

团体标准

T/CAAMTB XXXX-XXXX

电动中重卡共享换电站建设及换电车辆 技术规范

第 13 部分：换电车辆换电控制器技术要求

Technical specification for construction of electric medium and heavy truck s
haring power station and electric vehicle

Part 13: Technical requirements for Vehicle Battery Switch Controller

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国汽车工业协会 发布

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 技术要求..... 3

 4.1 换电控制器交互逻辑关系..... 3

 4.2 功能要求..... 4

 4.3 性能要求..... 4

5 通信要求..... 5

 5.1 通信要求..... 5

 5.2 换电控制器与车端的通信要求..... 5

 5.3 非车载充电机与电池包的通信要求..... 11

 5.4 换电控制器与换电站的通用通信要求..... 12

 5.5 换电控制器与换电站 WIFI/4G/5G 通信要求..... 14

 5.6 换电控制器与换电站的蓝牙通信要求..... 21

6 试验方法..... 23

 6.1 性能试验..... 23

 6.2 电磁兼容试验..... 24

 6.3 可靠性试验..... 24

前 言

T/CAAMTB XX《电动中重卡共享换电站建设及换电车辆技术规范》共13部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：换电平台和装置技术要求；
- 第3部分：换电电池包通信协议要求；
- 第4部分：车辆识别系统要求；
- 第5部分：充电设备、搬运设备、电池仓储系统要求；
- 第6部分：数据安全，风险预警分析技术要求；
- 第7部分：安全防护及应急要求；
- 第8部分：换电站规划布局要求；
- 第9部分：换电站标识、安全运营、设备运输和安装要求；
- 第10部分：换电车辆换电电池箱技术要求；
- 第11部分：换电车辆换电底托技术要求；
- 第12部分：换电车辆换电连接器技术要求；
- 第13部分：换电车辆换电控制器技术要求。

本文件为T/CAAMTB XX《电动中重卡共享换电站建设及换电车辆技术规范》的第13部分。

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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国汽车工业协会提供并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

电动中重卡共享换电站建设及换电车辆技术规范

第 13 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换电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 19951-2005 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 32895-2016 电动汽车快换电池箱通信协议

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

IEEE 802.15.1-2005 无线个人局域网的无线媒体接入控制和物理层规范 [Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Wireless Personal Area Networks (WPAN)]

ISO 11898-1:2015 道路车辆 控制器局域网络 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 控制器局域网络 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，250K比特/秒，屏蔽双绞线[Recommended practice for serial control and communication vehicle network Part 11: Physical layer—250K bits/s, twisted shielded pair]

SAE J1939-14:2016 商用车控制系统局域网CAN通信协议 第14部分：物理层，500K比特/秒，屏蔽双绞线[Recommended practice for serial control and communication vehicle network Part 14: Physical layer—500K bits/s]

SAE J1939-21:2010 商用车控制系统局域网CAN通信协议 第21部分：数据链路层[Recommended practice for serial control and communication vehicle network Part 21: Data link layer]

3 术语和定义

GB/T 19596-2017、GB/T 27930-2015、GB/T 32960-2016、ISO 11898、SAE J1939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

优先权 Priority

在标识符中一个 3 位的域，设置传输过程的仲裁优先级，最高优先权为 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。

3.12**蓝牙 Bluetooth**

蓝牙是车端和换电站端建立通信环境的一种特殊的近距离无线技术连接。

3.13**低功耗蓝牙 BLE**

低功耗蓝牙在保持同等通信范围的同时显著降低功耗和成本。

3.14**射频识别 RFID**

利用无线射频方式对电子标签或射频卡进行读写，从而达到识别目标和数据交换的目的。

4 技术要求**4.1 换电控制器交互逻辑关系**

电动中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、换电站之间的交互逻辑关系如图1所示。

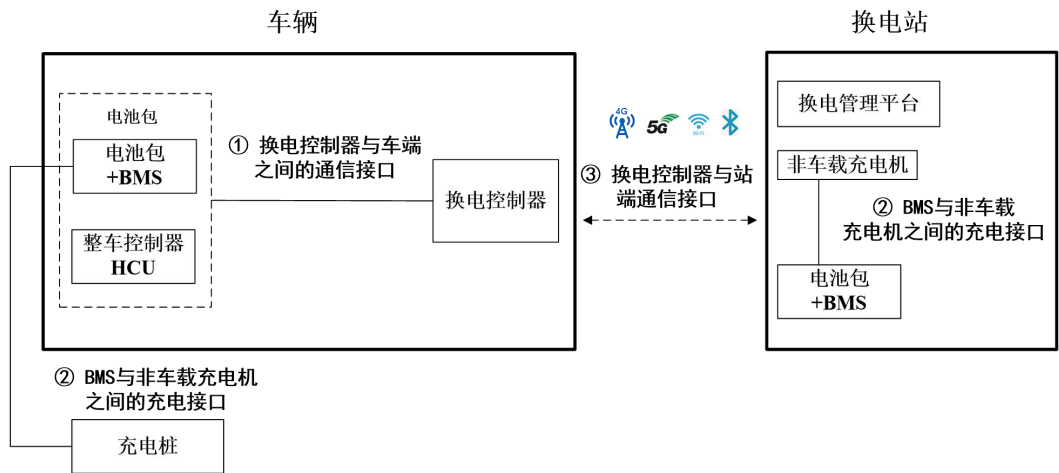


图1 换电控制器与车端、换电站之间逻辑连接关系

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无线通信WIFI、4G/5G、蓝牙等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；支持远程升级和远程诊断（可选）。

换电控制器应具备以下功能：

- 1) 具备换电锁止状态检测功能；
- 2) 具备换电连接器状态检测功能；
- 3) 具备换电连接器温度检测功能；
- 4) 具备换电锁止控制功能；
- 5) 具备车端与站端之间的通信功能；
- 6) 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1 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。

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。

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。

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：-40℃~+85℃。

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℃~+85℃。

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 可靠性能

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

换电场景应同时满足以下三部分通信要求：

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

为满足换电场景的互通互换，可在换电站端增加网关功能，满足WIFI协议或者蓝牙协议的转换。

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。换电控制器需在IG OFF之后与换电站通信, 其收发器需要支持CAN睡眠唤醒功能。

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
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, 不应対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

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（00FFF8₁₆），具体参数见表4。
发送节点：换电控制器（A7₁₆）
接收节点：整车网络

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	换电系统故障等级	525205
	27—32位	保留	
5	33—40位	换电系统故障码	525206
6—8	保留		

PGN 65527—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： 65527（00FFF7₁₆），具体参数见表5。
发送节点：换电控制器（A7₁₆）
接收节点：整车网络

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

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0xFA，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250
 类型：测量值
 可疑参数编号：525200
 参数组编号：[65528]

SPN 525201—锁止反馈状态

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]

SPN 525203—换电连接器放电回路连接状态

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

SPN 525204—换电连接器充电回路连接状态

表示换电连接器充电回路连接状态。
 00—换电连接器充电回路未连接
 01—换电连接器充电回路已连接

10—保留

11—不可用

位长度： 2位

类型： 测量值

可疑参数编号： 525204

参数组编号： [65528]

SPN 525205—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]

SPN 525206—换电系统故障码

表示换电系统的故障码。

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]

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：[65527]

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：[65527]

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：[65527]

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：[65527]

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：[65527]

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：[65527]

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：[65527]

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：[65527]

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用通信要求

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、WIFI、蓝牙三种通信方式，换电控制器可通过WIFI、或4G/5G、或蓝牙的方式与换电站进行数据交换，接收换电站下发的控制指令，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（可选）。

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 5.5.3.1、5.6.3.1
	换电解/闭锁指令	见 5.5.3.3
	换电解/闭锁应答	见 5.5.3.4
	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 5.5.3
	车辆状态、驻车状态、车辆VIN	见 5.5.3.2
运营需求 (必备)	主机厂信息	见 5.5.3
	电池SOC、累计里程、电池包数据	见 5.5.3.2

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3所示。

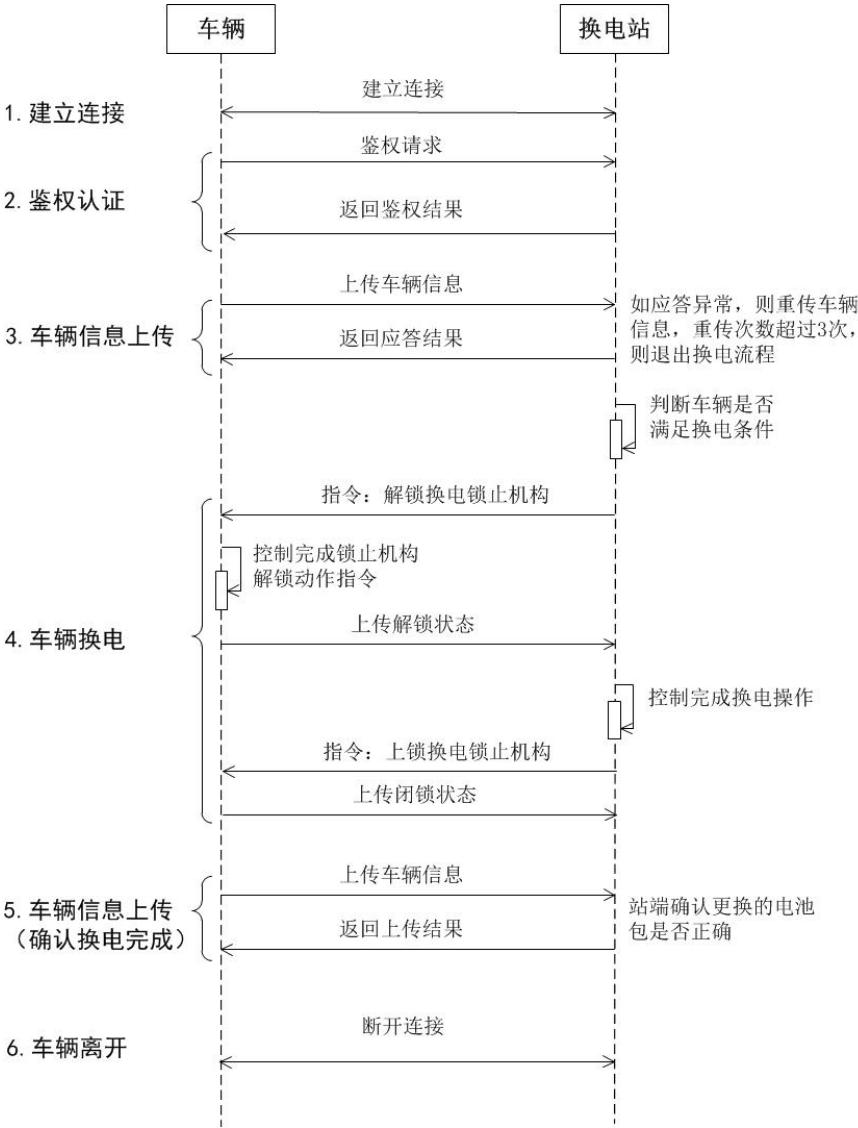


图3 车端与换电站端换电通信交互流程示例

5.4.3.2 建立连接

当换电控制器配置WIFI模块，车辆进入换电站，主动扫描连接换电站WIFI，换电站需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：

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

当换电控制器配置蓝牙模块，车辆进入换电站，换电站主动扫描车端RFID标签信息，根据RFID标签信息获取车辆蓝牙地址，主动创建蓝牙连接；换电站需支持多个换电控制器同时连接一个换电管理平台；车辆蓝牙地址可根据以下两种方式获取：

- 1) 换电站根据车辆唯一标识信息VIN码/车牌，从云平台查询获取。
- 2) 将蓝牙地址写入RFID标签，换电站扫描RFID标签获取。

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：车辆状态、驻车状态、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、车辆VIN等；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

为确认换电过程是否完成，换电站再次获取车辆状态信息，其数据需要包括但不限于以下内容：车辆状态、驻车状态、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、车辆VIN等；车速、档位、电池SOC、累计里程等为可选内容。

5.4.3.7 车辆离开

当车端接收到换电站确认换电成功的返回结果，断开连接，完成整个换电通信交互过程。

当换电站平台报警、故障或不可用时，需向车端及时反馈当前换电站状态，退出当前换电流程。

5.5 换电控制器与换电站 WIFI/4G/5G 通信要求

5.5.1 通信协议栈结构

WIFI, 4G/5G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2所示，车端与换电站端交互信息应包括但不限于TCP/IP、FTP、HTTP或HTTPS方式传输。

车端与换电站端换电通信协议应满足本部分规定。

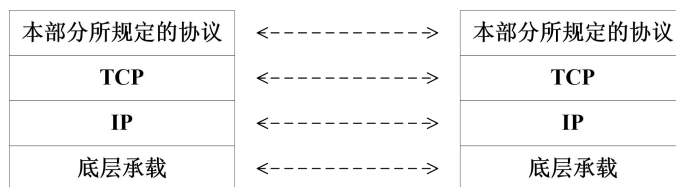


图2 车端与换电站端平台WIFI/4G/5G通信协议栈

5.5.2 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 WIFI/4G/5G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7
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5.5.3
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
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；
0x90	站端下发换电解锁/闭锁指令	下行

5.5.3 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]	

1. 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;

2. 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) 换电平台通用应答

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	

5.5.3. 1WIFI/4G/5G 鉴权认证定义

5.5.3.1.1 鉴权认证流程

车辆与换电站通过图4所示建立鉴权认证流程。

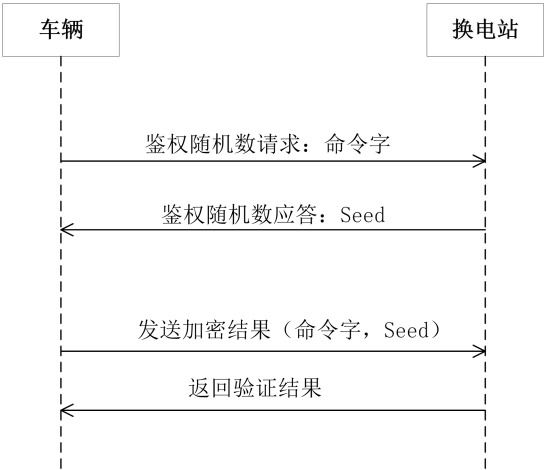


图4 车端与换电站端鉴权认证流程

5.5.3.1.2 鉴权数据格式定义

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15。

表15 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16

表16 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；

表17 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 18 加密算法
3	密钥序号	BYTE	表 19 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18 加密算法

算法 ID	算法描述	备注
1	AES128	

表19 密钥

密钥 ID	密钥描述	备注
1	0x00, 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08, 0x09, 0x0A, 0x0B, 0x0C, 0x0D, 0x0E, 0x0E;	

表20 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 16 鉴权扩展参数列表
2	参数内容	BYTE[n]	表 16 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21 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 22 鉴权原始数据结构数据按照约定算法进行加密

表22 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；

表23 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；

5.5.3.2 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24。

表24 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	
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25。

表25 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0k Ω ~60000k Ω),最小计量单元:1k Ω
预留	2	WORD	预留位

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中表16要求，其数据格式和定义见表26。

表26 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27，使用类型编码0xA0表示电池包数据。

表27 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, “0xFFFF”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, “0xFFFF”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

5.5.3.3 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28。

表28 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

5.5.3.4 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29。

表29 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]	

5.6 换电控制器与换电站的蓝牙通信要求

5.6.1 通信协议栈结构

蓝牙通信协议结构框架如图5所示。其中BLE Controller、BLE Host、BLE Application应遵循IEEE 802.15.1-2005标准，蓝牙核心规范5.2。

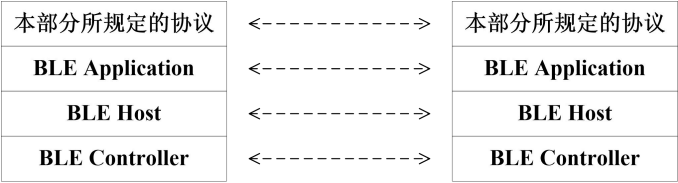


图5 车端与换电站端蓝牙通信的协议栈

5.6.2 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，数据包结构和定义见表30。

表30 蓝牙数据包结构和定义

起始字节	定义	数据类型	描述及要求
0	Slave ID	BYTE	从机的标识ID，换电控制器作为从机：0x01
1	PDU ID	WORD	数据包的标识ID，换电控制器发给换电站：0x0301；换电站发给换电控制器：0x0201~0x0203
3	数据单元	/	数据单元格式和定义见 5.6.3
231	PDU Cnt	BYTE	每次发送数据包都+1

5.6.3 数据格式定义

5.6.3.1 蓝牙通信的鉴权认证流程

车辆与换电站通过图6所示建立蓝牙通信的鉴权认证流程。

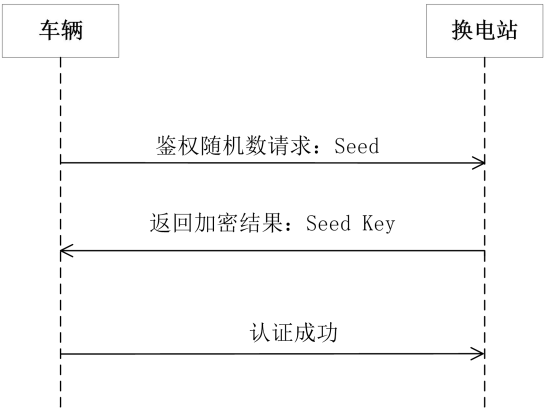


图6 蓝牙鉴权认证流程

5.6.3.2 蓝牙通信的鉴权数据格式定义

鉴权随机数请求

消息ID: 0x6701;
换电平台以消息ID: 0x2702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31。

表31 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	WORD	0x6701: 鉴权请求;
2	Seed	BYTE[4]	硬件产生的真随机数

鉴权随机数请求应答

消息ID: 0x2702;
功能描述: 鉴权密钥的应答;

表32 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	命令识别码	WORD	0x2702: 鉴权数据回复;
2	Key	BYTE[4]	通过特定key加密的数据

鉴权验证结果应答

消息ID: 0x6702;
功能描述: 鉴权验证结果通知;

表33 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	WORD	0x6702: 鉴权成功通知;

5.6.3.3 蓝牙通信的车辆数据上传、换电锁止指令、换电锁止应答数据格式定义同 5.5.3.2、5.5.3.3 和 5.5.3.4。

6 试验方法

6.1 性能试验

- 6.1.1 过电压: 试验方法和性能符合 GB/T28046.2-2019 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。
- 6.1.2 供电电压缓降和缓升性能: 试验方法和性能符合 GB/T28046.2-2019 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。
- 6.1.3 反向电压性能: 试验方法和性能符合 GB/T28046.2-2019 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。
- 6.1.4 机械振动: 试验方法和性能应符合 GB/T28046.3-2011 中 4.1 的要求。

- 6.1.5 机械冲击：试验方法和性能应符合 GB/T28046.3-2011 中 4.2 的要求。
- 6.1.6 低温性能：试验方法和性能应符合 GB/T28046.4-2011 中 5.1.1 的要求。
- 6.1.7 高温性能：试验方法和性能应符合 GB/T28046.4-2011 中 5.1.2 的要求。
- 6.1.8 温度梯度：试验方法和性能应符合 GB/T28046.4-2011 中 5.2 的要求。
- 6.1.9 湿热循环：试验方法和性能应符合 GB/T28046.4-2011 中 5.6 的要求。

6.2 电磁兼容试验

6.2.1 静电放电抗扰度：试验时按照 GB/T19951-2019 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 $\pm 6\text{kV}$ ，空气放电 $\pm 15\text{kV}$ 。

6.2.2 射频电磁场辐射抗扰度：试验时自由场法参照 GB/T17619-1998 中 9.3 规定的试验方法进行；大电流注入法参照 GB/T17619-1998 中 9.5 规定的试验方法进行。辐射抗扰度限值应符合 GB/T17619-1998 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。

6.2.3 电瞬态发射抗扰度：试验时参照 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。

6.2.4 沿电源线的电瞬态传导抗扰度：试验时参照 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。

6.2.5 传导发射限值：参照 GB/T18655-2010 标准第六章中表 5 或者表 6 等级 3 的限值进行测试。

6.2.6 辐射发射限值：参照 GB/T18655-2010 标准第六章中表 9 或者表 10 等级 3 的限值进行测试。

6.3 可靠性试验

参考 GB/T 32960.2 附录 A 中温度交变耐久试验方式。