描站端的 RFID 电子标签；
- b) 出厂固定 SSID/用户名/密码等信息，到站后 WIFI 自动连接换电站。

以上两种方式均可实现。

5.4.3.2 车辆驶入

当车端驶入换电站电子围栏内时，车端开始登入换电站平台。

5.4.3.3 鉴权认证

换电控制器连接换电站无线通信接入点，向换电站发送鉴权请求，若鉴权成功，则与换电站建立无线通信；否则返回鉴权失败，退出换电流程。

5.4.3.4 车辆信息上传

车与站连接成功后，换电控制器向换电站上传当前车辆状态信息，其数据需要包括但不限于以下内容：锁止状态、钥匙状态、电磁阀驱动状态、车辆VIN等；车辆状态、驻车状态、换电控制器故障状态、换电连接器状态、车速、档位、电池SOC、累计里程等为可选内容。

5.4.3.5 车辆换电

当换电站判断当前车辆状态满足换电条件时，换电站下发车端换电解锁指令，控制器控制换电解锁机构完成解锁动作，并将状态上传至换电站平台，换电站平台控制完成换电操作，并下发闭锁指令，车载控制器控制换电解锁机构完成闭锁动作，并将状态上传至换电站。

5.4.3.6 车辆换电完成

换电站接收到换电控制器上传的锁止状态，换电站确认车辆换电完成。

5.4.3.7 车辆离开

换电完成后，车辆ACC ON后，车辆登出，完成整个换电通信交互过程。

5.4.4 数据包结构和定义

一个完整的数据包应由起始符、命令单元、识别码、数据加密方式、数据单元长度、数据单元和校验码组成，数据包结构和定义遵照《GB/T 32960.3-2016电动汽车远程服务与管理系统技术规范》第6章规定，如表7所示。

表7 数据包结构和定义

起始字节	定义		数据类型	描述及要求
0	起始符		STRING	固定为ASCII字符‘##’，用“0x23, 0x23”表示
2	命令单元	命令标识	BYTE	命令单元定义见表8
3		应答标志	BYTE	
4	唯一标识码		STRING	当传输车辆数据时，应使用车辆VIN，其字码应符合GB 16735的规定；如传输其他数据，则使用唯一自定义编码
21	数据单元加密方式		BYTE	0x01：数据不加密；0x02：数据经过RSA算法加密；0x03：数据经过AES128位算法加密；“0xFE”表示异常；“0xFF”表示无效；其他预留
22	数据单元长度		WORD	数据单元长度是数据单元的总字节数，有效值范围：0~65531
24	数据单元		—	数据单元格式和定义见5.3.5
倒数第1位	校验码		BYTE	采用BCC(异或校验)法，校验范围从命令单元的第一个字节开始，同后一字节异或，直到校验码前一字节为止，校验码占用一个字节，当数据单元存在加密时，应先加密后校验，先校验后解密

命令标识应是发起方的唯一标识，换电通信命令标识定义见表8。

表8 换电通信命令标识定义

编码	定义	方向
0x01	车辆登入	上行
0x04	车辆登出	上行
0x12	车端换电解锁/闭锁应答	上行
0x91	车端与站端换电数据交互	应答标志0xFD表示下行； 应答标志0xFC表示上行；

编码	定义	方向
0x90	站端下发换电解锁/闭锁指令	下行

5.4.5 数据格式定义

本部分是在《GB/T 32960.3-2016电动汽车远程服务与管理系统技术规范》基础上，针对换电特殊业务需求，以《GB/T 32960.3-2016电动汽车远程服务与管理系统技术规范》自定义消息的形式进行扩展，数据结构定义见表9。

表9 数据结构定义

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	主机厂信息	BYTE	0x01: 一汽解放; 0x02: 东风商用车; 0x03: 中国重汽; 0x04: 陕西汽车; 0x05: 三一集团; 0x06: 北汽福田; 0x07: 上汽红岩; 0x08: 江淮; 0x09: 吉利新能源; 0x0A: 庆铃; 0x0B: 比亚迪; 0x0C: 宇通; 0x0D: 北奔; "0xFE"表示异常, "0xFF"表示无效
1	扩展数据消息内容	BYTE[n]	表10 扩展数据消息内容数据结构

表10 扩展数据消息内容数据结构定义

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	协议主版本号	BYTE	
1	协议修订版本号	BYTE	
2	自定义消息ID	WORD	
4	消息流水号	WORD	登录后自动加1, 从1开始循环, 最大值为65531
6	消息长度	WORD	
8	消息内容	BYTE[n]	

a) 自定义消息 ID

自定义消息最高位为1时表示下行数据; 自定义消息最高位为0是表示上行数据;

b) 自定义通用消息

1) 终端通用应答

自定义消息ID: 0x0001

自定义车端通用应答数据格式见表11。

表11 自定义车端通用应答

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	应答流水号	WORD	对应的平台下发自定义消息的流水号
2	应答 ID	WORD	对应的平台下发自定义消息 ID
4	结果	BYTE	0: 肯定应答 1-255: 否定应答

2) 换电平台通用答

自定义消息ID: 0x8001

自定义换电平台通用应答数据格式见表12。

表12 自定义换电平台通用应答

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	应答流水号	WORD	对应终端自定义消息的流水号
2	应答 ID	WORD	对应的平台下发自定义消息 ID
4	结果	BYTE	0: 肯定应答 1-255: 否定应答

3) 车端换电状态消息

自定义消息ID: 0x0002

自定义车端换电状态消息数据格式见表13。

表 13 自定义车端换电状态消息

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	换电控制器故障状态	BYTE	0x01: 无故障;0x02: 一级故障(一般故障);0x03: 二级故障(严重故障);0x04:三级故障(紧急故障);0xFE 表示异常,0xFF 表示无效
1	换电连接器状态	BYTE	0x01: 未连接;0x02:已连接; 0xFE 表示异常,0xFF 表示无效
2	换电连接器充电回路 连接状态	BYTE	0x01: 未连接;0x02:已连接; 0xFE 表示异常,0xFF 表示无效
3	换电连接器放电回路 连接状态	BYTE	0x01: 未连接;0x02:已连接; 0xFE 表示异常,0xFF 表示无效

4) 换电站状态消息

自定义消息ID: 0x8002

自定义换电站状态消息数据格式见表14。

表 14 自定义换电站状态消息

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	换电站状态	BYTE	0x01:正常运行;0x02:故障; 0xFE 表示异常,0xFF 表示无效
1	保留	BYTE	

5) 换电站信息请求消息

自定义消息ID: 0x0003

自定义换电站信息请求消息数据格式见表15。

表 15 自定义换电站信息请求消息

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	换电站请求	BYTE	0x01: 请求换电站编码及位置

6) 换电站消息

自定义消息ID: 0x8003

自定义换电站状态消息数据格式见表16。

表 16 自定义换电站消息

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	换电站编码长度(N)	BYTE	换电站编码的字符长度(N)
1	换电站编码	BYTE[N]	长度为N的换电站申请的唯一编码
N+1	定位状态	1	BYTE
N+2	经度	4	DWORD
N+6	纬度	4	DWORD

7) 换电站电池信息请求消息

自定义消息ID: 0x0004

自定义换电站信息请求消息数据格式见表17。

表 17 自定义换电站信息请求消息

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	车端当前电池厂家	BYTE	0x01:CATL; 0x02:Li Shen; 0x03:MGL; 0x04:SAMSUN; 0x05: LG; 0x06: EVE; 0x07: BYD; 0x08:Wei Hong; 0x09:Yuan Jing; 0x0A:JIEFANG;
1	请求类型	BYTE	0x01:可充电储能装置电压及温度

8) 换电站电池信息消息

自定义消息ID: 0x8004

自定义换电站状态消息数据格式见表18。

表 18 自定义换电站消息

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	1	BYTE	0x01:CATL; 0x02:Li Shen; 0x03:MGL; 0x04:SAMSUN; 0x05: LG; 0x06: EVE; 0x07: BYD; 0x08:Wei Hong; 0x09:Yuan Jing; 0x0A:JIEFANG;
1	可充电储能子系统个数	BYTE[N]	长度为N的换电站申请的唯一编码
2	可充电储能子系统号	1	有效范围 1-250
3	可充电储能装置电压	2	最小计量0.1V
5	可充电储能装置电流	2	最小计量0.1A
7	单体电池总数	2	N个单体
9	本帧起始电池序号	2	超过200时应该拆分多包传输
11	本帧单体电池总数	1	总数为m
12	单体电池电压	WORD	最小计量0.001
12+m*2	可充电储能温度探针个数	WORD	N个温度探针
14+m*2	各温度探针温度值	BYTE[N]	偏移量-40 最小计量1℃

5.4.5.1 鉴权认证流程

5.4.5.2 车辆与换电站通过图 21 所示建立鉴权认证流程。

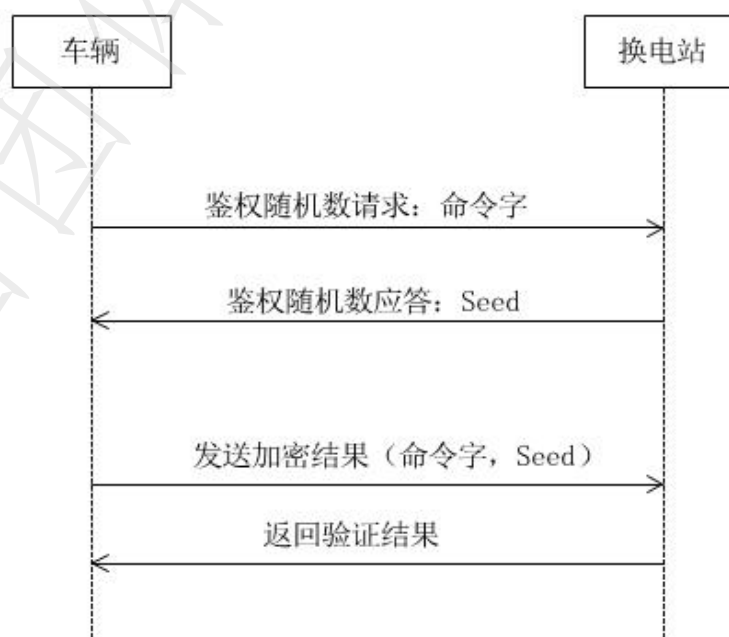


图 21 车端与换电站端鉴权认证流程

5.4.5.2.1 鉴权数据格式定义

鉴权随机数请求消息见图22至图25、表19至表27。

鉴权随机数请求
 消息ID: 0x000A;
 换电平台以消息ID: 0x800A对本消息进行应答;
 功能描述: 鉴权随机数请求, 数据格式定义见表19。

图 22 鉴权随机数消息 (1)

表 19 鉴权随机数请求数据格式定义

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	命令识别码	BYTE	0x55: 鉴权请求; 其他预留;
1	扩展参数数量	BYTE	n
2	扩展参数	WORD[n]	扩展参数定义见表 20

表 20 鉴权扩展参数列表

扩展参数ID	数据类型	描述
0x0001	STRING	VIN码, Length = 17
0x0002	保留	保留

鉴权随机数请求应答
 消息ID: 0x800A;
 功能描述: 鉴权随机数请求应答;

图 23 鉴权随机数消息 (2)

表 21 鉴权随机数请求应答数据结构

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	消息流水	WORD	对应请求随机数的流水号
2	加密算法	BYTE	表 22 加密算法
3	密钥序号	BYTE	表 21 密钥
4	Seed 内容	BYTE[3]	由换电站平台随机产生
7	扩展参数总长度	WORD	n
9	扩展参数内容	BYTE[n]	表 20 鉴权扩展参数内容

表 22 加密算法

算法 ID	算法描述	备注
1	AES128	

表 23 密钥

密钥 ID	密钥描述	备注
1	0x0F, 0x0F, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x06, 0x05, 0x04, 0x03, 0x02, 0x01, 0x0F, 0x0F;	

表 24 鉴权扩展参数内容

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	鉴权扩展参数	WORD	表 20 鉴权扩展参数列表
2	参数内容	BYTE[n]	表 20 鉴权扩展参数列表

鉴权加密数据发送

消息ID: 0x001A;

终端以ID: 0x801A对本消息进行应答; 功能描述: 鉴权加密数据发送;

表 25 鉴权加密数据发送数据结构

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	消息流水	WORD	对应请求随机数的流水号
2	加密数据长度	WORD	n
4	加密内容	BYTE[n]	将表 21 鉴权原始数据结构数据按照约定算法进行加密

表 26 鉴权原始数据结构

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	命令识别码	BYTE	对应请求随机数的流水号
2	Seed 内容	BYTE[3]	
4	其他扩项消息长度	WORD	n
6	扩展信息内容	BYTE[n]	表 20 鉴权扩展参数内容

鉴权验证结果应答

消息ID: 0x801A;

功能描述: 鉴权验证结果应答;

图 24 鉴权随机数消息 (4)

表 27 鉴权原始数据结构

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	消息流水	WORD	对应请求随机数的流水号
2	验证状态	BYTE	0: 验证成功; 1: 验证失败;

5.4.5.3 车辆数据上传

车辆实时信息上报格式, 需满足《GB/T 32960.3-2016 表7实时信息上报数据格式和定义》, 如表 28。

表 28 实时信息上报数据格式和定义

数据表示内容	长度/字节	数据类型	描述及要求
数据采集时间	6	BYTE[6]	
信息类型标志 (1)	1	BYTE	

数据表示内容	长度/字节	数据类型	描述及要求
信息体 (1)	——	——	根据信息类型不同, 长度和数据类型不同
.....	——	——
信息类型标志 (1)	1	BYTE	
信息体 (1)	——	——	根据信息类型不同, 长度和数据类型不同

信息类型标准

车辆信息类型编码需满足《GB/T 32960.3-2016 表8信息类型标志定义》中类型编码, 本部分标准使用类型编码0x01(整车数据)、0x05(车辆位置数据)和0xA0(电池包数据)。

信息体-整车数据

整车数据格式需满足《GB/T 32960.3-2016 表9 整车数据格式和定义》, 其中车辆状态、累计里程、SOC、档位为必要数据字段, 其数据格式和定义见表29。

表 29 整车数据格式和定义

数据表示内容	长度/字节	数据类型	描述及要求
车辆状态	1	BYTE	0x01: 车辆启动状态; 0x02: 熄火; 0x03: 其他状态; “0xFE”表示异常, “0xFF”表示无效
充电状态	1	BYTE	0x01: 停车充电; 0x02: 行驶充电; 0x03: 未充电状态; 0x04: 充电完成; “0xFE”表示异常, “0xFF”表示无效
运行模式	1	BYTE	0x01: 纯电; 0x02: 混动; 0x03: 燃油; 0xFE表示异常; 0xFF表示无效
车速	2	WORD	有效值范围: 0~2200(表示0km/h~220km/h), 最小计量单元: 0.1km/h, “0xFF, 0xFE”表示异常, “0xFF, 0xFF”表示无效
累计里程	4	DWORD	有效值范围: 0~9999999(表示0km~999999.9km), 最小计量单元: 0.1km。“0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFE”表示异常, “0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF”表示无效
总电压	2	WORD	有效值范围: 0~10000(表示0V~1000V), 最小计量单元: 0.1V, “0xFF, 0xFE”表示异常, “0xFF, 0xFF”表示无效
总电流	2	WORD	有效值范围: 0~20000(偏移量1000A, 表示-1000A~+1000A), 最小计量单元: 0.1A, “0xFF, 0xFE”表示异常, “0xFF, 0xFF”表示无效
SOC	1	BYTE	有效值范围: 0~100(表示0%~100%), 最小计量单元: 1%, “0xFE”表示异常, “0xFF”表示无效
DCDC状态	1	BYTE	0x01: 工作; 0x02: 断开, “0xFE”表示异常, “0xFF”表示无效
档位	1	BYTE	档位状态信息见GB/T 32960.3-2016中附录A.1
绝缘电阻	2	WORD	有效范围0~60000(表示0kΩ~60000kΩ), 最小计量单元: 1kΩ
驻车制动开关	1	BYTE	0: 手刹未拉起 1: 手刹拉起
预留	1	BYTE	

信息体-车辆位置数据

车辆位置数据格式需满足《GB/T 32960.3-2016 表16 车辆位置数据格式和定义》, 其数据格式和定义见表30。

表 30 车辆位置数据格式和定义

数据表示内容	长度/字节	数据类型	描述及要求
定位状态	1	BYTE	状态位定义见GB/T 32960.3-2016 表17
经度	4	DWORD	以度为单位的纬度值乘以10°, 精确到百万分之一度
纬度	4	DWORD	以度为单位的纬度值乘以10°, 精确到百万分之一度

信息体-电池包数据

电池包数据格式和定义见表31用类型编码0xA0表示电池包数据。

表 31 电池包数据格式和定义

数据表示内容	长度/字节	数据类型	描述及要求
电池厂家	1	BYTE	0x01:CATL; 0x02: Li Shen; 0x03:MGL; 0x04: SAMSUN; 0x05: LG; 0x06: EVE; 0x07: BYD; 0x08: Wei Hong; 0x09: Yuan Jing; 0x0A: JIEFANG;
电池编码	n	BYTE[n]	n表示电池编码长度，每个编码使用ASCII码传输，以字符*作为分隔符
电池SOH	1	BYTE	有效值范围：0~100（表示0%~100%），最小计量单元：1%，“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
累计充电电量	4	DWORD	有效范围0~1677721.5（表示0kwh~1677721.5 kwh），最小计量单元：0.1kwh，“0xFFFE”表示异常，“0xFFFF”表示无效
站外充电电量	4	DWORD	有效范围0~1677721.5（表示0kwh~1677721.5 kwh），最小计量单元：0.1kwh，“0xFFFE”表示异常，“0xFFFF”表示无效
站外充电次数	1	BYTE	有效范围0~250，“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效

5.4.5.4 换电锁止指令定义

换电站向换电控制器发送控制指令，完成换电解锁/闭锁指令下发，具体数据格式和定义见表32。

表 32 换电解锁（或闭锁）命令参数定义

起始字节	字段	数据类型	描述和要求
0	数据采集时间	BYTE[4]	
4	流水号	BYTE[2]	
6	指令标识	BYTE[1]	0x01解锁 0x02闭锁

5.4.5.5 换电锁止状态应答

换电控制器接收到换电平台下发的指令，回复解锁/闭锁应答。应答参数定义见表33。

表 33 换电锁止应答参数定义

起始字节	字段	数据类型	描述和要求
0	数据采集时间	BYTE[4]	
4	流水号	BYTE[2]	
6	标识	BYTE[1]	0x01 成功 0x02失败
7	失败原因标志	BYTE[4]	

6 试验方法

6.1 性能试验

过电压：试验方法和性能符合 GB/T 28046.2-2019中4.3.2的实验要求。试验后换电控制器的数据记录、数据通信等各项功能均应正常。

供电电压缓降和缓升性能：试验方法和性能应符合GB/T 28046.2-2019中4.5的要求。试验后换电控制器的数据记录、数据通讯等各项功能均正常。

反向电压性能：试验方法和性能符合GB/T 28046.2-2019中4.7的第2种情况要求。试验后换电控制器的数据记录、数据通讯等各项功能均正常。

机械振动：试验方法和性能应符合GB/T 28046.3-2011中4.1的要求。

机械冲击：试验方法和性能应符合GB/T 28046.3-2011中4.2的要求。

低温性能：试验方法和性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.1.1的要求。

高温性能：试验方法和性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.1.2的要求。

温度梯度：试验方法和性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.2的要求。

湿热循环：试验方法和性能应符合GB/T 28046.4-2011中5.6的要求。

6.2 电磁兼容试验

静电放电抗扰度：试验时按照 GB/T 19951-2019中第9章规定的方法，试验不通电，放电点选择安装操作时人员易接触的表面进行放电试验，试验速率为5s放电一次，每个点应对正极和负极各放电5次。放电等级为接触放电±6kV，空气放电±15kV。

射频电磁场辐射抗扰度：试验时自由场法按照GB/T 17619-1998中9.3规定的试验方法进行；大电流注入法按照 GB/T 17619-1998中9.5规定的试验方法进行。辐射抗扰度限值应符合 GB/T 17619-1998中表1要求。试验中、后终端状态应符合 GB/T28046.1-2011定义的A等级。

电瞬态发射抗扰度：试验时按照 GB/T 21437.3-2012的第3章进行试验，试验脉冲严酷程度符合 GB/T 21437.3-2012表B.2中III级的要求。试验中、试验后换电控制器所有功能应符合 GB/T 28046.1-2011定义的A级。

沿电源线的电瞬态传导抗扰度：试验时按照 GB/T 21437.2-2008的第4章进行试验。试验脉冲严酷程度符合 GB/T 21437.2-2008表A.2中III级的要求。试验中、后终端状态应符合 GB/T28046.1-2011 定义的 A 等级。

传导发射限值：按照 GB/T 18655-2010第六章中表5或者表6等级3的限值进行测试。辐射发射限值：按照 GB/T 18655-2010第六章中表9或者表10等级3的限值进行测试。

6.3 可靠性试验

按照 GB/T 32960.2附录 A 中温度交变耐久试验方式。
