



上海市地方标准

DB31/T 1054—2017

电动汽车无线充电系统 第1部分:技术要求

Electric vehicle wireless power transfer system—
Part 1: Technical requirements

2017-06-23 发布

2017-10-01 实施

上海市质量技术监督局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	4
4 概述	5
5 电能传输要求	5
5.1 分类	5
5.2 互操作性	6
5.3 系统总体要求	8
5.4 通讯	15
5.5 电击防护	15
5.6 电动汽车无线充电系统的特殊要求	16
5.7 电力电缆组件要求	21
5.8 结构要求	21
5.9 材料和部件的强度	22
5.10 服务和试验条件	23
5.11 电磁兼容性	30
5.12 标识和说明	35
6 通信协议要求	35
6.1 无线充电系统	35
6.2 无线充电管理通信流程	40
6.3 接口消息定义	50
6.4 参数定义	58
7 接口要求	71
7.1 原边设备和副边设备接口要求	71
7.2 通讯接口要求	77
7.3 定位辅助设备接口要求	77
8 安全要求	79
8.1 通信安全	79
8.2 电气安全	85
8.3 安全试验要求	88
8.4 机械安全	89
8.5 雷击安全	92
8.6 电磁场辐射	93

9 管理系统要求	95
9.1 管理系统功能要求	95
9.2 管理系统技术要求	107
附录 A (规范性附录) 消息类型	109
附录 B (规范性附录) 认证数据(Authentication Vector)的生成	110
附录 C (规范性附录) SIM 卡中的用户鉴权函数	111
附录 D (规范性附录) 告警原因	112
附录 E (规范性附录) 计费及扣费功能	114

前 言

《电动汽车无线充电系统》分为 2 个部分：

—DB31/T 1054 电动汽车无线充电系统 第 1 部分：技术要求；

DB31/T 1055 电动汽车无线充电系统 第 2 部分：设备要求。

本部分为《电动汽车无线充电系统》的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由上海市经济和信息化委员会提出。

本部分由上海市新能源汽车及应用标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：中兴通讯股份有限公司、中兴新能源汽车有限责任公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、上海汽车集团股份有限公司技术中心。

本部分主要起草人：胡超、缪文泉、宋国岩、王华、朱顺良、丁荣成、汪国康。

电动汽车无线充电系统

第1部分：技术要求

1 范围

本部分规定了电动汽车无线充电系统的电能传输要求、通信协议要求、接口要求、安全要求以及管理系统要求。

本部分适用于交流输入标称电压最大值为1 000 V, 直流标称电压最大值为1 500 V的静态磁耦合电动汽车无线充电设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 156 标准电压
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验C_ab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验D_b：交变湿热(12 h+12 h循环)
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验K_a：盐雾
- GB/T 2423.24 环境试验 第2部分：试验方法 试验S_a：模拟地面上的太阳辐射及其试验导则
- GB/T 4207 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 4824—2013 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 骚扰特性 限值和测量方法
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 5169.21 电工电子产品着火危险试验 第21部分：非正常热 球压试验
- GB 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB 7251.5—2008 低压成套开关设备和控制设备 第5部分：对公用电网动力配电成套设备的特殊要求
- GB/T 7251.7 低压成套开关设备和控制设备 第7部分：特定应用的成套设备——如码头、露营地、市集广场、电动汽车充电站
- GB/T 7260.2 不间断电源设备(UPS) 第2部分：电磁兼容性(EMC)要求
- GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB 10963.1 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分：用于交流的断路器
- GB/T 11021 电气绝缘 耐热性和表示方法
- GB/T 12113 接触电流和保护导体电流的测量方法
- GB/T 14048.3 低压开关设备和控制设备 第3部分：开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器
- GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第4-1部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)

- GB/T 16895.2 建筑物电气装置 第4~42部分:安全防护 热效应保护
- GB/T 16895.3 建筑物电气装置 第5~54部分:电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体
- GB/T 16895.5 低压电气装置 第4~43部分:安全防护 过电流保护
- GB/T 16895.10 低压电气装置 第4~44部分:安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护
- GB/T 16895.21 低压电气装置 第4~41部分:安全防护 电击防护
- GB/T 16916.1 家用和类似用途的不带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCCB) 第1部分:一般规则
- GB/T 16917.1 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO) 第1部分:一般规则
- GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验
- GB 17625.1 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流≤16 A)
- GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 17627.1 低压电气设备的高压试验技术 第1部分:定义和试验要求
- GB/T 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)
- GB/T 20234.1 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分:通用要求
- GB/T 22794 家用和类似用途的不带和带过电流保护的B型剩余电流动作断路器(B型 RCCB 和B型 RCBO)
- GB/T 27930 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 30789.3 色漆和清漆 涂层老化的评价 缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第3部分:生锈等级的评定
- GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
- ICNIRP 2010 限制时变电场和磁场曝露的导则(1 Hz~100 kHz)[For limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields(1 Hz~100 kHz)]

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

原边设备 primary device

能量的发射端,产生交变磁场与副边设备耦合的设备,包括封装和保护材料。

3.1.2

副边设备 secondary device

能量的接收端,安装在电动汽车上与原边设备发生耦合的设备,包括封装和保护材料。

3.1.3

无线电能传输 wireless power transfer; WPT

调整具有标准电压和频率的交流电源的电流,将电能以交变磁场的方式从原边设备传输至副边设备。

3.1.4

电动汽车无线充电 electric vehicle wireless power transfer; WPT

将交流或直流电网(电源)通过无线电能传输技术,调整为校准的电压/电流,为电动汽车动力电池提供电能,也额外的为车载设备供电。

3.1.5

非车载功率器件 off-board power components

非车载功率器件包括将所需高频电流加载至原边设备两端的高频功率变换单元,包括封装和保护材料。

3.1.6

车载功率器件 on-board power components

将副边设备接收的电能通过功率变换器转变为直流电,供给可存储电能系统或车载动力电池,包括封装和保护材料。

3.1.7

地面设备 off-board supply equipment

电动汽车无线充电系统的地面侧设备的统称,包括原边设备及非车载功率器件。

3.1.8

车载设备 on-board supply circuit

电动汽车无线充电系统的车载侧设备的统称,包括副边设备及车载功率器件。

3.1.9

无线充电位 wireless charging spot

为一辆电动汽车提供无线充电服务的地面设施统称,包括停车位、地面设备和其他辅助设施(如容纳原边设备的设备井,地面限位装置,定位辅助设备等)。

3.1.10

充电站 charging station

专为电动汽车充电服务而建设的、能够同时为三台以上电动汽车提供充电服务并监控充电过程的场所。

3.1.11

功率传输控制器 power transfer controller; PTC

无线充电系统地面侧功率控制单元,实现直流到高频交流的逆变,输出满足无线充电系统工作频率的交流电驱动原边设备工作,并根据 CSU 的控制指令,完成无线充电过程的控制。

3.1.12

功率接收控制器 power pick-up controller; PPC

无线充电系统车辆侧功率控制单元,对副边输出的高频交流进行整流,输出满足电动汽车车载电池要求的直流电,并根据 BMS 的控制指令,完成无线充电过程的控制。

3.1.13

地面通信控制单元 communication service unit; CSU

无线充电系统地面侧通信控制器,与 IVU 通信,协助完成充电过程的控制。并与 WCCMS 通信,完成无线充电系统地面设备的控制管理功能。

3.1.14

车载通信控制单元 in-vehicle unit: IVU

无线充电系统车辆侧通信控制器,与 CSU 通信,协助完成充电过程的控制。并与 WCCMS 通信,完成无线充电系统车载设备的控制管理功能。

3.1.15

无线充电控制管理系统 wireless charging control and management system; WCCMS

负责无线充电系统的充电控制、运维监控管理、业务运营管理、系统管理等功能。

3.1.16

充电柜 charging cabinet

无线充电系统地面设施的物理实体,包含 PFC、PTC、CSU 等功能模块。

3.1.17

冷源柜 cooling cabinet

大功率无线充电系统地面设施的物理实体,用于充电过程中对原边设备进行液体循环冷却。

3.1.18

机械气隙 mechanical air gap

原边设备表面与副边设备表面最短的间距。

3.1.19

工作气隙 operational air gap

在双面磁场系统中,原边设备磁场表面与副边磁场表面之间的最短间距。

3.1.20

最优工作位置 optimum operating position

当系统效率最优时的原副边设备的相对位置。

3.1.21

待机状态 standby mode

电动汽车无线充电系统准备进行电能传输的状态。

3.1.22

激活状态 active mode

电动汽车无线充电系统在给电动汽车充电的状态。

3.1.23

参考点 reference point

为描述原边设备和副边设备的位置而引入三维坐标系,该坐标系的原点为参考点,见图 5 和图 6。

3.1.24

零点 zero point

安装原边设备的基准点,见图 6。

3.1.25

异物 foreign objects

位于原边设备和副边设备之间的任何物体。其既不是电动汽车的一部分,也不是无线充电系统的一部分。

3.1.26

臂展范围 arm's reach

从地面到人指尖的垂直距离,或是任意方向下此距离的三分之一,见图 11。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CSU	地面通信控制单元(Communication Service Unit)
EV	电动汽车(Electric Vehicle)
IVU	车载通信控制单元(In-Vehicle Unit)
PFC	功率因数校正(Power Factor Correction)
PPC	功率接收控制器(Power Pick-up Controller)
PTC	功率传输控制器(Power Transfer Controller)
RCBO	带过流保护的剩余电流动作保护器(Residual current Circuit Breaker with Overcurrent protection)
RCD	剩余电流动作保护器(Residual Current Device)
VIN	车辆识别码(Vehicle Identification Number)
WCCMS	无线充电控制管理系统(Wireless Charging Control and Management System)
WPT	无线电能传输 Wireless Power Transfer

4 概述

非车载供电设备的电压等级应符合 GB/T 156 规定的标准标称电压。其中,交流电频率 50 Hz,对于特殊用途的交流电可以使用其他频率。

车载设备需要与地面设备具有良好的耦合性,从而确保电动汽车无线充电系统的安全运行。这项基本原则的实现依赖于满足该标准中的相关要求并通过相关试验进行验证。

电动汽车无线充电系统的地面设备,其设计和结构需要保证在正常使用时性能稳定,并能最大程度的减小对电动汽车无线充电系统使用者以及周边环境带来的危害。

除非另外指明,否则本标准提及的试验都是型式试验。

除非另外声明,否则试验可以在不同的样品上进行,由制造商自行决定。

电动汽车无线充电车载设备生产商需要按照 GB 7251.1—2013 规定的接口特性进行说明。

5 电能传输要求

5.1 分类

5.1.1 磁极结构

MF-WPT 系统根据磁极结构分为如图 1 所示的类型。

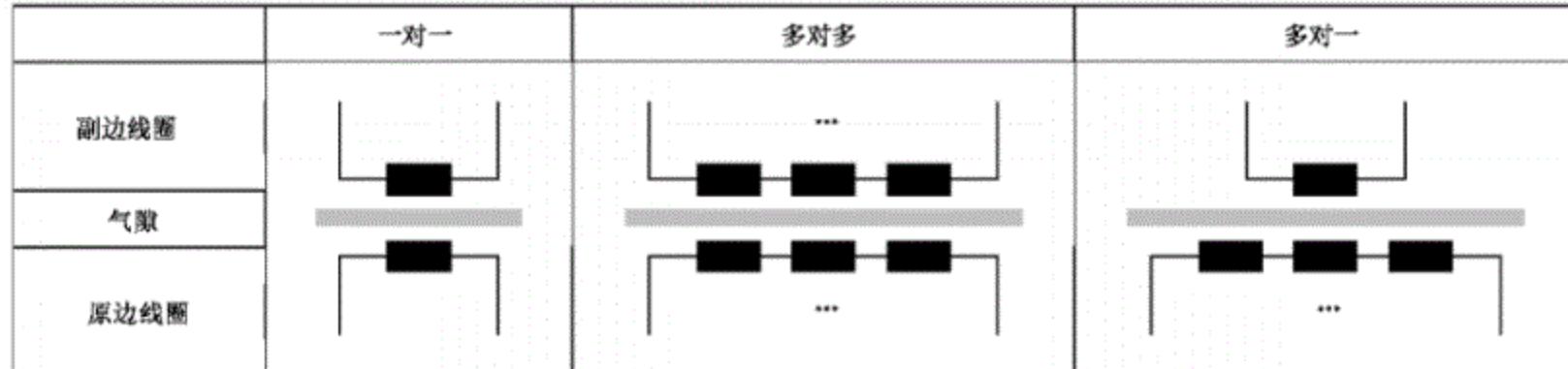


图 1 磁极结构

5.1.2 谐振电路拓扑

MF-WPT 谐振电路图例如图 2 所示,原边、副边均可采用这些谐振拓扑。

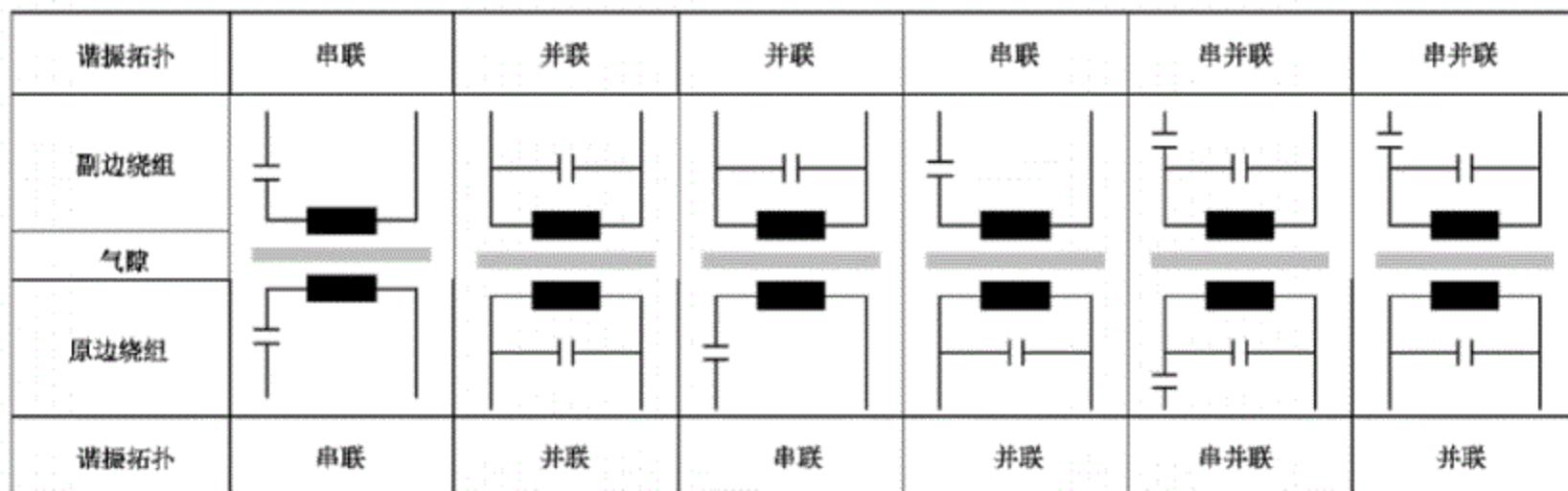


图 2 谐振电路拓扑结构

5.1.3 功率等级

根据 MF WPT 系统的输入功率等级, MF WPT 系统按表 1 进行分类。电网输入的功率不应该超过对应功率等级的功率限制。

表 1 MF-WPT 输入功率等级

等级	MF-WPT1	MF-WPT2	MF-WPT3	MF-WPT4	MF-WPT5	MF-WPT6
功率/kW	$P \leq 3.7$	$3.7 < P \leq 7.7$	$7.7 < P \leq 22$	$22 < P \leq 33$	$30 < P \leq 66$	$P > 66$

MF WPT 输入功率等级细分如下:

- a) MF-WPT1: 系统的额定输入功率小于 3.7 kW;
- b) MF-WPT2: 系统的额定输入功率介于 3.7 kW 至 7.7 kW 之间;
- c) MF-WPT3: 系统的额定输入功率介于 7.7 kW 至 22 kW 之间;
- d) MF-WPT4: 系统的额定输入功率介于 22 kW 至 33 kW 之间;
- e) MF-WPT5: 系统的额定输入功率介于 30 kW 至 66 kW 之间;
- f) MF-WPT6: 系统的额定输入功率大于 66 kW。

5.1.4 环境状况

感应式电动汽车无线充电系统的地面设备, 根据用途和环境状况可分为:

- a) 室内使用;
- b) 室外使用。

5.2 互操作性

5.2.1 概述

互操作性描述了地面设施和电动汽车之间, 允许通过磁场进行安全且高效的无线电能传输。仅当地面设备与电动汽车之间建立了正常的互操作性时, 无线充电系统地面设备才能向电动汽车进行无线电能传输。

地面设备和电动汽车满足以下条件时, 为可互操作的:

- a) 功率等级符合表 2 的要求;
- b) 相同的工作频率;
- c) 磁耦合方式相匹配;

- d) 电路拓扑结构相兼容;
- e) 调谐;
- f) 合理的系统效率;
- g) 并且符合:
 - (1) EMC 要求;
 - (2) 防护要求;
 - (3) 输电过程使用兼容的通信方式。

5.2.2 功率等级

相同功率等级和不同功率等级之间的互操作性要求见表 2。

表 2 功率等级的互操作性

		原边设备						
		MF WPT	1	2	3	4	5	6
副边设备	1	必需支持	建议支持 ^a	—	—	—	—	
	2	建议支持 ^a	必需支持	—	—	—	—	
	3	—	—	必需支持	—	—	—	
	4	—	—	—	必需支持	—	—	
	5	—	—	—	—	必需支持	—	
	6	—	—	—	—	—	必需支持	
	^a 建议设备商支持。							

5.2.3 标称频率

可互操作的地面设备和电动汽车应使用相同的标称频率。

5.2.4 磁耦合

根据不同的磁通形状,对 MF-WPT 系统进行分类。

磁通由线圈产生。原边线圈产生时变磁通,穿过副边线圈的绕组。从而,相互靠近的两个或多个线圈能够进行功率传输。

无线充电系统的原边线圈和副边线圈通过气隙相互作用。通常以气隙中间平面为界将气隙分为两个区域,原边线圈处于其中的一个区域,而副边线圈则处于另外一个区域。

应采用如图 3 所示的磁通形状的线圈类型。

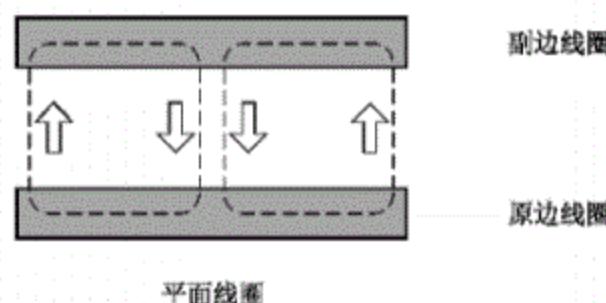


图 3 磁通形状示例

注：一种线圈有可能产生多种不同磁通形状。

要互操作工作，原边设备和副边设备在磁场特性上应匹配。

5.2.5 谐振电路

原边设备的谐振电路拓扑应与副边设备相匹配。

5.2.6 调谐(可选)

若有必要，工作频率应调谐。调谐的实质是防止系统出现超调。

原副边错位，气隙波动以及元件特性的散射可通过频率调整进行校正。

5.2.7 系统效率

互操作性需要系统效率满足：在标称工作点上，系统效率应不低于 88%。在垂直方向和水平方向所有允许偏移条件下，系统效率应不低于 85%。

5.3 系统总体要求

5.3.1 概述

磁场电能传输是将电能以交变磁场为媒介，从供电端传输到受电端的一种能量传输方式。图 4 给出了无线电能传输系统的示意图。

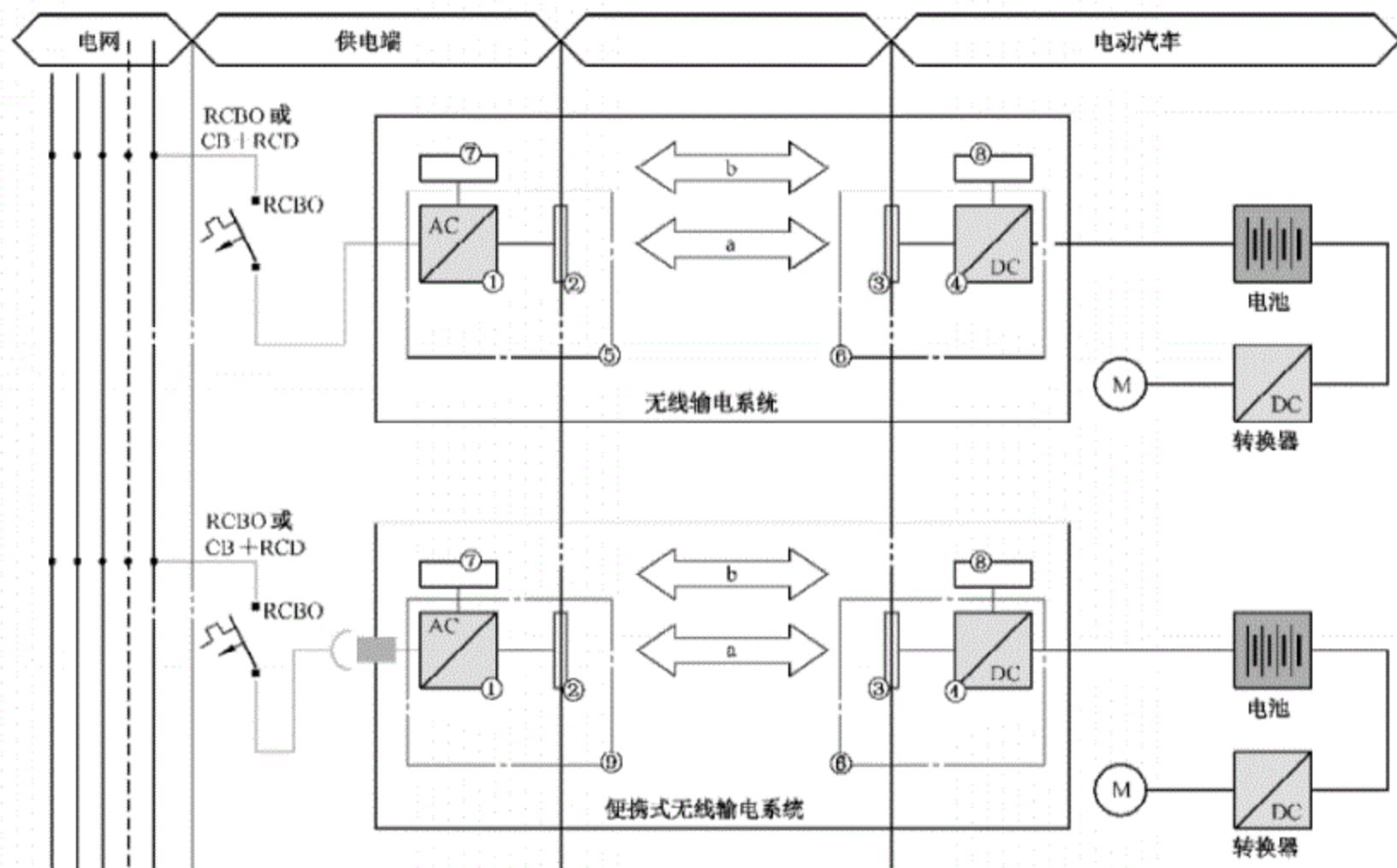


图 4 电动汽车无线电能传输系统(固定安装设备和便携式设备)

图 4 中各个序号代表的含义见表 3。

表 3 电动汽车无线充电系统各部分名称

序号	名称
①	非车载功率器件
②	原边设备
③	副边设备
④	车载功率器件
⑤	地面设备
⑥	车载设备
⑦	地面通信控制单元(CSU)
⑧	车载通信控制单元(IVU)
⑨	地面设备(便携式)
a	无线电能传输
b	通讯,符合第 6 章的要求

5.3.2 系统效率

系统效率是指电能传输从交流电源输入到电动汽车电池的效率。

5.3.3 测量原则

5.3.3.1 坐标系

描述原副边设备的三维坐标系如图 5 所示,X 轴为车头方向,Y 轴向左,Z 轴向上。

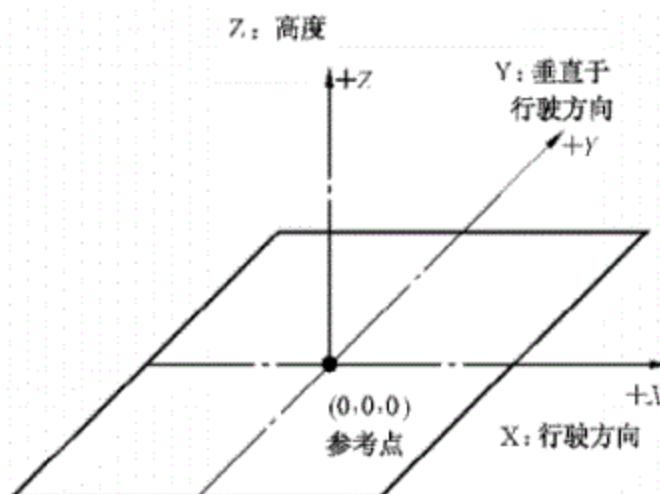


图 5 坐标系方向定义

5.3.3.2 停车方位

定义标称位置是为了统一测量方法、测量结果可对比以及兼容性测试。测量时考虑停车空间和车行方向。原边设备安装位置如图 6 所示,参数说明见表 4。

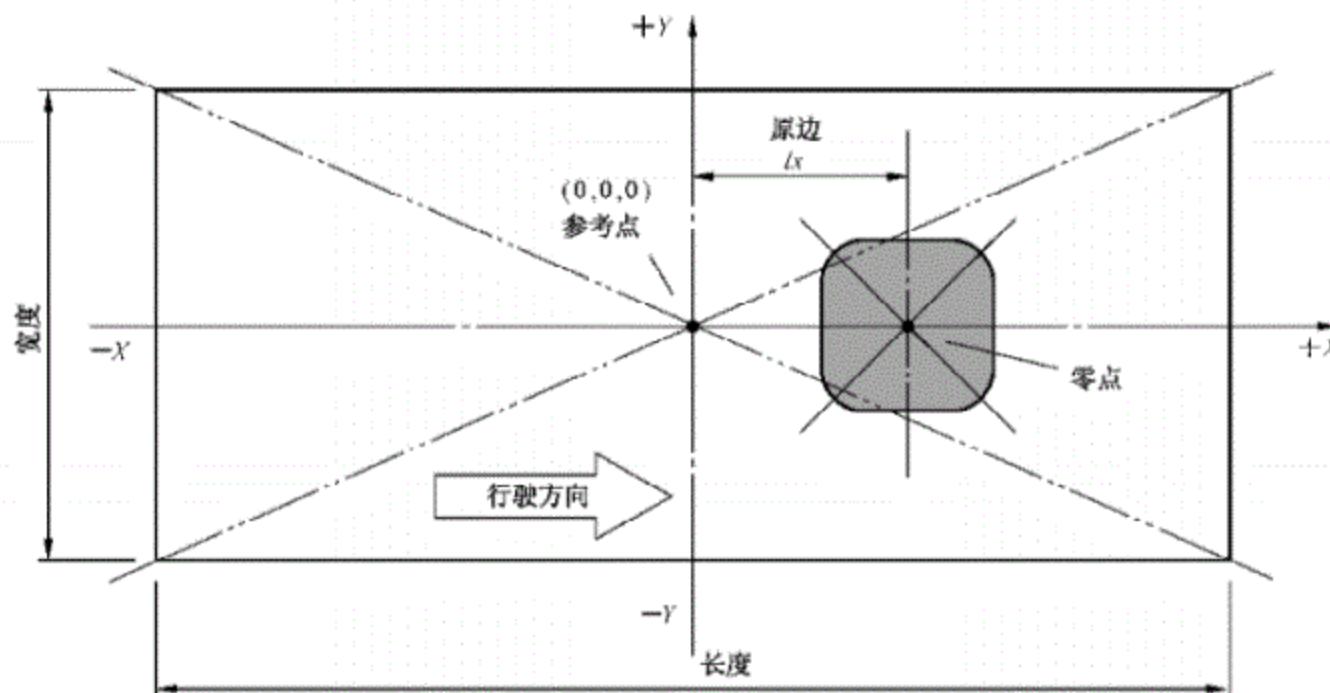


图 6 原边设备位置

表 4 原边设备位置

方向	距离/mm	坐标轴
在行驶方向	+xxx	X
在行驶方向的横向	+yyy	Y
在高度方向	-zzz	Z

电动汽车可能停放位置的例子如下：

- a) 停车位平行于行车方向；
- b) 前向停车，垂直于行驶方向；
- c) 后向停车，垂直于行驶方向；
- d) 与行驶方向构成对角。

5.3.3.3 偏移量

X、Y 方向上的偏移量是指副边中心点与零点之间的偏差，如图 7 所示，其参数说明见表 5。

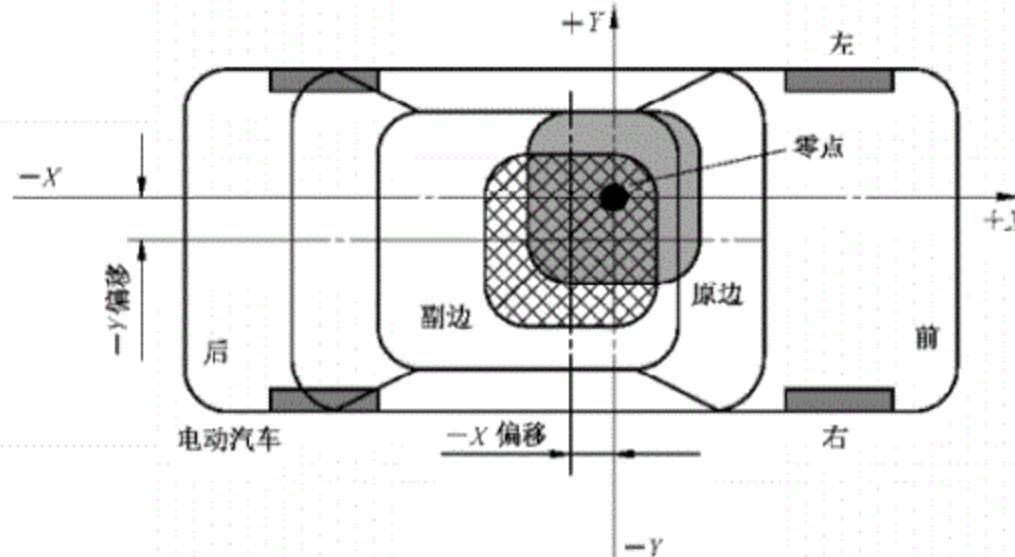


图 7 X 方向和 Y 方向的最大偏移

表 5 偏移

方向	偏移距离/mm	坐标轴
在行驶方向	xxx	X
在行驶方向的横向	±yyy	Y

5.3.3.4 原边设备尺寸测量

原边设备的尺寸测量定义见表 6。

表 6 原边设备

方向	距离/mm	坐标轴
在行驶方向	xxx	X
在行驶方向的横向	yyy	Y
高度方向	zzz	Z

5.3.3.5 原副边设备间距(机械气隙)

对于电动汽车无线充电系统的设计和电气测量,原、副边设备间距十分重要,见表 7。

表 7 机械气隙

方向	距离/mm	坐标轴
高度方向	zzz	Z

5.3.4 原边设备的安装

5.3.4.1 安装方式

原边设备的安装方式有:

- a) 地埋安装;
- b) 地上安装;
- c) 其他安装方式,如车顶处、车侧处等。

5.3.4.2 地埋安装

地埋安装如图 8 所示,原边设备完全埋藏于地下与地表同高,原边设备的表面存在于 Z 轴零坐标处。

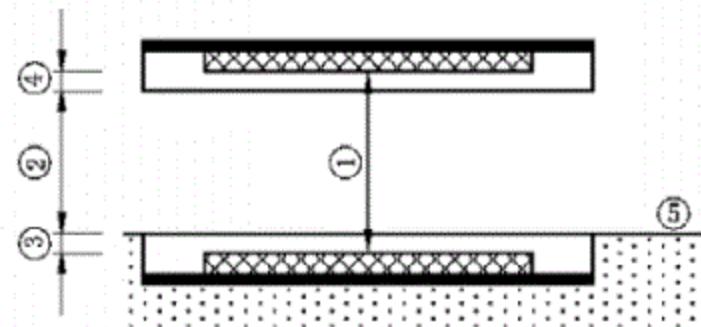


图 8 地埋安装

图 8 中各数字表示的含义见表 8。

表 8 地埋安装各部分名称

序号	名 称
①	工作气隙
②	机械气隙
③	原边设备封装和保护高度(含盖板)
④	副边设备封装和保护高度
⑤	路面

注：原边设备和副边设备之间的距离大于或等于副边设备到地面的间隙。

5.3.4.3 地上安装

地上安装如图 9 所示，原边设备以突出地面一定高度的方式安装。在路面之上的安装高度由相应的供应商的安装指南给定。

注：最大安装高度也应符合国家规范，如道路建设条例。

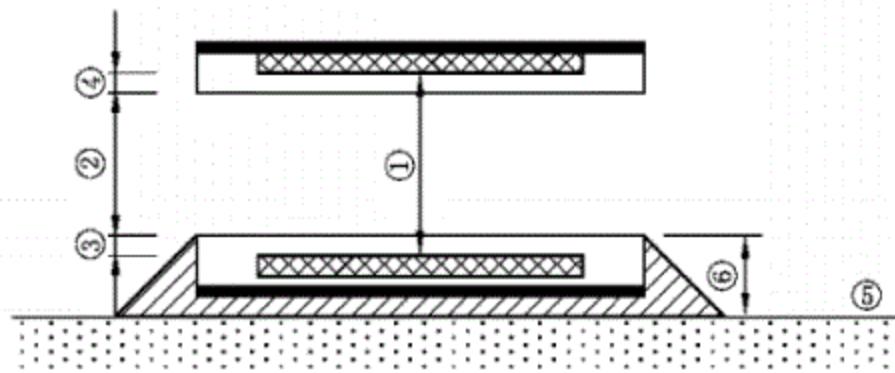


图 9 地上安装

图 9 中各数字表示的含义见表 9。

表 9 地上安装各部分名称

序号	名 称
①	工作气隙
②	机械气隙
③	原边设备盖板
④	副边设备盖板
⑤	路面
⑥	安装高度

5.3.5 磁场无线充电系统的功能

5.3.5.1 磁场无线充电系统功能

MF WPT 系统应具有下述功能，具体见第 6 章：

- a) 待机和唤醒功能；

- b) 兼容性检查功能;
- c) 初始对齐检查;
- d) 启动功率传输;
- e) 定时功率传输;
- f) 执行功率传输;
- g) 终止功率传输;
- h) 用户发起终止功率传输;
- i) 安全监测与诊断,包括:
 - (1) 功率传输情况的连续监测;
 - (2) 指令以及控制通讯的连续监测;
 - (3) 安全情况的连续监测。

5.3.5.2 功能详细介绍

5.3.5.2.1 待机和唤醒功能

一种典型情况是,车载设备发信号唤醒地面设备。

5.3.5.2.2 兼容性检查功能

根据初始化阶段交互的信息,检查原边设备和副边设备之间的兼容性。

- a) 表 2 中列出的功率等级;
- b) 工作频率;
- c) 磁耦合;
- d) 电路拓扑;
- e) 调谐。

5.3.5.2.3 初始对齐检查

MF-WPT 系统应确定原边设备和副边设备之间是否对齐。

5.3.5.2.4 启动功率传输

MF WPT 系统应能够根据电动汽车的请求进行从原边设备到副边设备的功率传输。

MF-WPT 系统应在指令和控制通讯正确建立并且原边设备和副边设备对齐之后,才进行功率传输。

5.3.5.2.5 执行功率传输

MF-WPT 系统应根据电动汽车的功率要求进行从原边设备至副边设备的功率传输。

MF-WPT 系统地面设备的传输功率不能超过最大传输功率限值。

电动汽车可以改变请求的传输功率。

5.3.5.2.6 终止功率传输

MF-WPT 系统应能够根据电动汽车的要求,停止从原边设备向副边设备的功率传输。

电动汽车能够要求停止功率传输。

5.3.5.2.7 用户发起的终止功率传输

MF-WPT 系统可以提供途径允许用户终止功率传输,比如通过按停止按钮。

5.3.5.2.8 安全监测与诊断

5.3.5.2.8.1 概述

MF-WPT 系统应具有安全监测与诊断功能,可使用但不限于以下安全措施:

- a) 功率传输监测;
- b) 热监测;
- c) 活体保护;
- d) 故障检测。

5.3.5.2.8.2 热监测

WPT 系统应符合 5.10.3 的规定;否则,应配备金属物体检测装置,一旦检测出金属物体,应停止功率传输。

5.3.5.2.8.3 活体保护

WPT 系统可以设计提供活体保护方案。也可以提供活体检测措施,一旦检测出活体,可以停止功率传输。

5.3.5.2.8.4 故障检测

当地面设备发生以下情况,地面设备应停止功率传输:

- a) 短路;
- b) 接地漏电;
- c) 过温;
- d) 绝缘失效;
- e) 过流;
- f) 超载。

当电动汽车发生以下情况,电动汽车应停止功率传输:

- a) 短路;
- b) 接地漏电;
- c) 过温;
- d) 绝缘失效;
- e) 过流;
- f) 超载。

5.3.5.2.8.5 功率传输监测

地面设备应提供方法以监测实际输出功率与预期输出功率的差异在一定范围内。如果超出了上述范围,应停止功率传输。

电动汽车应提供方法以监测实际输入功率与预期输入功率的差异在一定范围内。如果超出了上述范围,应停止功率传输。

5.3.5.2.9 区域通风要求的确定

若在功率传输过程中需要额外的风冷通风装置,功率传输时应自动打开风冷装置,否则不应进行功率传输。

5.3.5.3 功率传输状态

MF-WPT 系统地面设备和车载设备可通过指令和控制通讯交换各自的控制流程状态。

5.4 通讯

5.4.1 命令和控制通讯

电动汽车无线充电地面设施和车载设备之间的命令和控制通讯,需要交换信息来开启、控制和停止无线充电过程。该命令和控制通讯应符合第 6 章的要求。

5.4.2 高级通讯

高级通讯用来交换电动汽车无线充电地面设施和电动汽车的信息。高级通讯信息是指命令和控制通讯之外的,但在无线充电过程中必须交换的信息。

该高级通讯应符合第 6 章的要求。

5.5 电击防护

5.5.1 概述

危险带电部件不可靠近。

单一故障条件下应当实现电击保护措施。

对于固定安装的电动汽车供电设备,其要求见 GB/T 7251.7—2015。

对于可以同时使用的连接点,推荐每个连接点使用独立的保护手段(过流保护和故障电流保护),以保证电力更好的可用性。

5.5.2 直接接触防护

5.5.2.1 可接触危险部分的防护等级

外壳的 IP 等级至少为 IPXXC。

5.5.2.2 外壳的 IP 等级

非车载功率器件外壳的最小 IP 等级应满足:

- 室内使用:IP21;
- 室外使用:IP55。

车载功率器件外壳的最小 IP 等级应满足:

车内使用:IP55。

使用手册中应说明使用环境。

5.5.2.3 原边设备的 IP 等级

地埋安装和地面安装的原边设备 IP 等级应遵循:

- 最小的 IP 等级应该为:IP65;
- 在公共路段安装的最小 IP 等级:IP69K。

合规检查试验应符合 GB/T 4208。

5.5.2.4 副边设备的 IP 等级

车载副边设备 IP 等级应遵循:

最小 IP 等级:IP67。

5.5.3 能量存储—电容放电

插头从插座断开后 10 s, 导电部分之间或任何导电部分和保护导体之间的电压应该不大于 60 Vdc 或者残存的能量应小于 0.2 J。

这些要求也适用于 WPT 非车载系统的其他可插拔部分。

5.5.4 故障保护

故障保护模式按 GB/T 16895.21 进行。

5.5.5 保护导体尺寸

对于电动汽车无线充电系统非车载部分, 应有保护导体在主供电的接地端子和外接的裸露导电部分之间建立等电位连接。

该保护导体应满足 GB/T 16895.3 的要求。

5.5.6 补充措施

5.5.6.1 附加保护

为了避免在基本保护和/或故障保护失效或用户误操作的情况下引起触电, 需要附加保护。

除了使用电隔离保护措施的电路, 每个交流连接点应有自身的漏电保护器(RCD, 符合 GB/T 14048.3 或 GB/T 16917.1 或 GB/T 16916.1 或 GB/T 22794)。RCD 选用型号 A 型或者 B 型。在多相供电中, 如果可能的直流故障电流超过 6 mA, 相应的负载特性未知, 应有针对直流故障电流的保护措施, 如采用 B 型 RCD, 或采用 A 型 RCD 并结合检测直流故障电流的设备来确保 A 型 RCD 的功能正常。

RCD 应该与过流保护设备结合应用。

5.5.6.2 手动/自动复位

电路断路器, RCD 和其他提供人身保护防止击的设备不应自动复位。

5.5.7 远程通信网络

电动汽车无线充电系统应具有远程通信网络或者电信端口, 对其的测试应符合连接远程通信网络的要求, 见 GB 4943.1—2011 第 6 章, 且地面设施应具有数据外报的功能。

5.6 电动汽车无线充电系统的特殊要求

5.6.1 概述

在本章试验中, 电动汽车无线充电系统应运行在额定电压下, 输出最大输出功率和电流。如果设备设计成可在多个不同额定电压下运行, 试验时应运行在所支持的最大额定电压下。

除非另有说明, 第 10 章的试验在非运行状态下实施。

5.6.2 接触电流

该条款仅适用于通过线缆和插头连接的设备。

接触电流应在地面设施连接至交流电网的情况下, 按照 GB/T 12113 进行试验; 在测试 Db(湿热交变测试, 按 GB/T 2423.4 要求进行)后的 1 h 之内进行试验; 在测试 Ca(湿热稳态测试, 40 °C +2 °C 并且 93% 的相对湿度, 试验四天, 按 GB/T 2423.3 要求进行)后的 1 h 之内进行试验。

此试验时供电电压应为标称额定电压的 1.1 倍。

交流电极和可接触金属零件的接触电流应依照 GB 4943.1—2011 进行试验,其值应不超过表 10 给出的数值。

表 10 接触电流

接触金属零件位置说明	等级 I	等级 II
带电电极和可接触金属零件之间 任何(活动的)网络极和连接在一起的及外部绝缘的金属箔之间	3.5 mA	0.25 mA
带电电极和不可接触不带电金属零件之间 任何(活动的)网络极和通常为激活(双层绝缘) 的可接触金属零件(固定)之间	不适用	3.5 mA
不可接触和可接触的不带电金属零件之间 不可接触的及可接触的固定连接在一起的金属 零件和外部绝缘的金属箔(附加绝缘)之间	不适用	0.5 mA

在试验中,电动汽车无线充电系统应工作在额定电压下,输出最大输出功率和电流;设备由隔离变压器供电,或以与地隔离的方式安装。

注:通过固定电阻连接的电路,或者参考接地的电路,在试验前应断开。

5.6.3 绝缘电阻

应符合 8.2.2 的要求,并按 8.3.2 的要求进行试验。

5.6.4 绝缘强度特性

5.6.4.1 绝缘耐压强度

应符合 8.2.3 的要求,并按 8.3.3 的要求进行试验。

5.6.4.2 冲击耐压

应符合 8.2.4 的要求,并按 8.3.4 的要求进行试验。

5.6.5 过载保护和短路承受

5.6.5.1 一般要求

试验应按 GB/T 17627.1 的要求进行。

过流过压的保护措施应与 GB/T 16895.5、GB/T 16895.10 的要求相符。

充电站的过流或短路保护装置应配合交流供电网。

短路保护和承受能力应与 GB 7251.1—2013 的要求一致。

5.6.5.2 接地电极和连续性试验

按照 GB 7251.1—2013 的试验来检验是否合规。

5.6.5.3 接地路径试验

设备的接地路径(保护电路)应符合 GB 7251.1—2013 的试验要求。

5.6.5.4 短路耐受强度

短路耐受强度的要求应符合 GB 7251.1—2013。

注：GB 7251.1 规定了需要测试的电流要求和测试等级。

5.6.6 温升和防止过热

5.6.6.1 一般要求

温升和防止过热的要求是为了防止：

- WPT 系统可接触部件超过一定温度，对有意或无意的接触造成皮肤烧伤。具体见 5.6.6.2。
- WPT 系统的部件，零件，绝缘材料和塑料材料超过一定温度，在设备预期使用年限的正常使用中，就可能降低 WPT 系统的电气、机械或其他特性。具体见 5.6.6.3。
- 原边设备和副边设备之间的异物超过一定温度，成为具有接触危险的物体。具体见 5.6.6.4。

5.6.6.2 电动汽车无线充电系统可触及零部件的允许表面温度

伸手可及的设备零部件不应达到能导致人体烧伤的温度。图 10 给出了材料温度和接触时间的定性例子。

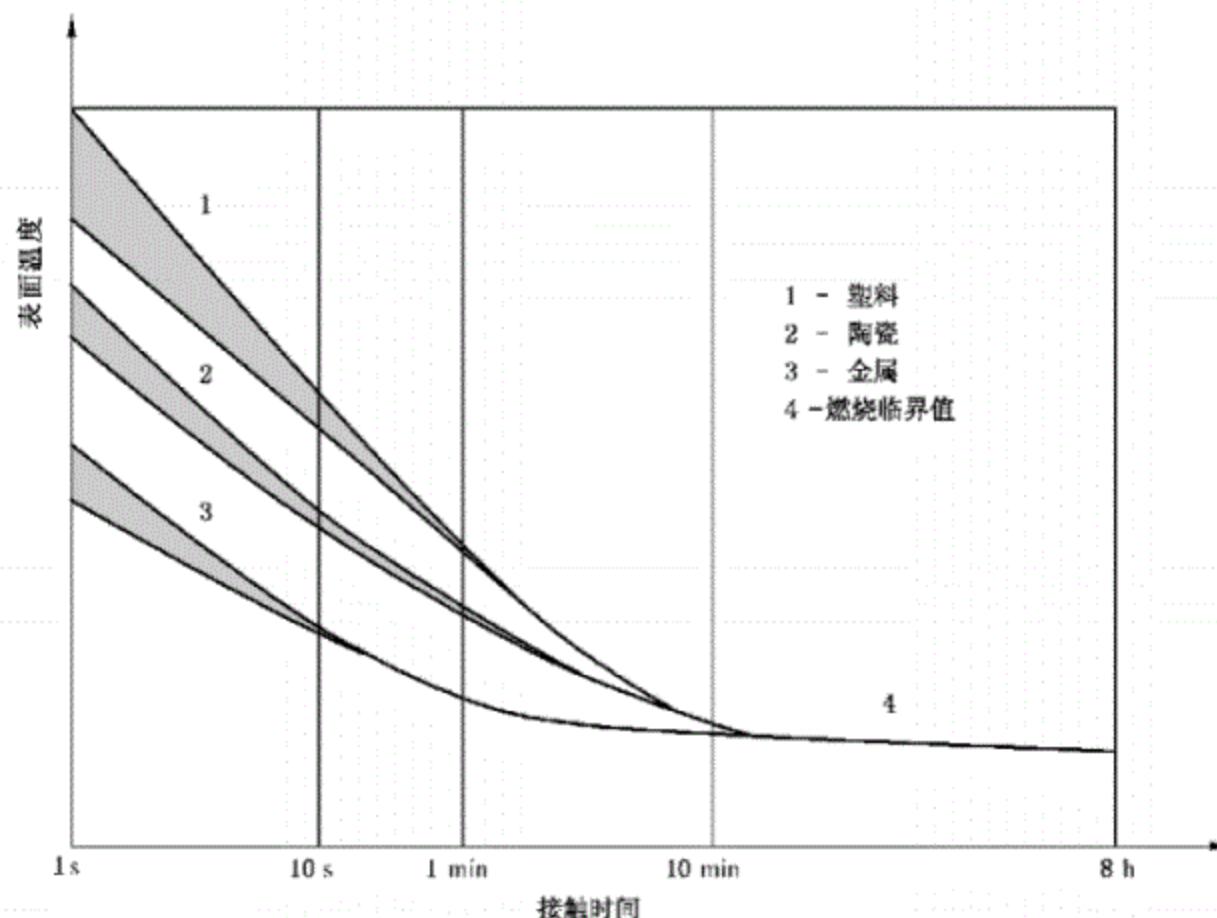


图 10 材料温度和接触时间的定性关系(资料性)

无烧伤的典型接触时间为 1 s。

在特殊情况(例如维修)下可能被人接触的表面，如果不符合相应的温度接触要求，应有清晰的警告标签标明。此外，相应的说明书应包括适当的警告。

5.6.6.3 材料的温度限制

WPT 系统零部件的温升，是指根据 GB 7251.1—2013 测得的该零部件的温度，与设备外的环境温度的温差。

温升应不对电流承载部件或相邻部件造成危害。特别是绝缘材料,原始制造商应遵守或参照绝缘温度指数或符合 GB/T 11021。

根据 GB 7251.1 对设备进行试验,来检验是否合规。

试验应持续到热稳定。

注: 达到热稳定是指,在时间间隔不少于 10 min 的三次连续温度读数,温度变化不大于 2 K。

当设备在额定环境温度(25 °C)运行时,试验中温度不应超过表 11 中显示的上限。试验时环境温度若不同于额定环境温度,当应用表 11 中的上限时,应考虑其偏差。

表 11 在正常使用中的温升

部件 ^a	环境温度 35 °C 时的温升(GB 7251.1)/K
绕组,如果绝缘系统(线轴,以及与绕组接触的其他绝缘材料)是:	—
A 类 ^b	65
E 类 ^b	80
B 类 ^b	85
F 类 ^b	105
H 类 ^b	130
其他类 ^c	—
外部导体端子和开关端子	35
内部和外部接线所使用的绝缘材料: ^d	—
橡胶	30
聚氯乙烯	35
恶化可能影响安全的部分 ^e	—
橡胶(除了电线的绝缘)	40
苯酚甲醛	70
尿素甲醛	50
浸渍纸和织物	50
浸渍木材	50
聚氯乙烯(除了电线的绝缘),聚苯乙烯和相同的热塑料性材料	30
漆布	40
支撑件	—
印刷电路板: ^f	—
用苯酚-甲醛,三聚氰胺-甲醛树脂,苯酚-糠醛或聚酯粘合	70
环氧树脂粘合	105

^a 如果采用其他材料,不能在超过这些材料的允许温度下使用。

^b 分类与 GB/T 11021—2014 和 GB/T 11026 一致;不过数值已经做了调整,原因是考虑到这些试验中,温度是均值而不是热点的值。

^c 如果使用的绝缘材料不是 GB/T 11021—2014 和 GB/T 11026 所涵盖的,绝缘系统应能通过 14.3 的测试。

^d 如果组件是设备外表面的一部分,该组件的温度不得超过对该设备外表面所要求的温度。

^e GB/T 5013 和 GB/T 5023 分别规范了橡胶和聚氯乙烯的绝缘等级。

5.6.6.4 异物燃烧防护

由于电动汽车无线充电系统运行而引发的异物发热可能对人带来危险,其危害与电动汽车无线充电系统所采用的技术相关。本节内容是对静态电动汽车无线充电系统的需求。

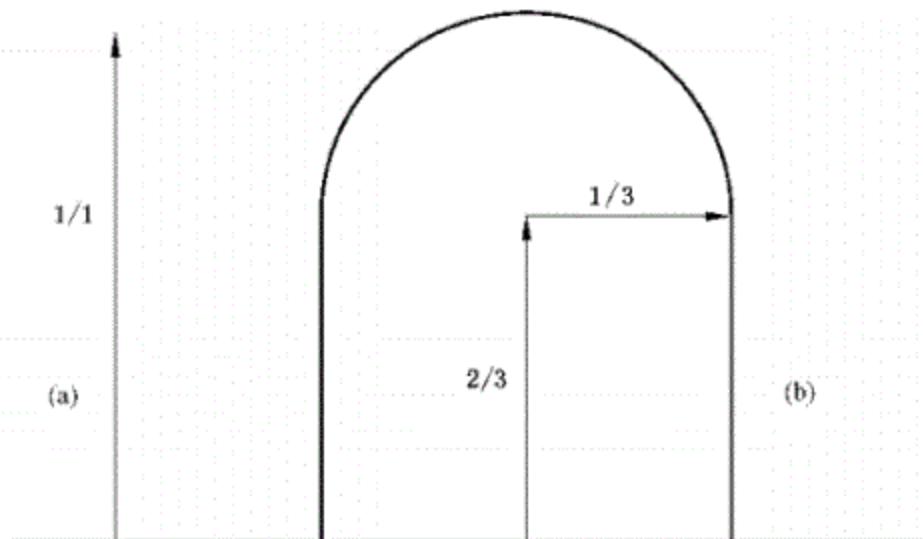
对于不同的无线电能传输技术,应定义一组日常生活中可能暴露在该能量下的试验对象。对于所定义的试验对象,在可触及的情况下,其温度不能超过 GB/T 16895.2 所规范的最大温度上限,如下:

- a) 金属部件的裸露金属表面:80 °C;
- b) 非金属部件表面:90 °C。

这些数值均为是默认值,并且是基于被加热物体的热容量假设。具体的试验对象类型可能界定不同的温度上限,取决于特定的技术和试验对象的定义(例如:热容量小的物体,如有金属箔涂层的纸)。

为了减轻任何人试图触摸异物而被灼伤的危险,这些限制是绝对的、无条件的。臂展范围见图 11 和表 12。

针对上述要求,可采用任何方法,只要确保试验对象不超过上述限制的温度。这些方法包括,但不限于,保证功率密度足够低以不导致试验对象过温,或暂停系统运行直到异物被移除。



(a) 表示一个完全舒展开的距离;(b) 表示一个人去够东西的距离

图 11 臂展范围

表 12 臂展范围测量值

年龄	从地面开始测量的垂直方向臂展范围[见图 11(a)]/m
低于 2 岁	1.00
2 岁到 6 岁	1.50
6 岁到 14 岁	1.80
成年人	2.30

5.6.7 机械事故的防护

安装 WPT 系统时,不得有任何锐利的边缘。

5.6.8 保护区域

定义如下 4 个保护区域,参考图 12:

- a) 保护区域 1:电动汽车无线充电操作运行区域,保证无线电能传输的正常工作,同时并不暴露给使用者。保护区域 1 为原边设备和副边设备的外形轮廓所构成的空间。

- b) 保护区域 2: 过渡区域。保护区域 2 为介于保护区域 1 和保护区域 3 之间的区域。
- c) 保护区域 3: 电动汽车的周围区域, 即汽车停靠位置的前后左右。
- d) 保护区域 4: 电动汽车的内部(车舱)。

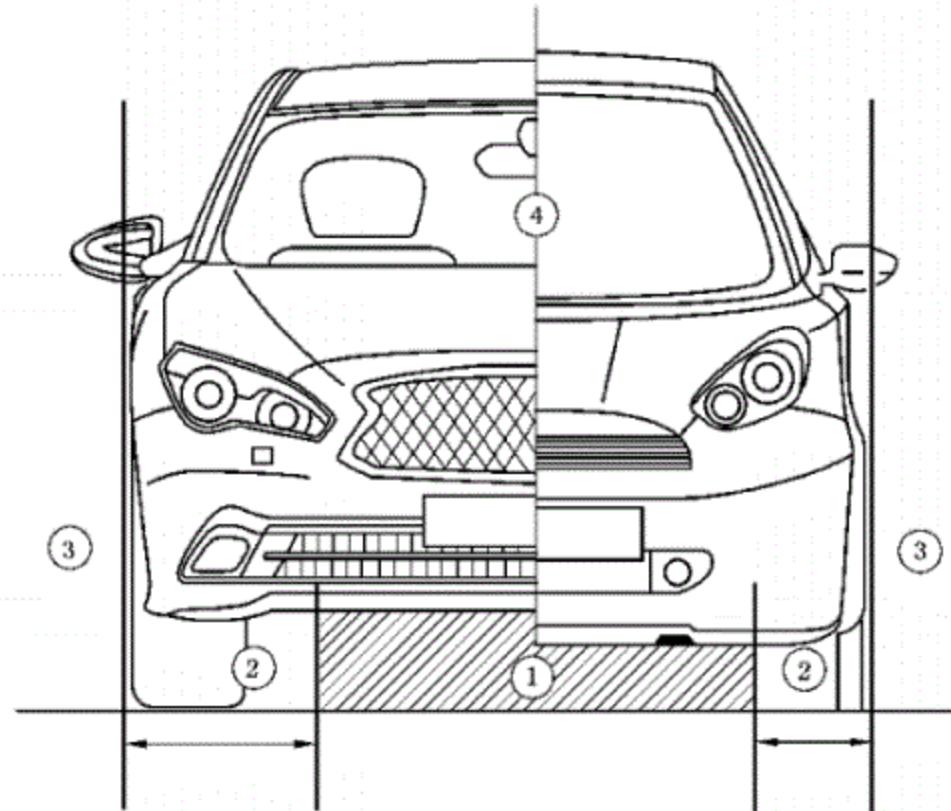


图 12 保护区域示例

5.6.9 电磁场防护

系统应进行 EMF 人体安全试验。

系统可进行 EMF 辐射试验, 其辐射值低于 ICNIRP 2010 参照水平, 或者符合 ICNIRP 2010 基本限制。

5.7 电力电缆组件要求

对于便携式电动汽车无线充电系统, 除了电缆组件, 不应使用电缆加长组件连接原边设备和供电设备。

5.8 结构要求

5.8.1 一般要求

WPT 除原边设备之外的地面设备, 如果不安装在同一箱体内, 应符合 GB 7251.1 的相关要求。

5.8.2 开关设备的分断能力

5.8.2.1 开关和隔离开关

开关及隔离开关应符合 GB/T 14048.3 的要求, 并且:

- a) 在交流应用时应有一个额定电流, 在至少 AC 22A 使用类别的情况下, 不小于该额定电流;
- b) 在直流应用时应有一个额定电流, 在至少 DC-21A 使用类别的情况下, 不小于该额定电流。

通过检查、测量和实验来检验是否合规。

5.8.2.2 电流接触器

接触器应符合 GB/T 14048.4 的要求，并且：

- 在交流应用时应有一个额定电流，在至少 AC-2 使用类别的情况下，不小于该额定电流；
 - 在直流应用时应有一个额定电流，在至少 DC-3 使用类别的情况下，不小于该额定电流。
- 通过检查、测量和实验来检验是否合格。

5.8.2.3 断路器

断路器应符合 GB 10963.1。

通过检查、测量和实验来检验是否合格。电气特性应该至多 C 级。

5.8.2.4 继电器

继电器用于开关主电流通路，应符合 GB 10963.1，并且：

- 在交流应用时的额定电流不小于制造商声称的额定电流。
- 在直流应用时的额定电流不小于制造商声称的额定电流。

5.8.3 电气间隙和爬电距离

应符合 GB/T 7251.7 的要求。

仅供室内使用的设备，运行环境应设计为：最小污染等级为 2、过电压类别 II。

室外使用的设备，运行环境下应设计为：最小污染等级为 3、过电压类别 III。

如果器件采用了符合 GB/T 16935.1 的降低过电压方案，则可以适当降低过电压类别要求。

如果外壳的保护等级至少为 IP5X，并且注意避免冷凝，则微环境的污染等级要求可以降低到污染等级 2。

设备的测试评估应在封装后进行。

电气间隙和爬电距离应符合 8.2.8 的要求。

5.9 材料和部件的强度

5.9.1 车辆碾压试验

根据 GB/T 20234.1 进行车辆碾压试验。

下述的试验方法适用于功率等级 MF WPT1 和 MF WPT2。其他功率等级的试验方法待定。

带供电电缆的原边设备应按照制造商预定的方式安装在平坦的混凝土底板上。

碾压力为一只轮胎载荷(5 000±250)N，采用普通汽车轮胎，P225/75R15 或其他类似轮胎，安装在钢轮毂上，胎压(220±10)kPa。车轮以(8±2)km/h 的速度滚过车辆连接器或者插头。

碾压力应至少施加三次，从设备的一侧开始碾压，通过中间部分，直至设备的另一侧，这样，设备的整个表面都受到碾压试验，同时 X 方向和 Y 方向都要进行试验。下一步，碾压方向调转 45°，进行同样的试验。第三步，再调转 45° 角，进行同样的试验。

电缆试验时，电缆要平直，施加碾压力在电缆上。如果电缆安装在管道内或者类似情况，电缆的碾压试验不适用。

不应有严重的破裂、折损或者变形，以至于：

- 带电部件被符合 GB/T 4208 的 IPXXC 测试探头接触到；
- 机壳的完整性被破坏，以至于不能给设备的内部部件提供有效的机械保护或环境保护；
- 干扰设备正常工作，或破坏设备功能；

- d) 设备或其电缆夹不能为供电电缆提供合适的拉力；
- e) 带电部件和可接触到的不带电/接地的金属间的爬电距离和间隙，低于 GB/T 7251.7 中的规定值；
- f) 其他可能会导致火灾或者触电风险的损害。

5.9.2 检验标准

具体要求见 8.4.4.2。

5.10 服务和试验条件

5.10.1 一般要求

在本章要求的试验中，电动汽车无线充电系统运行在标称电压、最大输出功率和电流情况下。安全特性不允许降低。如果某种情况下，会发生明显的性能下降，制造商应就此情况给予说明。

电动汽车无线充电系统的供电设备设计为在正常工作条件下使用，并符合 5.10.2.1~5.10.2.4 和 5.10.2.6 的要求。除非用户和制造商之间达成的协议中约定了其他特殊工作条件。

注 1：如果组件（例如继电器、电子设备）不适用于这些工作条件，则应采取适当的手段来确保其可正常工作。

注 2：特殊安装环境需要对性能进行确认，这需要用户和制造商之间用协议约定。

5.10.2 环境试验

5.10.2.1 环境温度

设备应在规定的环境温度、最高温、最低温条件下试验，制造商要保证在这些条件下功率处于由制造商所承诺的功率水平。设备应通过高低温条件下的功能试验，包括符合 GB/T 2423.1 要求的最低温试验（测试 Ab）和符合 GB/T 2423.2 要求的最高温试验（测试 Bb）。

设备要通过在各温度下的启动和停止周期试验。

具体温度要求如下：

- a) 对于室内安装的环境温度要求：

环境温度上限 40 °C，且 24 h 平均温度不超过 35 °C。

环境温度下限是 -5 °C。

- b) 对于室外安装的环境温度要求：

环境温度上限 50 °C，且 24 h 平均温度不超过 35 °C。

环境温度下限是 -20 °C。

5.10.2.2 环境湿度

电动汽车无线充电系统应设计运行在 5% 和 95% 之间的相对湿度之间。

应选择如下两个试验之一进行试验：

- a) 室内安装的湿度条件：

最高温 40 °C 时空气相对湿度不超过 50%。低温时可能允许更高的相对湿度，如 20 °C 时 90%。应留意可能会由于温度的变化发生的中度冷凝。

合格检验应通过下面的试验条件：

- 1) 6 个周期为 24 h 的湿热循环试验：符合 GB/T 2423.4，温度在 (40±3) °C、相对湿度为 95%（测试 Db）；

- 2) 2 个周期为 24 h 的盐雾试验：符合 GB/T 2423.17，温度为 (35±2) °C（测试 Ka：盐雾）。

- b) 室外安装的湿度条件：

最高温度为25℃时的最高相对湿度可暂时达到100%。

合格检验应通过下面的试验条件：

- 1) 5个周期为24 h的湿热循环试验：符合GB/T 2423.4，温度在(40±3)℃、相对湿度为95%（测试Db）；
- 2) 7个周期为24 h的盐雾试验：符合GB/T 2423.17，温度为(35±2)℃（测试Ka：盐雾）。

5.10.2.3 环境大气压

无线充电系统应设计运行在86 kPa~106 kPa之间的大气压下。

5.10.2.4 污染等级

污染等级是指设备所处的环境条件。见IP等级要求5.5.2.3和5.5.2.4。

5.10.2.5 干热

按GB 7251.1—2013要求进行干热试验。

通过符合GB 7251.1—2013中10.2.3.1的实验来检验是否合格。

注：干热实验可结合外壳的热稳定性实验。

5.10.2.6 低温试验

低温试验应遵循GB/T 2423.1中试验Ab：

- a) 室外使用设备，-25℃±3℃运行16 h；
- b) 室内使用设备，-5℃±3℃运行16 h。

5.10.2.7 高温试验

高温试验应遵循GB/T 2423.2中试验Bc：

- a) 室外使用设备，50℃±3℃运行16 h；
- b) 室内使用设备，40℃±3℃运行16 h。

5.10.2.8 交变湿热试验

交变湿热试验应遵循GB/T 2423.4中试验Db交变温热(12 h+12 h循环)：

- a) 室外使用设备，50℃±3℃，循环2次；
- b) 室内使用设备，40℃±3℃，循环2次。

在湿热试验结束前2 h进行绝缘电阻和介电强度复试，绝缘电阻应不小于1 MΩ，介电强度按要求的75%施加测量电压。试验结束后，在环境箱内恢复至正常大气条件，通电后检查充电桩各项功能正常。

5.10.2.9 IP防护等级试验

5.10.2.9.1 防止固体异物进入试验

按照GB/T 4208的方法进行防止固体异物进入充电桩壳体试验。

室外使用的充电桩满足IP5X要求，将充电桩放入密闭试验箱内进行试验，密闭试验箱内的粉末循环泵使滑石粉悬浮，滑石粉用金属方孔孔筛滤过，砂尘用量按试验箱容积计算2 kg/m³，试验持续8 h，试验后，观察滑石粉沉积量及沉积地点，应不足以影响充电桩的正常操作或安全，并且通电后充电桩运行正常。

室内使用的充电机应满足 IP2X 要求, 使用直径 12.5 mm 的球形物体试具进行试验, 要求不得完全进入壳内。

5.10.2.9.2 防止水进入试验

按照 GB/T 4208 中规定的试验方法进行防水试验。

试验后, 检查充电机壳内无明显积水, 或有进水, 但不应影响充电机的正常操作或破坏安全性, 且通电后充电机运行正常。

室内使用的充电机不需要进行防止水进入试验。

5.10.2.9.3 振动

固定安装的供电设备不进行振动试验。车载设备须进行振动试验和冲击试验。

5.10.2.9.4 振动试验要求

车载充电机处于非工作状态, 使其承受上下、左右、前后三个方向的随机振动试验, 每一方向试验 21 h, 振动试验条件按照表 13 要求进行。

表 13 扫频振动试验条件

频率 Hz	振幅 mm	加速度 m/s ²	扫频速率 oct/min	每一方向试验时间 h
10~25	1.2	—	1	8
25~500	—	30	—	—

注 1: 表中的振幅和加速度适用于“Z”和“Y”方向, 对于“X”和“Y”方向其振幅和加速度值可以除以 2。

注 2: 振动试验时的“Z”方向规定为: 与汽车的垂直方向平行的方向。

5.10.2.9.5 冲击试验要求

车载充电机处于不工作状态, 承受峰值加速度为 50 m/s²、标称脉冲持续时间为 6 ms 的半正弦脉冲冲击。

5.10.2.9.6 防腐蚀保护

具体要求见 8.4.4.1。

5.10.3 特殊使用条件

在任何特殊使用条件下, 应满足制造商和用户之间达成的特殊协议中提出的特殊要求。如出现此类异常工作条件, 用户应将情况告知设备制造商。

特殊使用条件包括:

- a) 不同于本标准中给出的温度值、相对湿度和/或海拔;
- b) 温度和/或空气的压力变化速度快而使设备内部发生例外的冷凝现象;
- c) 粉尘、烟雾、腐蚀性或放射性粒子, 蒸汽或盐等引发的严重污染;
- d) 暴露在强电场或强磁场中;
- e) 暴露于极端的气候条件下;
- f) 被霉菌或小动物攻击;

- g) 安装在存在火或爆炸危险的地点;
- h) 受到严重振动、冲击、地震灾害;
- i) 内置或墙内安装设备因不当安装而影响其电流承载能力或断路能力;
- j) 受到传导干扰和辐射干扰,以及除本标准所描述之外的电磁干扰;
- k) 过电压或电压波动;
- l) 供电电压或负载电流中过多的谐波。

5.10.4 运输、储存和安装条件

如果运输、存储和安装条件(例如温度和湿度)不同于 5.10.2 中定义的,用户和制造商应达成特殊协议。

5.10.5 室外曝露试验

5.10.5.1 极端寒冷气候的低温试验

当设备运行的环境比 5.10.2 中规定的温度低时,根据需要,针对极端寒冷气候的低温试验应该按照 GB/T 2423.1 进行(测试 Ab),以制造商定义的额定最低温运行 16 h。

5.10.5.2 太阳辐射下的热试验

该试验应符合 GB/T 2423.24 中试验 Sa,过程 B 的要求。

在太阳辐射下的热试验可以根据 5.10.2 的要求在更高的温度下进行。

5.10.6 海洋和沿海环境的潮湿、盐雾试验

海洋和沿海环境的潮湿、盐雾试验根据 8.4.4.1 防腐蚀保护试验的要求进行。

5.10.7 组件内的冷凝

用于室外和室内安装的封闭的设备和组件,若用在高湿度和温度变化范围大的环境下,应采取措施防止设备内产生有害的冷凝现象。可以使用如通风和/或内部加热、排水孔等措施。

需同时保证 5.5.2.3 和 5.5.2.4 中要求的保护等级。

5.10.8 允许的表面温度

用户可以接触到的电动汽车无线充电系统设备部分的最高温度不得超过表 14 中规定的值。对于室内试验,试验结果应校正到环境温度为 20 ℃~25 ℃。对于室外安装设备或电动车载设备,试验结果应校正到环境温度为 40 ℃。如下情况可视为可接受:设备表面被偶然接触,若采用适当的警告标签进行清楚地标示且设备指导书中有适当的警告。

表 14 最高表面温度

位置	金属表面/℃	非金属表面/℃
提拿、携带或持握的把手或旋钮	55	65
接触但非提拿、携带或持握的把手或旋钮; 接触表面和用户维护时需要触及的表面	70	80
偶尔接触的表面	80	90

5.10.9 温升和燃烧试验

5.10.9.1 试验平台设置

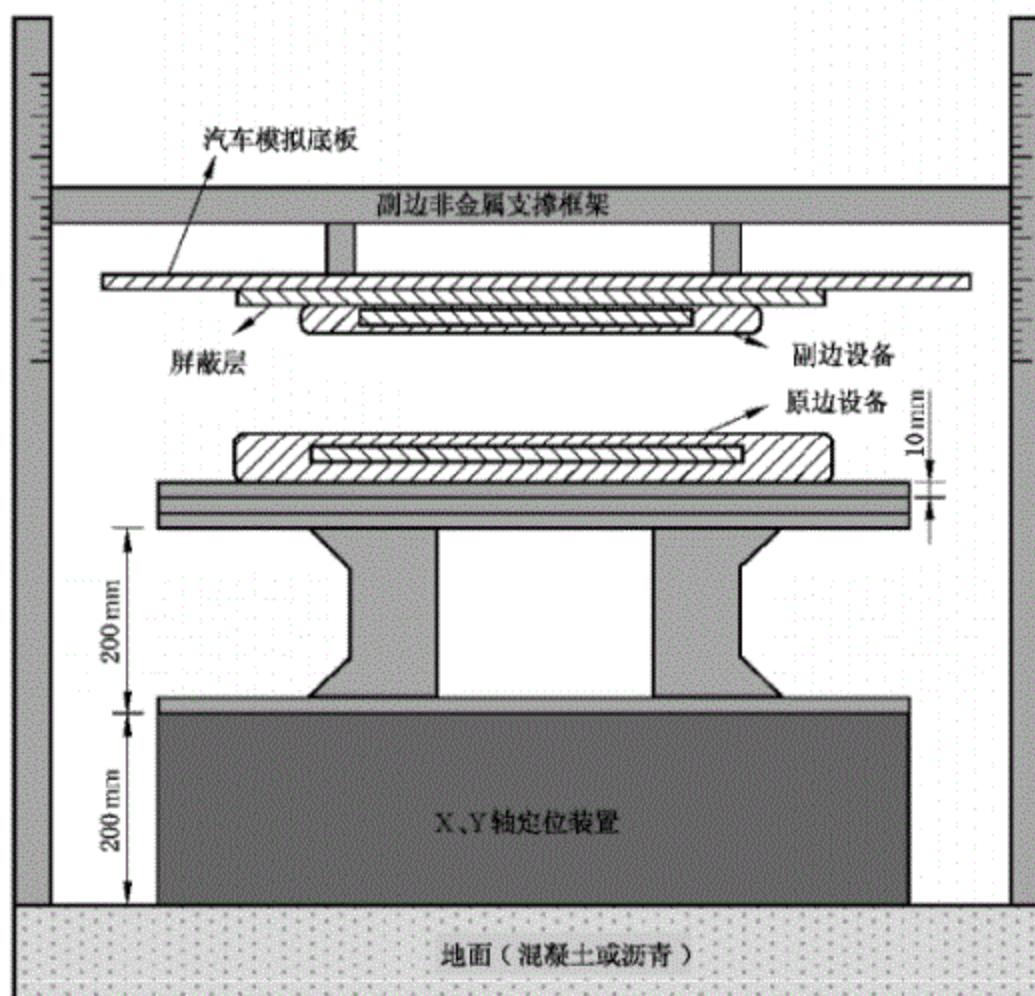
试验平台可容纳：

- 原边设备；
- 副边设备。

它们相对于原点的位置可在本标准规定的范围内改变。

测试性能时，需要连接合适的逆变器或者车载电子设备。功率测量通过模拟负载完成。

试验平台如图 13 所示。



注：副边设备、屏蔽层、汽车模拟底板之间应紧密贴合。

图 13 试验平台示意图

试验平台中，车载设备应使用非导电结构(如玻璃钢或塑料)来支撑，且放置在地面设备上方。在试验时，车载设备在 X、Y 轴平面上的位置是固定的。

地面设备通过一个 200 mm 厚的绝缘支架支撑在定位调节装置上方，该定位装置在 X、Y 轴平面上将地面设备精确地定位在车载设备的下方。如果定位调节装置由导电材料构成，则需增加 200 mm 厚的支撑垫。绝缘支架应可使地面设备在磁场中心处围绕 Z 轴旋转，且在测试中不需要重新调整 X 和 Y 位置。在 200 mm 厚的绝缘支架上，可通过多个 10 mm 垫片组合来改变原、副边设备之间的间隙。另外，也可通过调节副边设备支撑架的高度来调节工作间隙值，使用该类方法时，需通过测量支撑结构的高度位置或直接测量工作间隙进行验证。

试验平台中，使用尺寸 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ (默认尺寸)钢板作为汽车模拟底板，钢板材料为高强度低合金 16Mn 或等效钢材，其厚度为 $0.7\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ 。该车辆模拟底板应使用一块尺寸为 $1.1\text{ m} \times 1.1\text{ m}$ (或按照制造商的设计的更小尺寸)、厚度为 $0.7\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ 的铝板(6061 或同等铝合金)来进行屏蔽，该铝板放置在车辆模拟底板的下方。如果制造商要使用另一种铝屏蔽，则该尺寸应小于默认尺寸，但在一次

试验中只能使用一种屏蔽。

5.10.9.2 异物温升的测试体

5.10.9.2.1 概述

测试体用于测量处于工作区域(保护区域 1)内的异物,其温度符合相关的温度限制。

温度在稳态下测量得到。

5.10.9.2.2 测试体 1

表 15 描述了测试体 1 的特性,用于测量处于工作区域(保护区域 1)内异物的温升。

表 15 测试体 1

材料	磁性钢 S 235 JR
大小	100 mm × 70 mm × 10 mm

5.10.9.2.3 测试体 2

1 元硬币,也作为一个测试体见表 16。

表 16 测试体 2

材料	94.35%的铁,5.65%的铜
大小	d 直径 25(mm),厚度 1.85 (mm)

5.10.9.3 火灾风险评估的测试体

5.10.9.3.1 概述

表 17 描述的测试体,用于检验处于工作区域(区域 1)内异物燃烧的抗燃烧要求。

测试体按以下方面定义:

- a) 大小;
- b) 材料层厚度;
- c) 材料成分。

表 17 燃烧测试体

材料	铝包膜材料(如,纸)
大小	200 mm × 200 mm

5.10.9.3.2 测试体

材料的厚度在 DIN ISO 534 中给出。

5.10.9.4 试验流程

5.10.9.4.1 概述

原边设备的位置应考虑制造商提供的安装高度。副边设备的初始位置是标称位置。其他位置见

表 18 和图 14。

根据试验步骤,副边设备的位置根据图进行设置,为相对于原点的坐标位置。

表 18 气隙和偏移设置

位置	方向	高度	位置序号
标称	标称	标称	1
偏移	0	最小	2
偏移	0	最大	3
偏移	X 轴	标称	4
偏移	Y 轴	标称	5
偏移	X 轴+Y 轴	标称	6
偏移	X 轴-Y 轴	最小	7
偏移	X 轴-Y 轴	最大	8

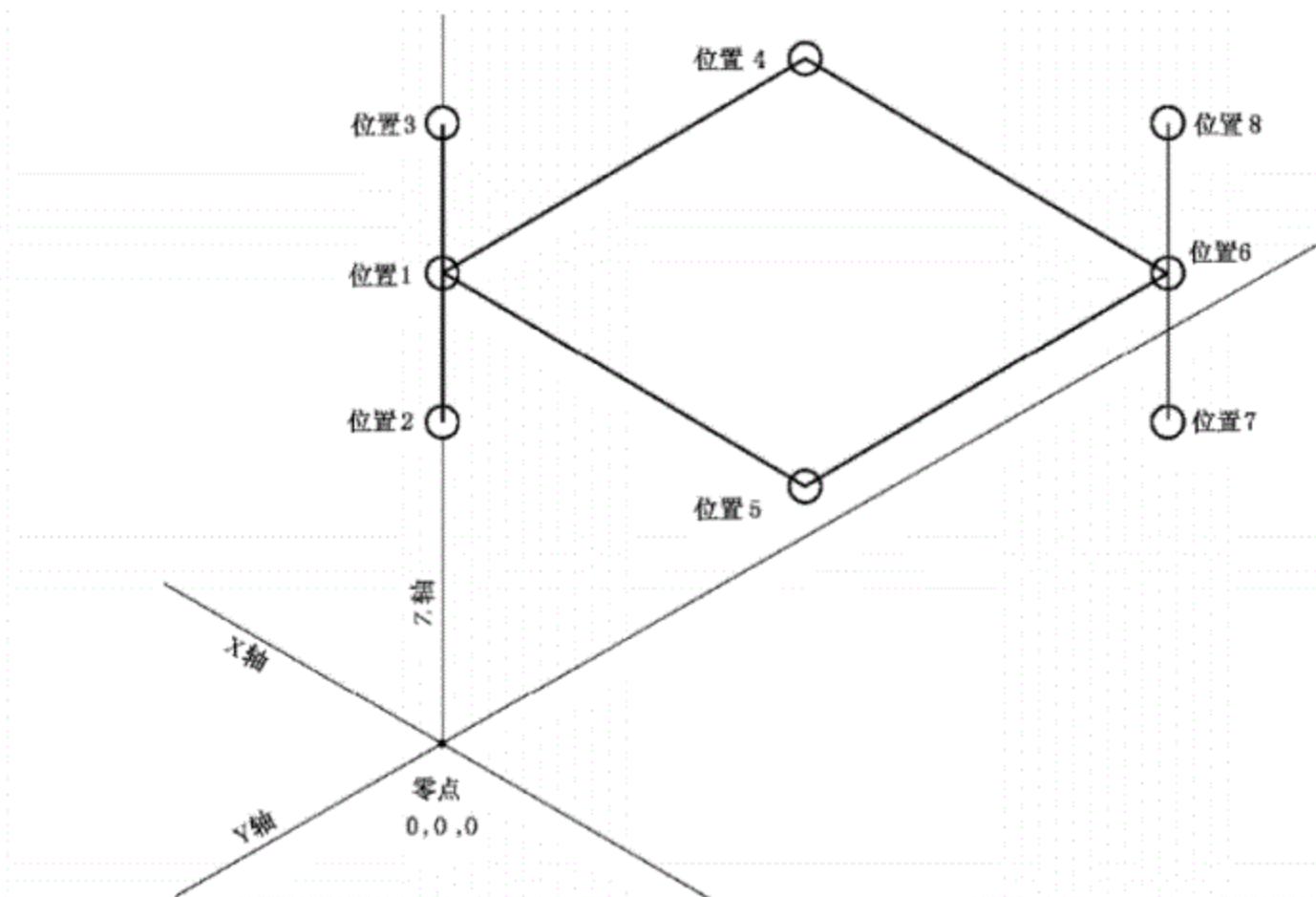


图 14 副边设备的试验位置

5.10.9.4.2 温升试验

测试体位于工作区域内,原边设备和副边设备处于标称位置。达到热平衡后,通过测量探头来测量温升。

试验参数见表 19。

表 19 温升和燃烧试验参数

试验参数	参数值	备注
副边设备的位置	位置 2	副边设备在 0,0,0 平面之上
副边设备的位置	位置 3	副边设备在 0,0,0 平面之上
功率	P_{\max} (副边输出)	由制造商提供
环境温度	T_{amb}	25 °C

5.10.9.4.3 燃烧试验

测试体位于工作范围内,原边设备和副边设备处于标称位置。根据制造商提供的最大输出功率进行试验。

试验参数见表 19。

5.11 电磁兼容性

5.11.1 概述

电动汽车无线充电系统依据标准进行试验,不应导致危险或不安全,其合格判据说明如下。

性能判据 A

产品在试验中和试验后都按预期正常工作,没有性能降低和功能丧失(能达到制造商制定的最小性能要求或依据产品相关文件可以合理推定的性能要求)。

性能判据 B

产品在试验后按预期正常工作,试验中可以有性能降低或功能丧失,试验结束后自行恢复,且试验前的工作状态或存储的数据不被改变(能达到制造商制定的最小性能要求或依据产品相关文件可以合理推定的性能要求)。

性能判据 C

产品允许有功能丧失,通过复位操作后可恢复使用。

任何情况下,安全相关的功能和测量应满足性能判据 A 的要求。

5.11.2 电磁抗扰度(EMS)要求

5.11.2.1 静电放电抗扰度

电动汽车无线充电系统地面设备应能承受 GB/T 17626.2—2006 中第 5 章规定的静电放电抗扰度试验。

试验要求为接触放电±4 kV,空气放电±8 kV;性能判据 B。

5.11.2.2 射频电磁场辐射抗扰度

电动汽车无线充电系统地面设备应能承受 GB/T 17626.3—2016 中第 5 章规定的试验等级为 3 级的射频电磁场辐射抗扰度试验。

试验要求为测试频率段 80 MHz~2 700 MHz,场强大小 24 V/m;性能判据 A。

5.11.2.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电动汽车无线充电系统地面设备应能承受 GB/T 17626.4—2008 中第 5 章规定的试验等级为 4 级

的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

试验要求为供电电源端口:±2 kV;I/O信号、数据端口:±2 kV;波形发生器:5/50 μs 波形,重复频率为5 kHz;性能判据B。

5.11.2.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

电动汽车无线充电系统地面设备应能承受GB/T 17626.6—2008中第5章规定的试验等级为3级的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

试验要求为测试频率范围:150 kHz~80 MHz,10 V;幅度调制:80%AM(1 kHz);性能判据A。

5.11.2.5 浪涌抗扰度

电动汽车无线充电系统地面设备应能承受GB/T 17626.5—2008中第5章规定的试验等级为3级的浪涌(冲击)抗扰度试验。

试验要求为AC电源端口:线-线±2 kV,线-地±4 kV;性能判据B。

5.11.2.6 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

电动汽车无线充电系统地面设备应能承受GB/T 17626.11—2008中第5章规定的试验等级为3类的电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验。

试验要求见表20。

表20 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度要求

电压下降率	持续时间	通过要求
30%	25个周期	性能判据C
60%	10个周期	性能判据C
95%	1个周期	性能判据B
100%	250个周期	性能判据C

5.11.3 电磁骚扰类(EMI)要求

5.11.3.1 概述

按照GB 4824—2013中的分组,无线充电系统设备为2组设备。按照设备的使用环境进行分类,分为A类设备和B类设备,两类设备的应用场合如下所述:

a) A类设备:

非家用和不直接连接到住宅低压供电网设施中使用的设备。

A类设备应满足A类限值。

警告:A类设备用于工业环境中。在用户文件中应提醒用户注意,由于(设备的)传导骚扰和辐射骚扰,在其他的环境中要确保电磁兼容可能有潜在的困难。

b) B类设备:

家用设备和直接连接到住宅低压供电网设施中使用的设备。

B类设备应满足B类限值。

5.11.3.2 传导骚扰限值

无线充电系统地面设备的电源端子骚扰电压限值应符合GB/T 7260.2中如表21规定的传导骚扰

电压限值。

表 21 无线充电系统 A 类设备的电源端子骚扰电压限值

频段/MHz	额定输入功率≤75 kVA 时,限值/dB(μV)		额定输入功率>75 kVA,限值/dB(μV)	
	准峰值	平均值	准峰值	平均值
0.15~0.50	100	90	130	120
0.50~5.0	86	76	125	115
5.0~30.0	90~73 随频率对数线性减小	80~60 随频率对数线性减小	115	105

在过渡频率上采用较严格的限值。

注 1: 该限值只适用于低压交流输入端口。

注 2: 对于单独连接到中性点不接地或经高阻抗接地的工业配电网,且额定输入功率小于或等于 75 kVA 的 A 类设备,其限值可参考额定输入功率大于 75 kVA 的 2 组设备限值。

电动汽车无线充电系统 B 类设备的交流输入端骚扰电压限值应符合 GB 4824—2013(CISPR 11) 中如表 22 规定的传导骚扰电压限值。

表 22 无线充电系统 B 类设备的电源端子骚扰电压限值

频段/MHz	准峰值/dB(μV)	平均值/dB(μV)
0.15~0.50	66~56 随频率对数线性减小	56~46 随频率对数线性减小
0.50~5	56	46
5~30	60	50

在过渡频率上采用较严格的限值。

电动汽车无线充电系统地面设备的信号和控制端口应符合 GB/T 9254 中如表 23 规定的传导骚扰电压限值和电流限值。

表 23 无线充电系统地面设备的信号和控制端口传导共模(不对称)骚扰限值

频段/MHz	电压限值/dB(μV)		电流限值/dB(μA)	
	准峰值	平均值	准峰值	平均值
0.15~0.50	97~87	84~74	53~43	40~30
0.50~30	87	74	43	30

注 1: 在 0.15 MHz~0.5 MHz 频率范围内,限值随频率的对数呈线性减小。

注 2: 电流和电压的骚扰限值是在使用了规定阻抗的阻抗稳定网络(LISN)条件下导出的,该阻抗稳定网络对于受试的信号和控制端口呈现 150 Ω 的共模(不对称)阻抗(转换因子为 $20 \times \lg 150 = 44$ dB)。

5.11.3.3 辐射骚扰限值

电动汽车无线充电系统 A 类设备应符合 GB/T 9254 中如表 24 规定的电磁辐射骚扰限值。

表 24 电动汽车无线充电系统 A 类设备的电磁辐射骚扰限值

频段/MHz	限值		
	30 m 测试距离 电场准峰值/dB(μV/m)	10 m 测试距离 电场准峰值/dB(μV/m)	3 m 测试距离 电场准峰值/dB(μV/m)
30~47	58	68	78
47~53.91	40	50	60
53.91~54.56	40	50	60
54.56~68	40	50	60
68~80.872	53	63	73
80.872~81.848	68	78	88
81.848~87	53	63	73
87~134.786	50	60	70
134.786~136.414	60	70	80
136.414~156	50	60	70
156~174	64	74	84
174~188.7	40	50	60
188.7~190.979	50	60	70
190.979~230	40	50	60
230~400	50	60	70
400~470	53	63	73
470~1 000	50	60	70

注 1: 在试验场地测量时, A 类设备可在 3 m、10 m 或 30 m 距离下测试。小于 10 m 的测量距离只适用于符合 GB 4824—2013 中 3.10 所规定的设备。

注 2: 在过渡频率上采用较严格的限值。

注 3: 3 m 距离所规定的限值只适用于满足 GB 4824—2013 中 3.10 所定义的小型设备。

电动汽车无线充电系统 B 类设备应符合 GB 4824—2013 中如表 25 规定的电磁辐射骚扰限值。

表 25 电动汽车无线充电系统 B 类设备的电磁辐射骚扰限值

频段/MHz	限值	
	10 m 测试距离 电场准峰值/dB(μV/m)	3 m 测试距离 电场准峰值/dB(μV/m)
30~80.872	30	40
80.872~81.848	50	60
81.848~134.786	30	40
134.786~136.414	50	60
136.414~230	30	40
230~1 000	37	47

注 1: 在试验场地测试时, B 类设备可在 3 m 或 10 m 距离下测量, 小于 10 m 的测量距离只适用于符合 GB 4824—2013 中 3.10 所规定的设备。

注 2: 在过渡频率上采用较严格的限值。

5.11.3.4 低频磁场发射限值

电动汽车无线充电系统设备的低频磁场发射限值满足 GB 4824—2013(CISPR 11, 测试距离 10 m) 中如表 26 规定的低频磁场发射限值。

表 26 低频磁场发射限值

频段/MHz	磁场准峰值		磁场准峰值 测试距离 10 m dB(μA/m)
	测试距离 3 m dB(μA/m)	测试距离 10 m dB(μA/m)	
0.15~0.49	82		57.5
0.49~1.705	72		47.5
1.705~2.194	77		52.5
2.194~3.95	68		43.5
3.95~11	43.5~28.5		18.5
11~20	28.5		18.5
20~30	18.5		8.5

5.11.3.5 谐波电流限值

电动汽车无线充电系统地面设备的谐波电流限值满足 GB 17625.1(额定电流不大于 16 A)和 GB/Z 17625.6(额定电流大于 16 A 但不大于 75 A)的规定, 试验限值见表 27。

表 27 谐波电流限值

相电流	谐波 n	偶次谐波				—	
		2	4	6	$8 \leq n \leq 40$		
$I \leq 16 A$	谐波电流允许值/A	1.08	0.43	0.30	$0.23 \times 8/n$	—	
	谐波 n	奇次谐波					
		3	5	7	9	11	13
	谐波电流允许值/A	2.30	1.14	0.77	0.40	0.33	0.21
$16 A < I \leq 75 A$	谐波 n	偶次谐波				—	
	谐波电流允许值/A	0.6 或 $8/n$				—	
	谐波 n	奇次谐波					
		3	5	7	9	11	13
	谐波电流允许值/A	21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2.0
	谐波 n	奇次谐波					
		19	21	23	25	27	29
	谐波电流允许值/A	1.1	0.6	0.9	0.8	0.6	0.7
							0.6

5.12 标识和说明

5.12.1 一般要求

标识和说明要符合 5.9.2 的要求。

设备要标上等级或者其他能表示运行时的苛刻或非常环境条件的信息。

5.12.2 电动汽车供电设备的标识

设备要以清晰的方式进行但不限于如下标识：

- a) 公司名称、简称、商标或用以清晰识别制造商的标识(必选);
- b) 设备标号、产品编号(必选);
- c) 序列号或生产批次号(必选);
- d) 制造日期(必选);
- e) 功率等级(必选);
- f) 额定输入交流(AC)或直流(DC)(必选);
- g) 额定频率(kHz)(必选);
- h) 额定输出电流(A)、额定输出电压(V)(必选);
- i) 输入相数(可选);
- j) IP 等级(保护等级)(可选);
- k) 室内使用或室外使用的标识(必选);
- l) 所有与类别、特性和产品差异化因素相关的必要信息(可选);
- m) 联系信息(电话号码,承包商地址,安装者或者制造商)(可选);
- n) 过载能力(可选)。

5.12.3 可识别性

铸造、冲压、雕刻或类似的方式制作的标签,包括带层压塑料覆盖层的标签,不进行下列试验。

该标准所提出的标记要求,要对矫正视力清晰可见,且在设备使用过程中耐用和可见。

检查其合规性,且作如下试验:先手持一块浸过水的布摩擦标记 15 s,然后用一块浸过油漆溶剂的布摩擦标记 15 s。

注:油漆溶剂规定为己烷溶剂,芳香剂最大含量 0.1%,贝壳杉脂丁醇值为 29,初馏点 65 °C,终馏点 69 °C,密度大约为 0.68 g/cm³。

试验后,标志要在不经过其他辅助放大的情况下能够被正常或矫正过的视力清晰可见。标牌不易被移除且无卷曲现象。

5.12.4 连接指导说明

随车材料中需要包含指导电动汽车与无线充电系统如何连接的指导书。电动汽车无线充电系统需要附用户手册和制造商技术手册。

6 通信协议要求

6.1 无线充电系统

6.1.1 概述

无线充电系统是一种通过非机械接触的方式进行电力传输的充电技术。其工作原理类似于传统变

压器,也是利用磁场耦合进行电能-磁场能-电能的转换和电能的传输。

传统的变压器是用完整的磁芯连接变压器的原边和副边线圈,变压器的原边和副边处于紧密耦合状态,原边和副边线圈中产生的磁通在磁芯中形成闭合的磁路。

无线充电系统的结构原理与传统的电力变压器结构不同的是:其原边和副边线圈之间没有采用物理连接的磁芯相连,原边和副边分离,这两部分之间没有机械或物理接触,磁场的介质为空气,通过这个结构实现了无线充电。

无线充电系统物理实现上就是地面上要铺设原边线圈,电动汽车底部要安装副边线圈,这两个线圈形成一个中间带有较大空气间隙的完整的变压器,实现了电动汽车的无线充电。

6.1.2 系统架构

无线充电系统包括地面系统和车辆系统两大部分,其中:

- 地面系统包括,无线充电控制管理系统 WCCMS、通信控制单元 CSU、功率发送控制单元 PTC、交流转直流单元 PFC 和原边线圈 PrC(即充电线圈)等设备;
- 车辆系统包括,车辆电池管理系统 BMS、车内通信控制单元 IVU、显示设备 PAD、车载整流模块 PPC 以及副边线圈 PuC(即受电线圈)等设备。

地面系统和车辆系统通过管理和通信系统实现通信链路管理、设备认证和充电控制。管理和通信系统包括 WCCMS、CSU 和 IVU 等网元。PTC、PrC、PPC 和 PuC 组成无线能量传输系统 WPT,实现电能从地面系统通过无线接口传输到车辆系统。地面系统的 PTC 和车辆系统的 PPC 通过管理和通信系统进行互通和通信。图 15 是无线充电系统的架构图。

注:当前版本标准暂不支持管理和通信系统跨多个运营商的场景。

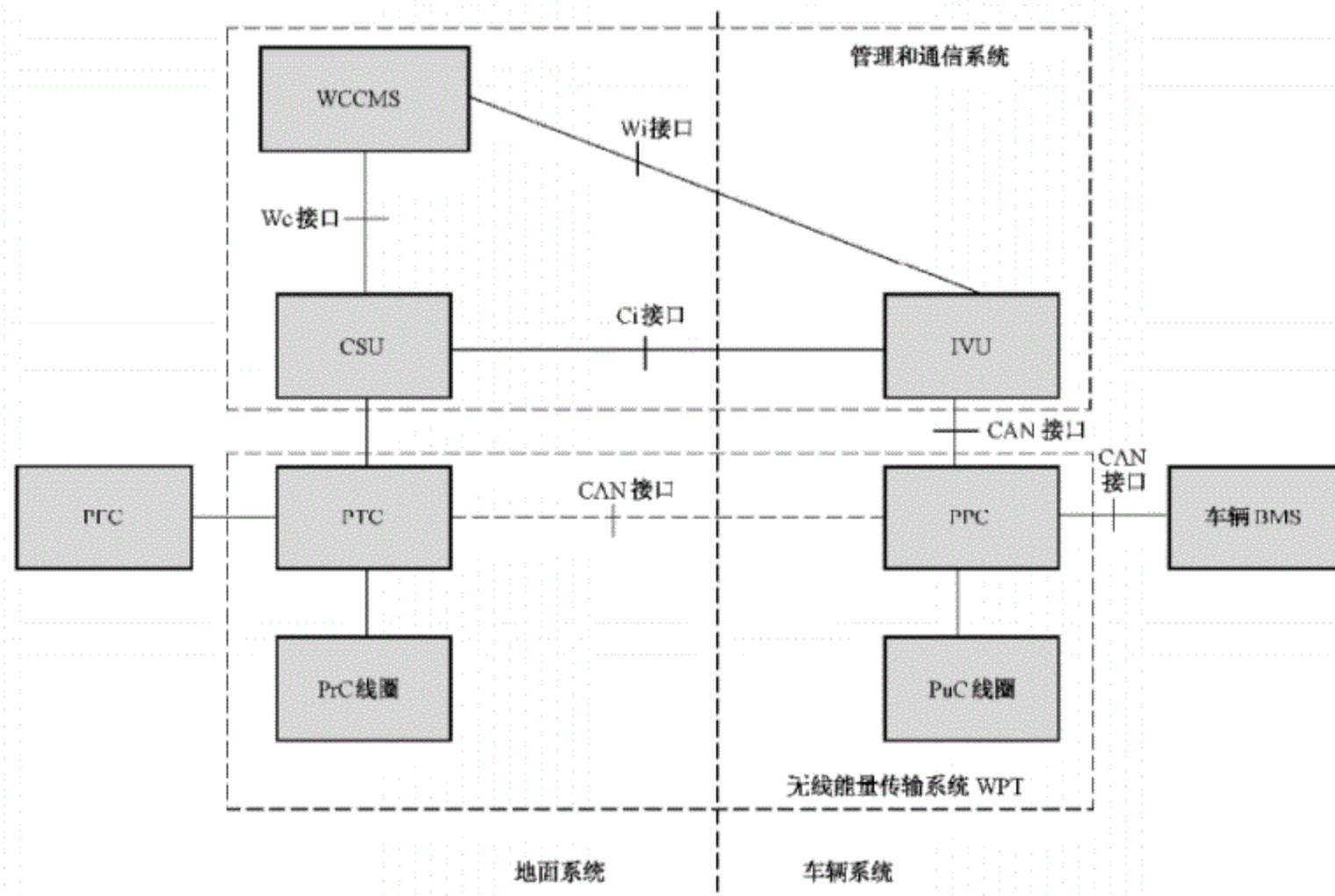


图 15 无线充电系统架构图

6.1.3 网元功能

6.1.3.1 地面系统中各网元功能如下：

a) PTC

充电场功率发送控制单元,在 CSU 的控制下,完成充电线圈的功率控制。

b) PrC 线圈

充电场原边充电线圈,实现非接触式变压器的原边功能,由线圈和铁芯构成。

c) PFC

负责交流电到直流电的转换。

d) WCCMS

无线充电控制和管理服务器,负责对系统管理、IVU 和 CSU 的认证,设备认证,充电管理以及对用户计费。WCCMS 应具备如下功能:

1) 完成对 CSU 和 IVU 的认证鉴权和通信安全管理;

2) 充电控制管理;

3) 计费处理计费功能应满足附录 E 的规定;

4) 检查 IVU 用户标识和 IVU 设备标识是否匹配,CSU 用户标识和 CSU 设备标识是否匹配,以及充电车位线圈和车辆线圈是否匹配。

e) CSU

地面通信控制单元,完成地面系统信令控制,以及 WCCMS 对地面系统,车辆系统对地面系统信令控制的通信通道功能。CSU 应具备如下功能:

1) 负责地面系统和 WCCMS 通信;

2) 控制 PTC 启动和停止对 PrC 线圈进行供电;

3) PTC/PFC 故障和异常事件检测(含 BMS 引起的异常故障检测);

4) 向 IVU、WCCMS 上报车位充电状态;

5) 和 IVU 之间转发 PPC/PTC 数据。

6.1.3.2 车辆系统中各网元功能如下:

a) PPC

车载整流模块,实现整流功能,按照 BMS 的需要输出稳定的直流电给车载动力电池充电,并接受 BMS 的控制,根据 BMS 的指令,输出满足充电特定阶段所需要的电压和电力,保证充电高效安全。PPC 需要向 PTC 发送副边线圈充电状态信息,PTC 根据该信息修正 PTC 原边充电参数。

b) PuC 线圈

车载副边受电线圈,实现非接触式变压器的副边功能,由线圈和铁芯构成。

c) BMS

车载电池管理系统,负责对车辆电池组进行管理。

d) IVU

车载通信控制单元,实现无线充电车载部分的控制,通过 CAN 总线和 PPC 完成信令交互,并和 WCCMS 以及 CSU 完成交互。IVU 应具备如下功能:

1) 负责车辆系统和 WCCMS 通信;

2) 负责与车辆系统和地面系统中 CSU 的通信;

3) 监测 PPC/BMS 故障以及异常事件;

4) 和 CSU 之间转发 PPC/PTC 数据;

5) IVU 还提供司机进行无线充电控制和状态监控的人机界面。

6.1.4 接口描述

无线充电系统具有下述接口：

a) Wi 接口

IVU 和 WCCMS 之间的接口,主要功能包括 IVU 的注册、信息上报以及发起开始充电请求、保活。

b) Wc 接口

CSU 和 WCCMS 之间的接口,主要功能包括 CSU 的注册、信息上报和保活,以及 WCCMS 利用该接口向 CSU 发起充电命令。

c) Ci 接口

CSU 和 IVU 之间的接口,包括两个逻辑接口,控制信令接口和数据接口。控制信令接口主要提供 CSU 和 IVU 之间的充电控制功能,数据接口提供包括 IVU 寻找 CSU 的 IP 地址,PTC 和 PPC 之间数据通信的承载以及保活。

d) PTC 和 PPC 之间的接口

主要功能是 PTC 和 PPC 之间的控制消息发送,遵循 GB/T 27930 的规定。

e) PPC 和 BMS 之间的接口

PPC 和 BMS 之间的通信协议由车厂和设备供应商协商决定。

f) 其他接口

车辆系统中 IVU 和 PPC 之间的接口是内部接口,可以采用比如 CAN 总线接口,也可以采用其他通信方式,本规范不做限定。

地面系统中 CSU 和 PTC 之间的接口是内部接口,可以采用比如 CAN 总线接口,也可以采用其他通信方式,本规范不做限定。

6.1.5 协议栈

Wi、Wc 接口的无线充电管理通信协议于 TCP 之上,协议栈如图 16 所示。该协议栈也适用于 Ci 口的控制信令接口。

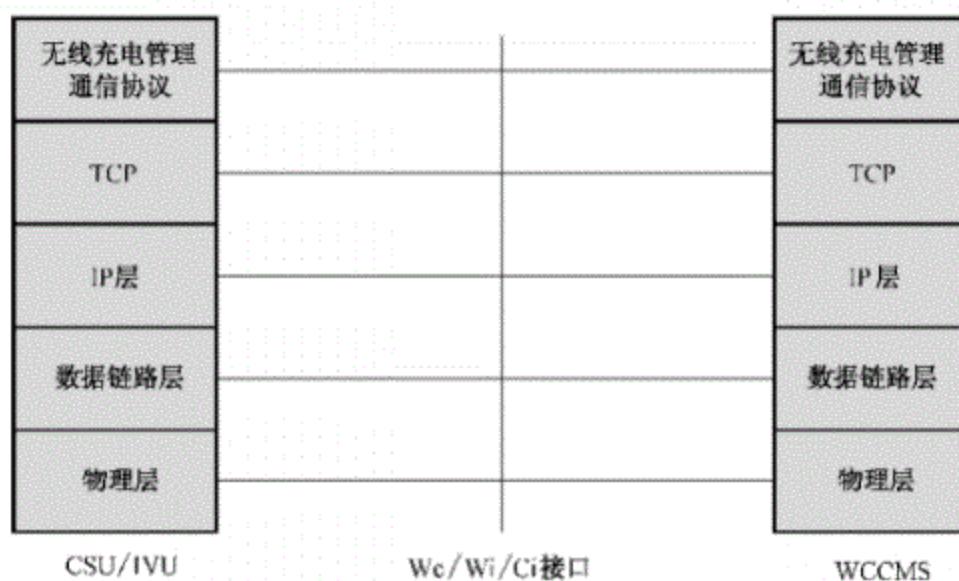


图 16 Wi/Wc/Ci 控制信令接口协议栈

为了降低传输延迟,IVU 和 CSU 之间的 Ci 数据接口需要直接通过 UDP 进行通信,协议栈如图 17 所示。

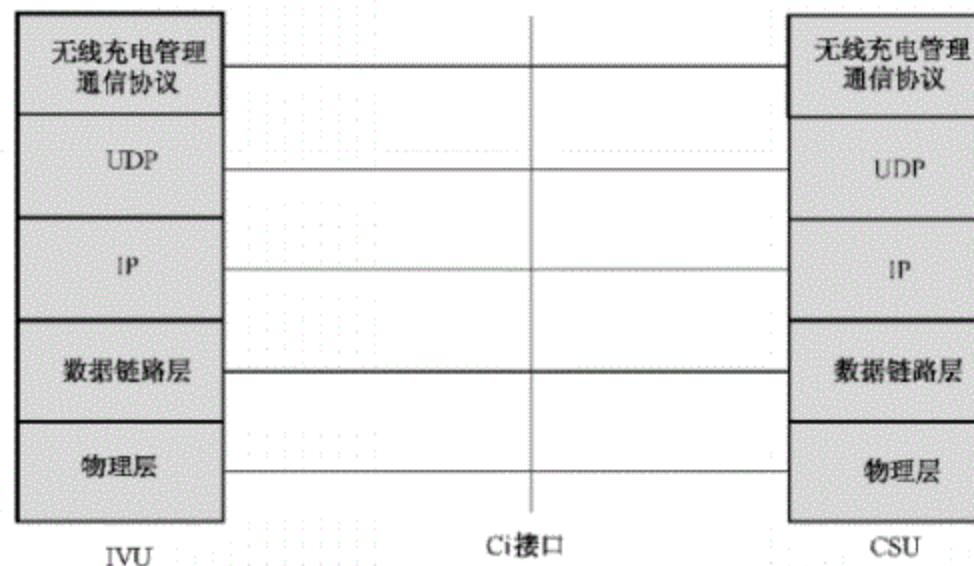


图 17 Ci 数据接口协议栈

6.1.6 CSU、PTC 和充电线圈之间的关系

图 18 为 CSU、PTC 和充电线圈之间的关系示意图,一个 CSU 可以控制多个 PTC,一个 PTC 只能属于一个 CSU 进行控制。

PTC 可以给多个 PrC 线圈进行供电,但是同一时刻只能给一个 PrC 进行供电,具体对哪个 PrC 进行供电由 WCCMS 通知 CSU 进行控制。

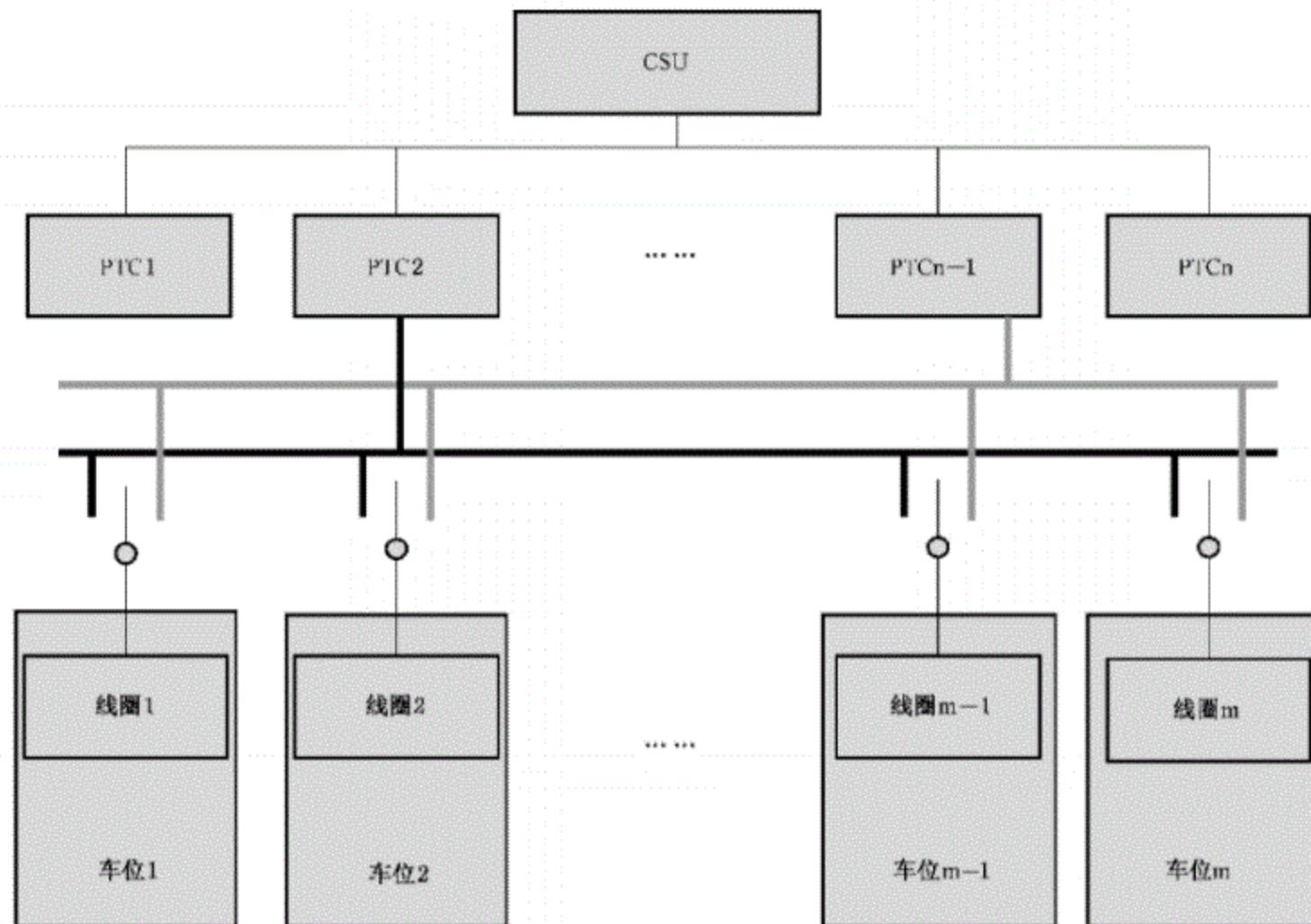


图 18 CSU、PTC 和充电线圈之间的关系

6.1.7 安全

IVU/CSU 需要检查设备信息完整性,以防止被恶意篡改。

WCCMS 对 IVU/CSU 进行用户鉴权和设备鉴权,以防止非授权用户或设备接入。

IVU/CSU 和 WCCMS 之间的信令应该进行完整保护和加密保护。

IVU 和 CSU 之间的控制信令应该进行完整性保护和加密保护。

IVU 和 CSU 之间数据接口转发的 PTC/PPC 数据可进行完整性保护。

具体参考 8.1。

6.2 无线充电管理通信流程

6.2.1 概述

无线充电管理通信的流程包括如下过程：

a) CSU 初始化过程,见图 19。

该过程中,CSU 向 WCCMS 进行注册。CSU 注册之后,向 WCCMS 上报地面系统信息。如果 WCCMS 确定该 CSU 控制的充电车位上有充电汽车,则通知最新车位信息,触发对应的 IVU 重新获取 CSU 的 IP 地址。

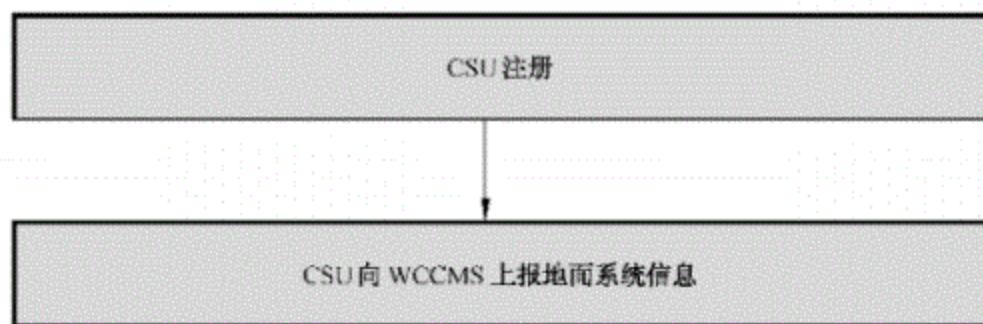


图 19 CSU 初始化过程

b) IVU 初始化过程,见图 20。

该过程中,IVU 向 WCCMS 进行注册。IVU 注册之后,向 WCCMS 上报车辆系统信息。当车辆驶入充电车位之后,IVU 获取 CSU 的 IP 地址,之后 IVU 上报车辆状态信息。

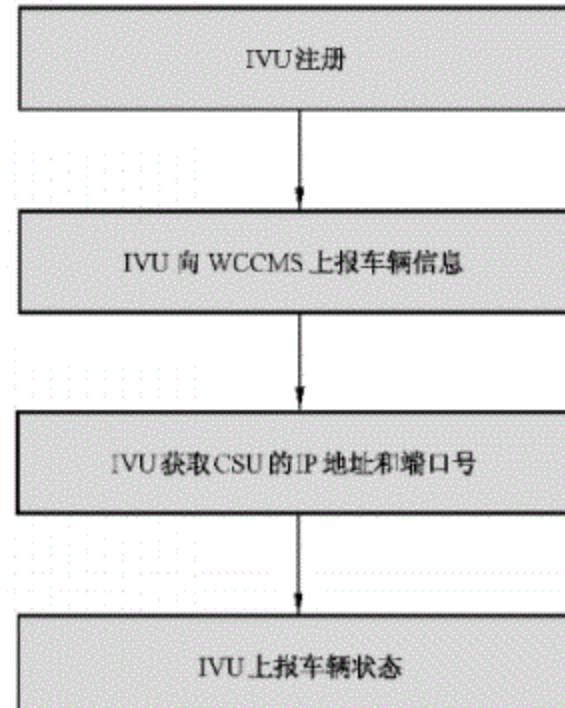


图 20 IVU 初始化过程

c) 正常 IVU 触发开始充电过程,见图 21。

该过程中,IVU 向 WCCMS 发起开始充电请求。WCCMS 判断地面系统线圈和车辆系统线圈是否匹配,以及 IVU 标识和 IVU 设备是否匹配,是则确定本次充电的 CSU 和 PTC,然后向 CSU 发起充电命令,CSU 向 PTC 发起开始充电命令。当 CSU 检测到 PTC 状态变化,向 WCCMS 上报车位状态。在充电过程中,地面系统的 PTC 和车辆系统的 PPC 分别通过 CSU 和 IVU 的数据接口进行充电控制信令传递,同时 CSU 和 IVU 分别进行故障检测,当检测到故障

的时候向 WCCMS 进行车位状态或者车辆状态上报。CSU/IVU 和 WCCMS 之间还通过保活机制确保在线。当 IVU 检测到 CSU 不在线时, 上报车辆状态, 其中 IVU 状态为故障, 带有的故障值为 IVU 检测到 CSU 断链。当 CSU 检测到 IVU 不在线, 则发起 CSU 停止充电过程, CSU 检测到 PTC 停止充电之后, 向 IVU 和 WCCMS 通告车位状态。

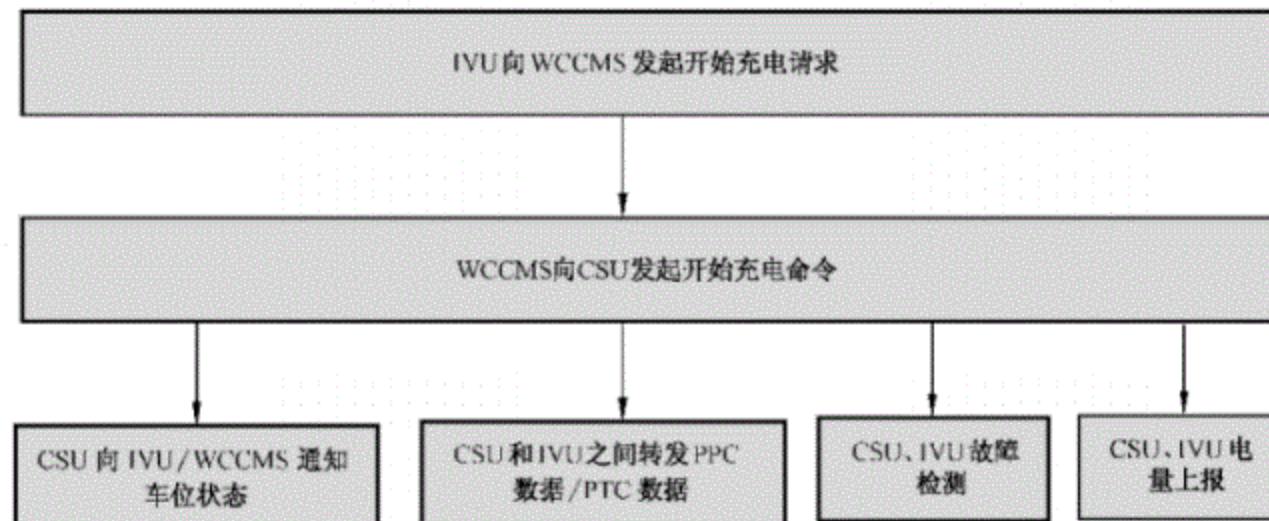


图 21 开始充电过程

电量上报是在充电过程中, CSU 需要主动定时上报 PTC 的充电电量; IVU 在充电停止之后, 也可上报 PPC 的充电电量。

- d) 正常 IVU 触发停止充电过程, 见图 22。

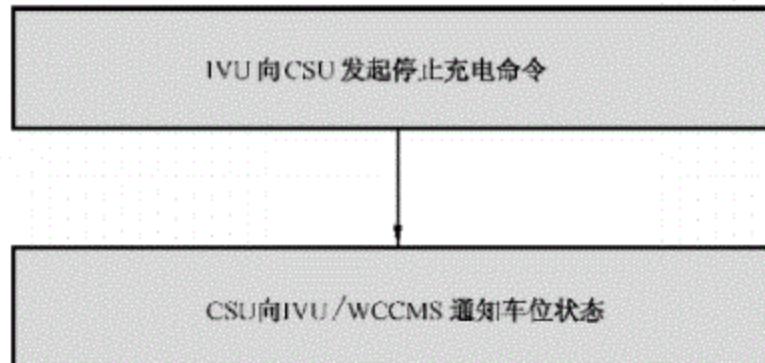


图 22 正常停止充电过程

- e) 故障检测触发停止充电过程, 见图 23。

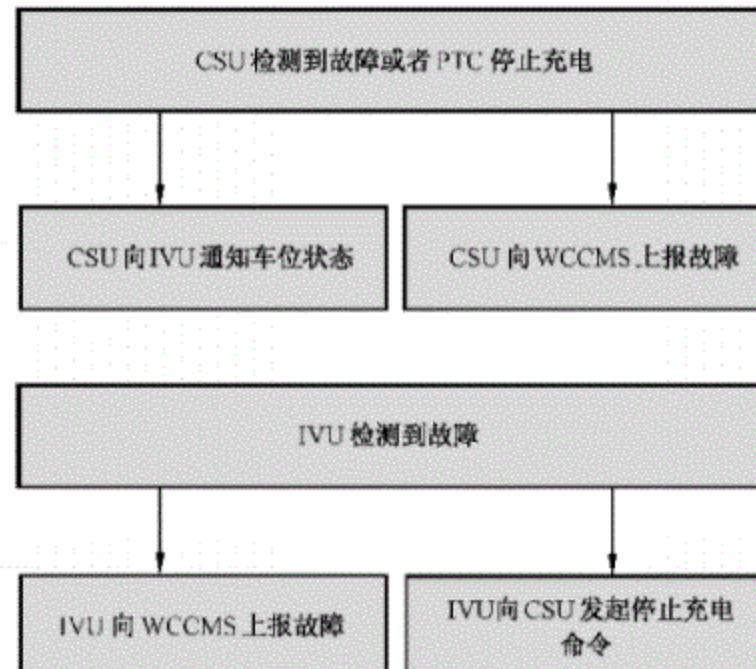


图 23 异常停止充电过程

6.2.2 注册过程

6.2.2.1 CSU/IVU 注册过程

CSU/IVU 注册过程见图 24。该过程用于 CSU、IVU 向 WCCMS 进行注册。当 CSU 或者 IVU 的 IP 地址发生变化,CSU 或者 IVU 将重新发起注册过程。

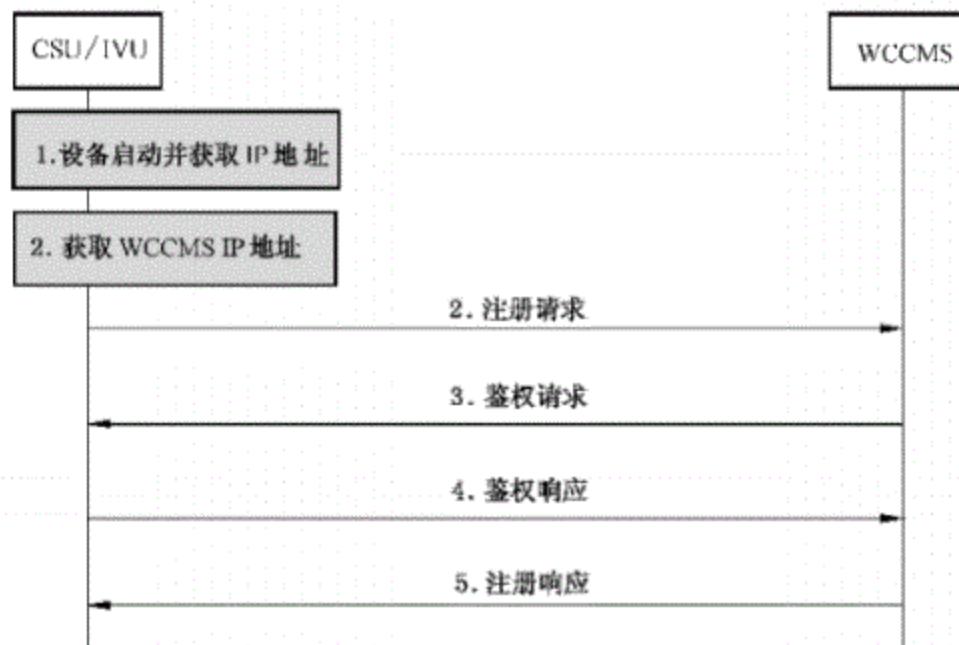


图 24 CSU/IVU 注册过程

步骤 1,CSU、IVU 启动之后,通过静态配置或者通过 DHCP 动态配置,获取自己的 IP 地址。设备可利用本地加密芯片运行设备完整性检查。

步骤 2,CSU、IVU 根据静态配置、或者从地面系统读取,或者通过 DNS 查询,获得 WCCMS 的 IP 地址,然后向 WCCMS 发起注册请求,消息中包括 CSU/IVU 用户标识和设备标识,还可带有数字签名。

步骤 3,如果收到数字签名,WCCMS 检查 CSU/IVU 发送的数字签名,验证设备完整性,如果成功则向 CSU/IVU 发送鉴权请求消息,该消息中带有本次鉴权的随机数以及网络计算认证码。如果失败则返回注册响应,带有失败原因值。

步骤 4,CSU/IVU 根据随机数和用户密钥本地计算网络计算认证码,如果和 WCCMS 提供的网络计算认证码一致,则 CSU/IVU 对 WCCMS 认证成功;CSU/IVU 根据随机数和用户密钥计算设备计算认证码,并在鉴权响应中将设备计算认证码返回给 WCCMS。

步骤 5,WCCMS 判断设备计算认证码正确,则 WCCMS 认为对 CSU/IVU 认证成功,然后向 CSU、IVU 返回注册响应。

IVU 注册成功之后,主动上报车辆系统信息,当车辆进入车位之后,获得 CSU 的 IP 地址,并上报车辆状态。

CSU 注册成功之后,CSU 主动上报地面系统信息,其中包含有该 CSU 下,PTC 和充电车位的对应关系。如果 WCCMS 确定该 CSU 控制的充电车位上有充电汽车,则通知最新车位信息,触发对应的 IVU 重新获取 CSU 的 IP 地址。

6.2.2.2 CSU/IVU 注销过程

CSU/IVU 注销过程见图 25。该过程用于 CSU、IVU 向 WCCMS 进行注销。

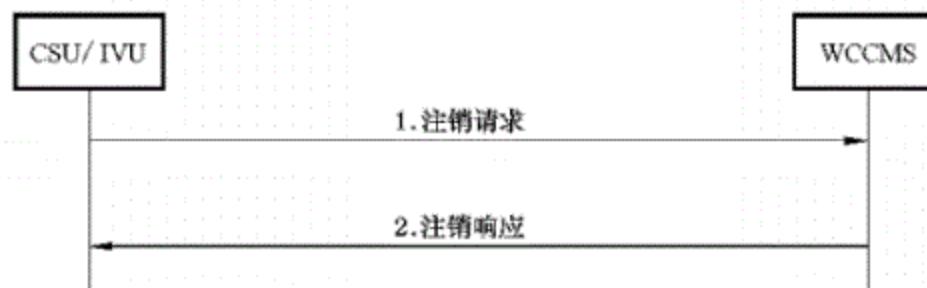


图 25 CSU/IVU 注销过程

步骤 1,CSU/IVU 下电之后,向 WCCMS 发起注销请求,带有 CSU/IVU 用户标识。

步骤 2,WCCMS 删除上下文,包括其中的地而系统信息、车位状态或者车辆系统信息、车辆状态,然后向 CSU/IVU 返回注销响应。

当 CSU 发起注销请求之后,如果 WCCMS 确定该 CSU 控制的充电车位上有充电汽车,则通知最新车位信息。

6.2.3 IVU 获得 CSU 地址过程

IVU 获得 CSU 地址过程见图 26。该过程用于 IVU 驶入充电车位之后,获取 CSU 的 IP 地址。该消息用 UDP 进行承载。

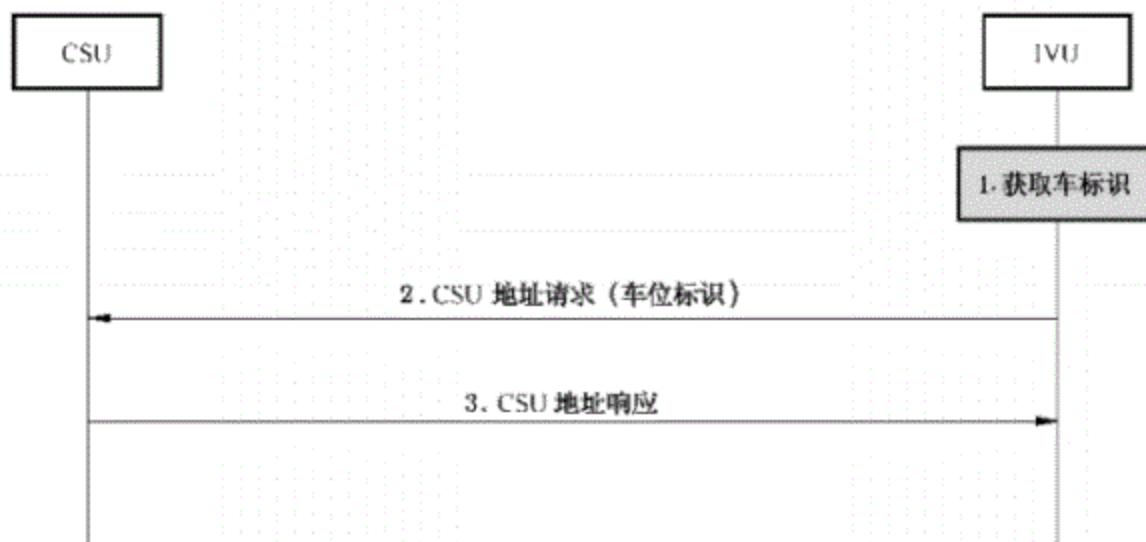


图 26 IVU 和 CSU 匹配过程

步骤 1,当充电汽车进入充电车位之后,IVU 通过读取充电车位预配置的地而系统信息获知当前的车位标识。

步骤 2,IVU 通过广播发送 CSU 地址请求,消息中带有当前的车位标识,还可带有 PPC 的地址信息,PPC 地址信息可以静态配置在 IVU 中。PPC 地址也可以静态配置在 CSU 或者 PTC 中。

步骤 3,CSU 收到该广播消息之后,判断收到的车位标识是否在自己的控制范围之内,是则保存 IVU 的 IP 地址和 UDP 端口号,如果收到 PPC 地址则保存 PPC 的地址信息,然后向该 IVU 返回 CSU 地址响应消息,消息参数中可能带有 CSU 数据接口的 IP 地址和 UDP 端口号。响应消息中可能带有 CSU 的控制信令接口 IP 地址和 TCP 端口号。

IVU 收到之后保存 CSU 数据接口的 IP 地址和 UDP 端口号,以及控制信令接口 IP 地址和 TCP 端口号。之后,IVU 向 WCCMS 上报车辆状态,IVU 状态为初始化成功状态。

6.2.4 信息上报和查询

6.2.4.1 CSU/IVU 向 WCCMS 发起信息上报过程

CSU/IVU 向 WCCMS 发起信息上报过程见图 27。

该过程用于 CSU 向 WCCMS 上报地面系统信息、车位状态、PFC 充电性能测量信息。

- 当 CSU 注册成功之后,上报地面系统信息;
- 当 CSU、PTC、PFC 状态发生变化的时候上报车位状态信息,或者当 CSU 检测到故障的时候,停止充电并上报车位状态信息;
- 在充电过程中,CSU 可以定时上报 PTC 充电性能测量信息。

该过程也用于 IVU 向 WCCMS 上报车辆系统信息、车辆状态、本次充电 PPC 充电性能测量信息。

- 当 IVU 注册成功之后,上报车辆系统信息,当车辆状态发生变化,上报车辆状态信息;
- IVU 检测到故障,或者 IVU 检测到车辆离开车位的时候,向 CSU 发起停止充电过程并上报车辆状态信息;
- 在充电过程中,IVU 可以上报 PPC 充电性能测量信息和 BMS 性能测量信息。

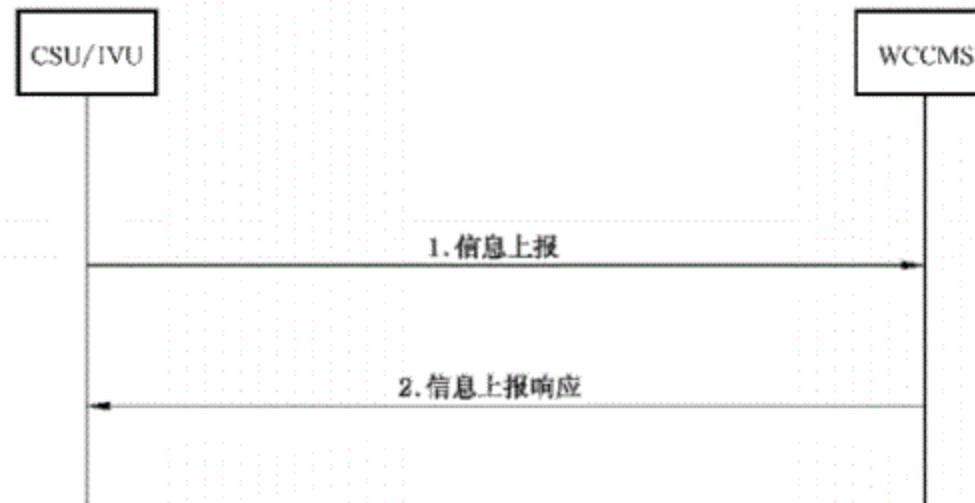


图 27 信息上报过程

步骤 1,CSU 向 WCCMS 发起信息上报,消息中带有地面系统信息或者车位状态信息,或者 IVU 向 WCCMS 发起信息上报,消息中带有车辆系统信息或者车辆状态信息,车辆状态信息中携带有当前的车位标识。如果 IVU 上报的车位状态中不包含车位标识,指示车辆离开车位。

步骤 2,WCCMS 保存该信息并返回状态上报响应。

6.2.4.2 WCCMS 向 CSU/IVU 发起信息查询过程

WCCMS 向 CSU/IVU 发起信息查询过程见图 28。该过程用于 WCCMS 主动向 CSU 查询地面系统信息、车位状态,向 IVU 查询车辆系统信息和车辆状态。

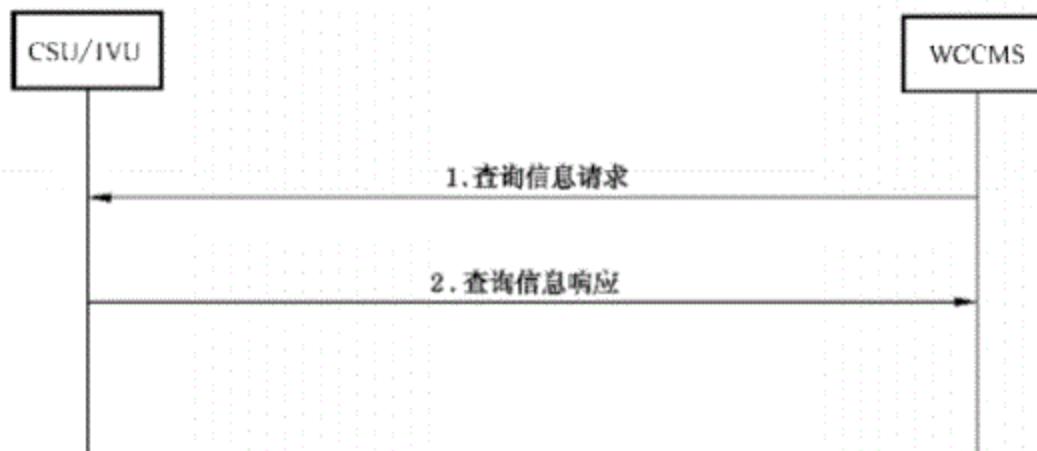


图 28 信息查询过程

步骤 1,WCCMS 向 CSU 发起查询地面系统信息或者车位状态信息,消息中带有车位标识,或者 WCCMS 向 IVU 发起查询车辆系统信息或者车辆状态信息,消息中带有 IVU 用户标识和 IVU 设备标识。WCCMS 也可以向 CSU/IVU 查询本次充电的 PTC 性能测量信息、PPC 性能测量信息和 BMS 性

能测量信息。

步骤 2,CSU、IVU 返回对应的信息。

6.2.4.3 CSU 向 IVU 发起车位状态通知过程

CSU 向 IVU 发起车位状态通知过程见图 29。在开始充电之后,该过程用于 CSU 直接向 IVU 发送车位状态。

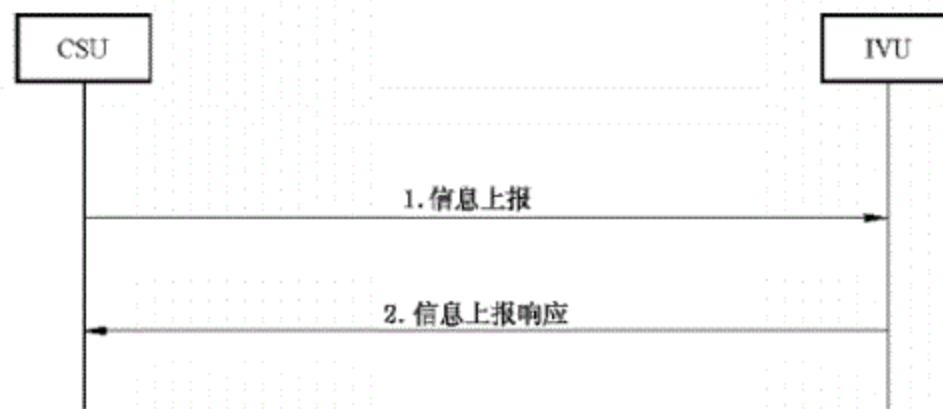


图 29 CSU 向 IVU 发起车位状态通知过程

步骤 1,CSU 检测到 PTC 开始充电或者停止充电,向 IVU 发起信息上报过程,消息中带有车位状态信息。

步骤 2,IVU 向 CSU 返回状态信息上报响应。

6.2.4.4 IVU 向 CSU 发起信息查询过程

IVU 向 CSU 发起信息查询过程见图 30。该过程用于车辆系统信息 IVU 主动向 CSU 发起查询地面系统信息或者车位状态。



图 30 IVU 向 CSU 发起信息查询过程

步骤 1,IVU 向 CSU 发起查询地面系统信息或者车位状态信息,消息中带有车位标识。

步骤 2,WCCMS 返回对应的信息。

6.2.4.5 WCCMS 向 IVU 发起信息通知过程

WCCMS 向 IVU 发起信息通知过程见图 31。如果 WCCMS 收到 CSU 注册之后,判断该 CSU 控制的充电车位上有电动汽车,则 WCCMS 需要通知 IVU 最新的车位状态,触发 IVU 重新获得 CSU 地址过程。

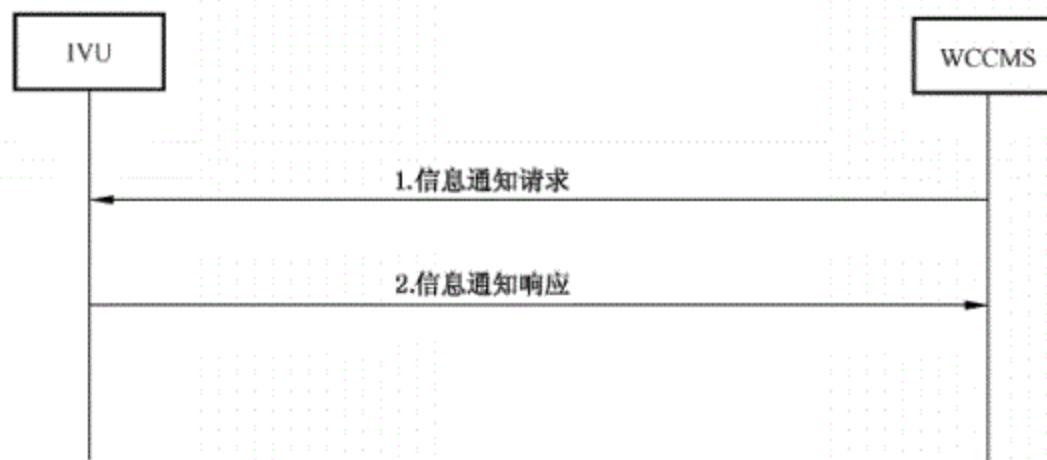


图 31 WCCMS 向 IVU 发起信息通知过程

步骤 1, WCCMS 向 IVU 发起信息通知请求, 消息中带有当前车位的最新状态信息。

步骤 2, IVU 保存信息之后, 返回响应。如果 IVU 判断当前车位的 CSU 状态由不可用到可用, 则触发 IVU 启动获得 CSU 地址过程。

6.2.5 充电控制过程

6.2.5.1 WCCMS 发起开始充电过程

WCCMS 发起开始充电过程见图 32。该过程用于 WCCMS 主动向 CSU 发起开始充电, 或者 WCCMS 收到 IVU 的充电请求之后, WCCMS 决定开始充电过程。

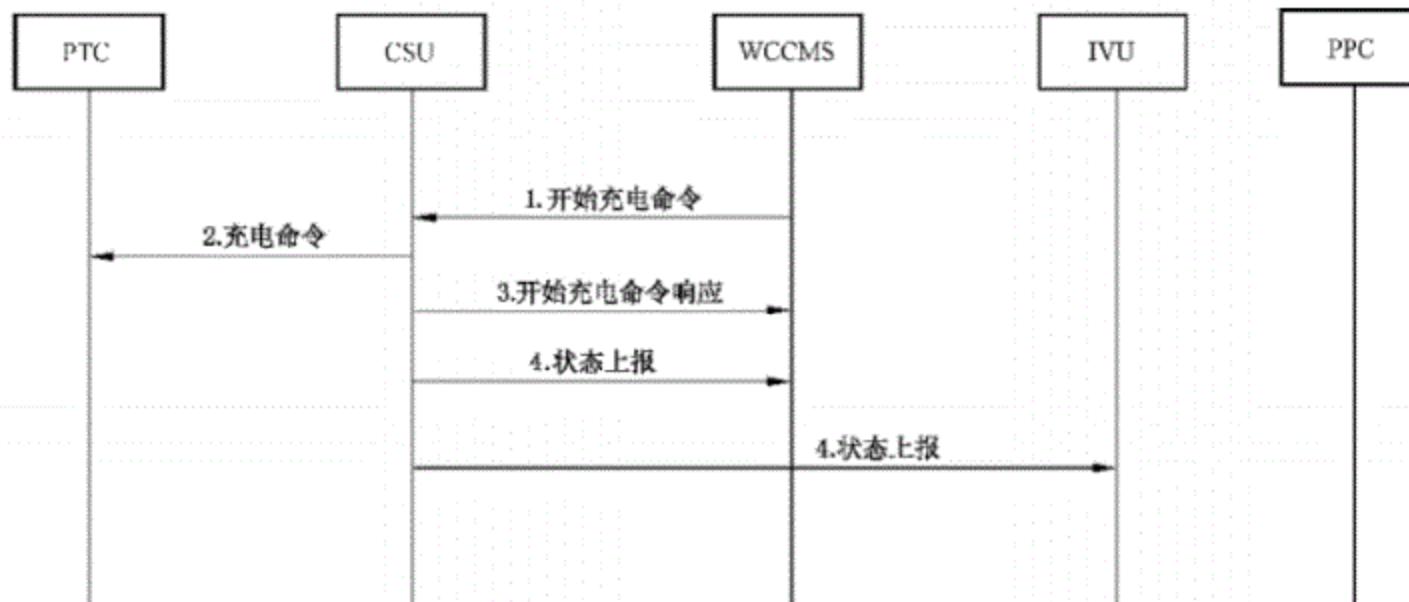


图 32 WCCMS 发起开始充电过程

步骤 1, WCCMS 向 CSU 发起开始充电命令, 带有车位标识和对应的 PTC 标识。

步骤 2, CSU 根据 PTC 标识确定对应的 PTC, 并根据车位标识确定对应的原边线圈, 指示对应的 PTC 对该车位进行充电, PTC 开始给对应的原边线圈供电。消息中可带有 PPC 的地址信息, PTC 利用该地址和 PPC 进行通信。

步骤 3, CSU 向 WCCMS 返回开始充电命令响应。

步骤 4, 当 CSU 检测到对应的 PTC 开始对该车位进行充电之后, CSU 主动向 WCCMS 发起车位状态更新, 同时 CSU 也将该 PTC 状态信息通知给 IVU。IVU 也可以主动向 CSU 查询车位状态信息。

6.2.5.2 IVU 发起开始充电过程

IVU 发起开始充电过程见图 33。该过程用于 IVU 主动向 WCCMS 发起开始充电过程。



图 33 IVU 发起开始充电过程

步骤 1, IVU 向 WCCMS 发起开始充电请求, 消息中带有点火开关状态和触发类型。

步骤 2, WCCMS 判断该用户已经授权, 且账户有足够的费用, 则 WCCMS 向 IVU 返回充电请求响应, IVU 状态为等待状态。

步骤 3, WCCMS 向 CSU 发起开始充电过程。

6.2.5.3 WCCMS 发起停止充电过程

WCCMS 发起停止充电过程见图 34。该过程用于 WCCMS 发起停止充电过程。

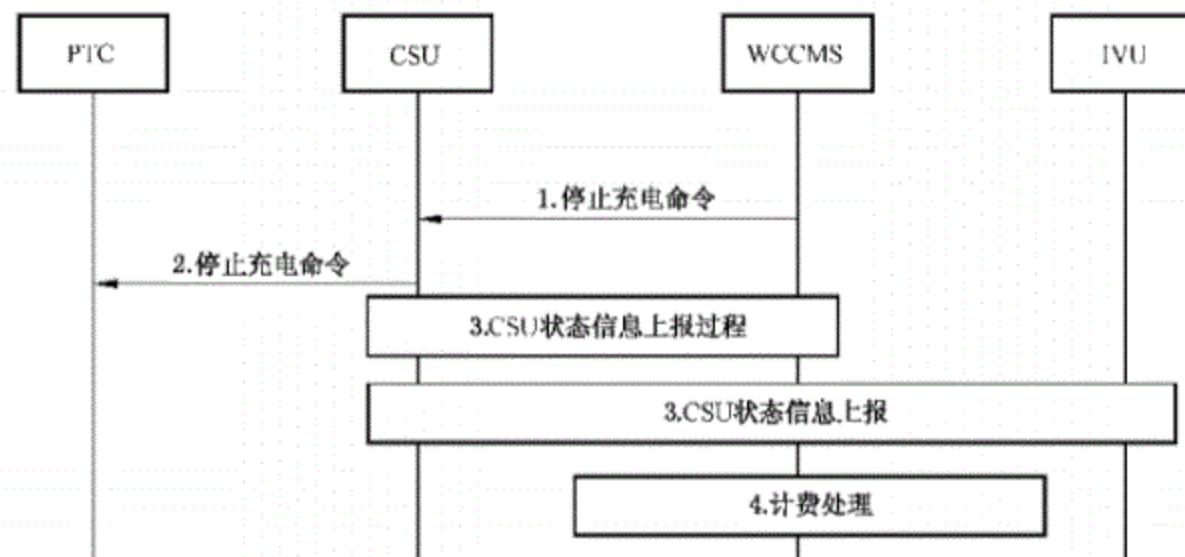


图 34 WCCMS 发起停止充电过程

步骤 1, WCCMS 决定需要发起停止充电, 于是向该 CSU 发起停止充电命令, 带有车位标识以及与该车位绑定的 PTC 标识。

步骤 2, CSU 检查该 PTC 标识和该车位绑定且正在进行充电, 则向该 PTC 发送充电终止命令。

步骤 3, 当 CSU 检测到对应的 PTC 停止对该车位进行充电之后, CSU 主动向 WCCMS 发起车位状态更新, 同时 CSU 也将该 PTC 状态信息通知给 IVU。

步骤 4, WCCMS 进行计费处理。

6.2.5.4 CSU 发起停止充电

CSU 发起停止充电过程见图 35。该过程用于 CSU 检测到地面系统中 PTC 充电异常, 发起停止充电过程。车辆系统中的 PPC 可以主动通知 PTC 停止充电。

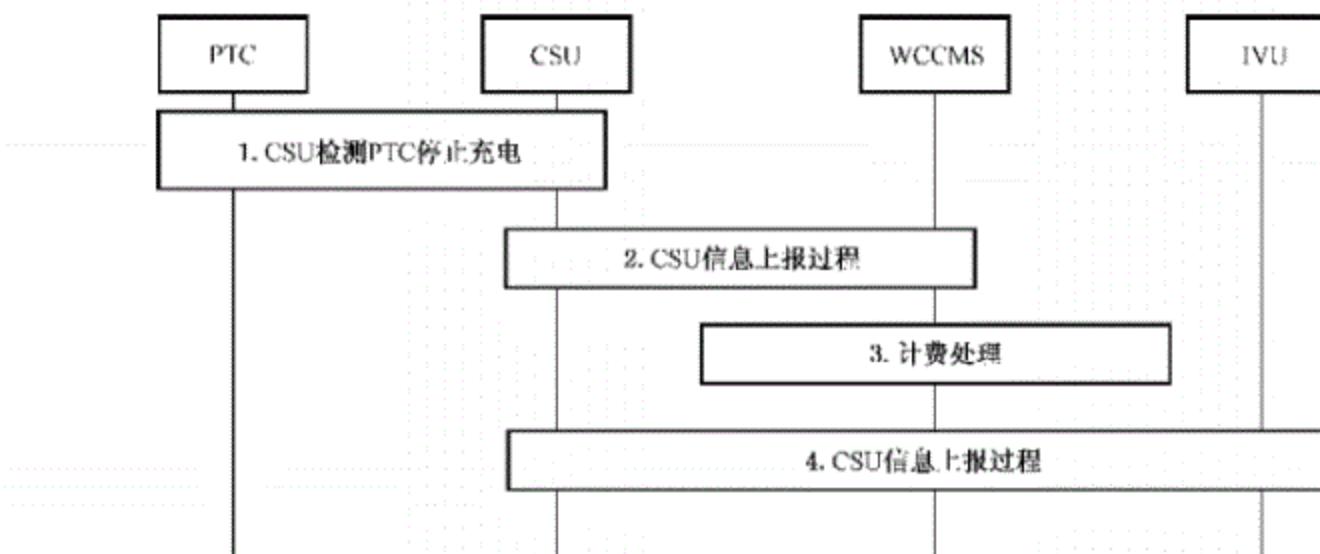


图 35 CSU 发起停止充电过程

步骤1,CSU检测到PTC停止充电,PTC停止充电的原因可能是PTC异常,或者PTC收到PPC异常通知之后停止充电。或者通过链路检测到IVU异常之后停止充电。

步骤2,CSU向WCCMS发起车位状态信息上报过程,带有PTC充电状态。

步骤3,WCCMS进行计费处理。

步骤4,CSU向IVU主动上报车位状态信息,带有PTC充电状态。

6.2.5.5 IVU 发起停止充电

IVU发起停止充电过程见图36。该过程用于IVU检测到异常之后,或者IVU主动发起结束充电,IVU直接通知CSU停止充电命令,同时向WCCMS通知车辆状态事件。

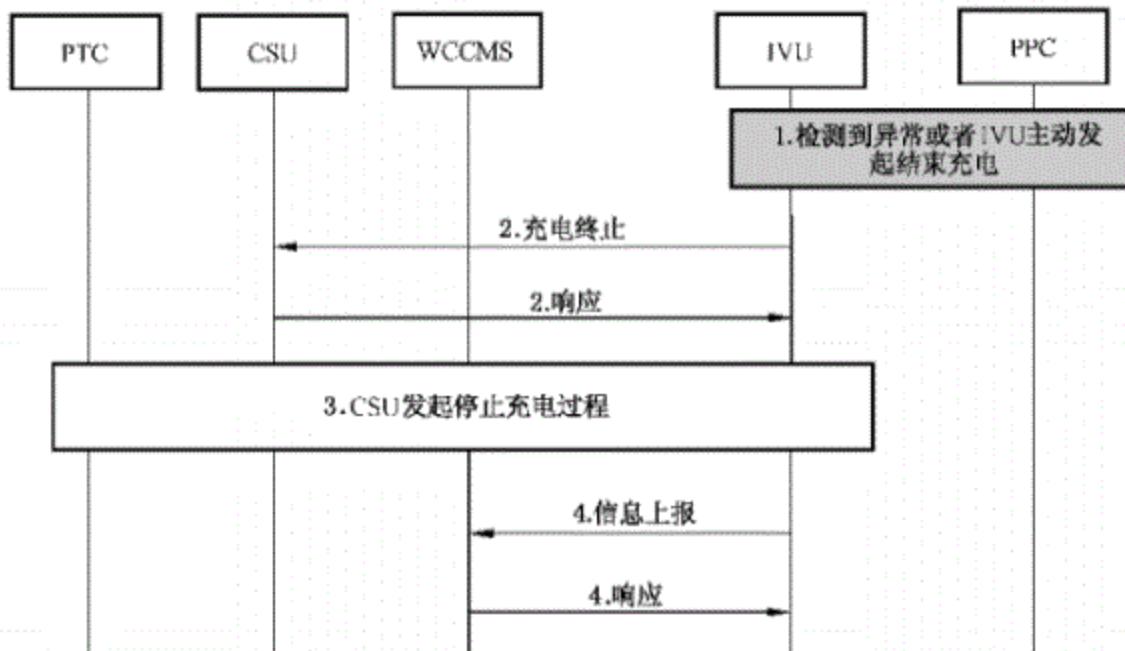


图 36 IVU 发起停止充电过程

步骤1,IVU检测到车辆故障或者异常事件,比如检测到异物,或者充电车位的温度超过警戒值;或者IVU主动停止充电。

步骤2,IVU直接向CSU发送终止充电,消息中带有车位标识和PTC标识,CSU返回响应。

步骤3,CSU发起停止充电过程。

步骤4,IVU向WCCMS发起车辆状态上报,如果故障则带有IVU故障值,WCCMS返回响应。

6.2.5.6 CSU 和 IVU 之间数据转发

CSU和IVU之间数据转发过程见图37。该过程用于IVU和CSU之间转发PTC数据包或者

PPC 数据包。

PTC 首先向 PPC 发起握手消息。PPC 的地址可以在 PTC 中静态配置,或者在 CSU 发送的开始充电命令中获得。CSU 可以在 IVU 查找 CSU 的 IP 地址过程中,从 IVU 的广播消息中获取 PPC 地址。

CSU 和 IVU 之间的数据转发可进行完整性保护。

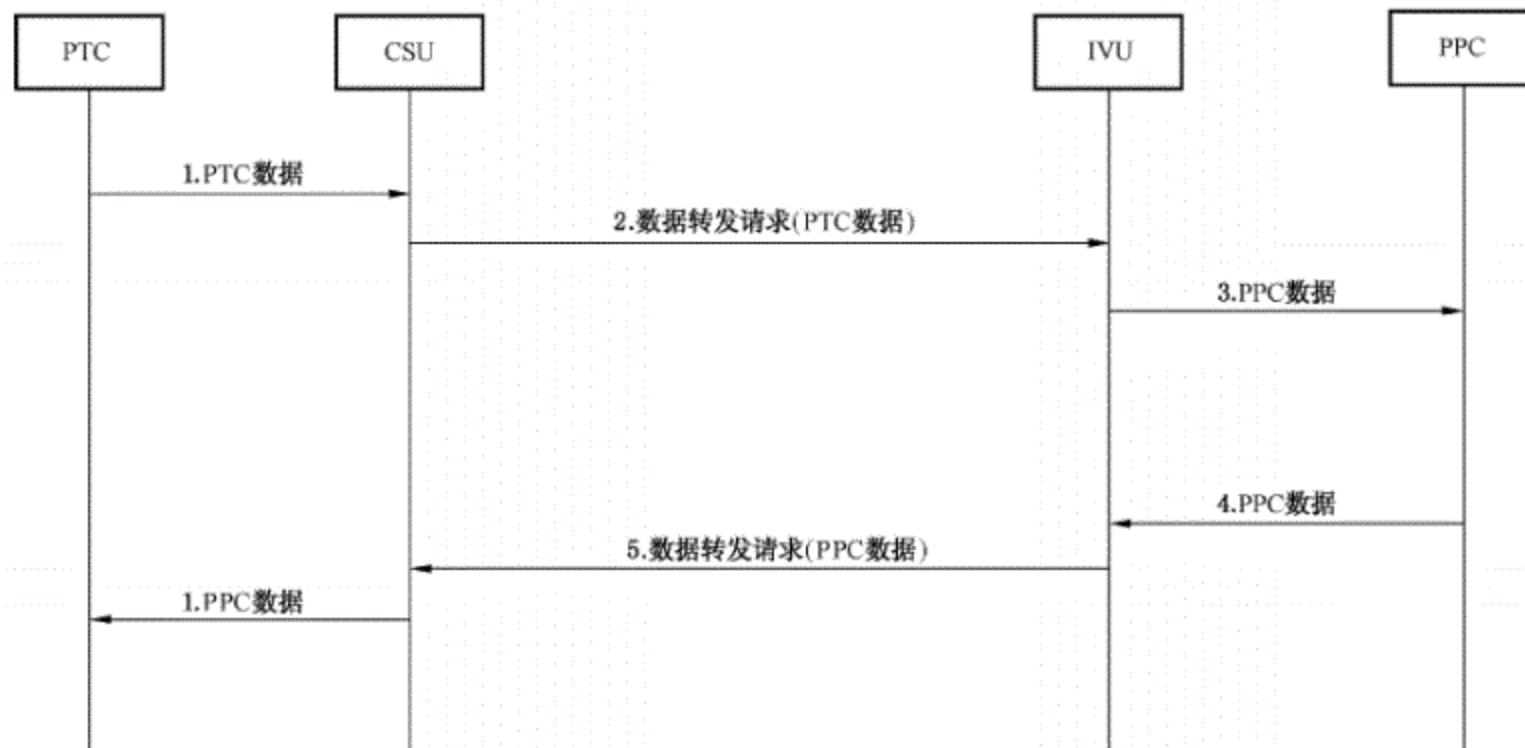


图 37 CSU 和 IVU 之间数据转发过程

步骤 1,PTC 向 CSU 发送数据,目的地址为车辆系统的 PPC。

步骤 2,CSU 如果发现收到的数据目的地为车辆系统的 PPC,则向对应的 IVU 发送数据转发请求,消息中带有 PTC 数据。CSU 无需解析 PTC 发送的具体内容。

步骤 3,IVU 收到数据转发请求之后,解封装得到 PTC 数据,然后通过 CAN 总线将该数据发送到对应 PPC。

步骤 4,IVU 通过 CAN 总线收到 PPC 数据。

步骤 5,IVU 如果发现收到的 PPC 数据目的地为地面系统的 PTC,则向对应的 CSU 发送数据转发请求,消息中带有 PPC 数据。IVU 无需解析 PPC 发送的具体内容。

步骤 6,CSU 收到数据转发请求之后,解封装得到 PPC 数据,然后通过 CAN 总线将该数据发送到对应 PTC。

6.2.6 保活过程

保活过程见图 38。该过程用于在充电过程中,WCCMS、CSU 和 IVU 之间的保活。

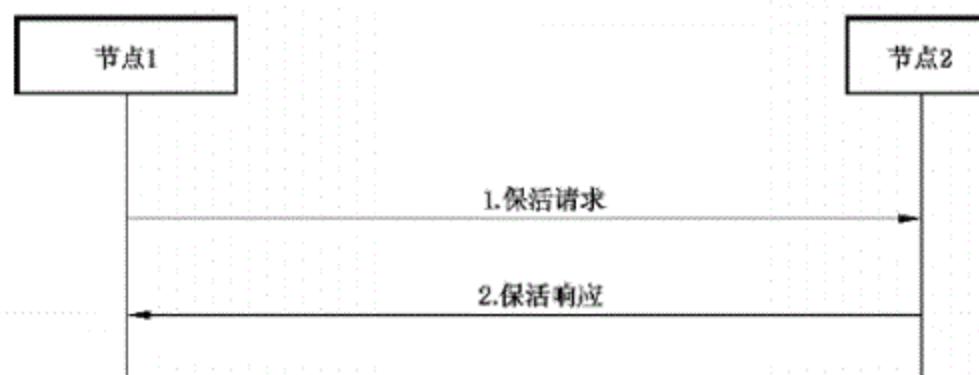


图 38 保活过程

步骤 1,节点 1 定期向节点 2 发起保活请求,并启动定时器等待节点 2。

步骤2,节点2返回保活响应。

WCCMS、CSU 和 IVU 之间的保活按如下方式处理:

- 如果 CSU 没有在定时器超时之前收到 WCCMS 响应,则 CSU 停止充电,并向 IVU 通知车位状态;
- 如果 CSU 在定时器超时之前没有收到 IVU 响应,则 CSU 发起停止充电过程,并向 WCCMS 上报车位状态;
- 如果 WCCMS 在定时器超时之前没有收到 IVU 响应,则 WCCMS 向 CSU 发起停止充电过程;
- 如果 WCCMS 在定时器超时之前没有收到 CSU 响应,则 WCCMS 向 IVU 通知最新车位状态;
- 如果 IVU 没有在定时器超时之前收到 CSU 响应,则 IVU 向 WCCMS 上报车辆状态,指示 IVU 检测到 CSU 断链;
- 如果 IVU 没有在定时器超时之前收到 WCCMS 响应,则 IVU 向 CSU 发送停止充电命令。

6.3 接口消息定义

6.3.1 概述

本节定义 Wc、Wi 和 Ci 接口消息内容。

WCCMS 上和 CSU 通信的 TCP 端口建议为 4458,和 IVU 通信的 TCP 端口建议为 4459。

6.3.2 消息头说明

无线充电管理通信协议的消息头见表 28。

表 28 消息头

字节	8	7	6	5	4	3	2	1
1~4	启动字符							
5	版本号	保留						
6~9	序列号							
10~11	校验和							
12	目的网元标识							
13	源网元标识							
14	消息类型							
15~16	消息长度 n							
17~(n+16)	消息内容							

消息头各参数说明如下:

- 启动字符、校验和,主要用于判断真实消息头。无线充电管理通信协议运行于 TCP 之上,需要考虑消息分割,建议采用固定字段(“0xFDFDFEFE”)进行消息分割,并且用校验和进行检验。
- 版本,用于标识本无线充电管理协议的版本号,本协议的版本号为 1。
- 目的网元标识,标识该消息发送的目的网元,源网元标识该消息发送的源网元。具体格式如下:
 - 0x00:保留;

- 2) 0x01:标识 IVU;
- 3) 0x10:标识 CSU;
- 4) 0x11:标识 WCCMS;
- 5) 其他:保留。
- d) 消息类型,参见 6.3.3。
- e) 消息长度,标识该消息的长度,通过读取该长度即可获得整个消息的长度。
- f) 序列号,用于标识两个网元之间消息的序列,每发送一个请求消息,序列号增加 1,请求消息对应的响应消息的序列号和请求消息一致。
- g) 消息内容,具体消息内容采用 TLV 格式编码。消息内容中的各参数具有表 29 的四种属性。

表 29 消息属性

M: Mandatory	指示必选参数,发送方必须包含该参数,接受方如果检测到没有包括该参数,需要返回参数错误
C: Conditional	指示在某些条件下,该参数必选,接收方检测到条件满足而没有该参数,则需要退出该过程
CO: Conditional-Optional	指示该参数是在某些条件下是可选的
O: Optional	指示该参数可选,可以不出现在消息中

6.3.3 消息类型

消息类型定义见附录 A 的表 A.1。

6.3.4 保活过程消息

6.3.4.1 保活请求

报文目的:用于 WCCMS、CSU 和 IVU 之间发起保活请求。

触发条件:WCCMS、CSU、IVU 周期性发起。

方向:WCCMS、CSU、IVU 之间相互发送。

保活请求的数据报文为空。

6.3.4.2 保活响应

报文目的:用于 WCCMS、CSU 和 IVU 之间返回保活响应。

触发条件:IVU、WCCMS、CSU 收到的保活请求之后。

方向:WCCMS、CSU、IVU 之间相互发送。

保活响应的数据报文为空。

6.3.5 注册过程消息

6.3.5.1 注册请求

报文目的:用于 CSU/IVU 向 WCCMS 发起注册请求。

触发条件:CSU 上电之后发起注册或者 IVU 获取 IP 地址之后发起注册。

发送者:CSU/IVU→WCCMS。

消息内容见表 30。

表 30 注册请求

消息参数	属性	备注
CSU 用户标识	C	该参数用于 CSU 向 WCCMS 进行注册, 指示 CSU 用户标识, 参见 6.4.5
CSU 设备标识	CO	该参数用于 CSU 向 WCCMS 进行注册, 指示 CSU 设备标识, 参见 6.4.6
IVU 用户标识	C	该参数用于 IVU 向 WCCMS 进行注册, 指示 IVU 用户标识, 参见 6.4.7
IVU 设备标识	CO	该参数用于 IVU 向 WCCMS 进行注册, 指示 IVU 设备标识, 参见 6.4.8
数字签名	O	该参数为 IVU/CSU 根据本地信息以及私钥计算的数字签名, 参见 6.4.13
私人扩展	O	私人扩展参数, 参考参见 6.4.49

6.3.5.2 注册响应

报文目的: 用于 WCCMS 向 CSU/IVU 返回注册结果。

触发条件: WCCMS 确定注册成功或者失败之后注册。

方向: WCCMS → CSU/IVU。

消息内容见表 31。

表 31 注册响应

消息参数	属性	备注
结果参数	M	该参数指示是否成功, 参见 6.4.50
私人扩展	O	私人扩展参数, 参见 6.4.49

6.3.5.3 鉴权请求

报文目的: 用于 WCCMS 向 CSU/IVU 发送鉴权请求。

触发条件: WCCMS 确定需要对 CSU/IVU 发起鉴权。

方向: WCCMS → CSU/IVU。

消息内容见表 32。

表 32 鉴权请求

消息参数	属性	备注
随机数	M	该参数指示本次鉴权网络侧分配的随机数, 参见 6.4.18
网络计算认证码	M	该参数指示根据随机数计算的网络计算认证码, 用于 IVU/CSU 对 WCCMS 进行认证。参见 6.4.19

6.3.5.4 鉴权响应

报文目的: 用于 CSU/IVU 向 WCCMS 发送鉴权响应, 指示对网络鉴权成功或者失败, 在成功的情况下, 还带有设备计算认证码, 用于网络对设备进行鉴权。

触发条件: CSU/IVU 收到 WCCMS 鉴权请求, 返回鉴权响应。

方向: CSU/IVU → WCCMS。

消息内容见表 33。

表 33 鉴权响应

消息参数	属性	备 注
结果参数	M	该参数指示 CSU/IVU 对 WCCMS 进行鉴权的结果, 参见 6.4.50
设备计算认证码	C	CSU/IVU 对 WCCMS 进展鉴权成功之后携带该参数, 该参数指示 CSU/IVU 根据随机数计算的设备计算验证码, 用于 WCCMS 对 CSU/IVU 进行认证。参见 6.4.20

6.3.5.5 注销请求

报文目的: 用于 CSU/IVU 向 WCCMS 发起注销请求。

触发条件: CSU 下电之后发起注销请求或者 IVU 准备离开充电车位之后发起注销请求。

方向: CSU/IVU → WCCMS。

消息内容见表 34。

表 34 注销请求

消息参数	属性	备 注
CSU 用户标识	C	该参数用于 CSU 向 WCCMS 进行注销, 指示 CSU 用户标识, 参见 6.4.5
IVU 用户标识	C	该参数用于 IVU 向 WCCMS 进行注销, 指示 IVU 用户标识, 参见 6.4.7

6.3.5.6 注销响应

报文目的: 用于 WCCMS 向 CSU/IVU 返回注销结果。

触发条件: WCCMS 注销 CSU 和 IVU 之后触发。

方向: WCCMS → CSU/IVU。

消息内容见表 35。

表 35 注销响应

消息参数	属性	备 注
结果参数	M	该参数指示是否成功, 参见 6.4.50
私人扩展	O	私人扩展参数, 参见 6.4.49

6.3.5.7 CSU 地址请求

报文目的: 用于 IVU/PAD 广播请求 CSU 地址。

触发条件: IVU/PAD 向 WCCMS 注册成功, 且获得地面系统信息之后, 广播请求 CSU 的 IP 地址。

方向: IVU → CSU。

消息内容见表 36。

表 36 CSU 地址请求

消息参数	属性	备 注
车位标识	M	该参数指示车辆驻留的当前车位标识, 参见 6.4.3
PPC 地址	O	该参数指示车辆系统的 PPC 地址, 参见 6.4.11
私人扩展	O	私人扩展参数, 参见 6.4.49

6.3.5.8 CSU 地址响应

报文目的:用于 CSU 向 IVU/PAD 返回响应,其中包括 CSU 的 IP 地址。

触发条件:CSU 收到 CSU 地址请求之后,判断车位标识属于本 CSU 控制的车位,则向 IVU 发送响应消息,消息中带有当前车辆的车位标识。

方向:CSU→IVU。

消息内容见表 37。

表 37 CSU 地址响应

消息参数	属性	备注
车位标识	M	该参数指示车辆驻留的当前车位标识,参见 6.4.3
CSU 数据接口 IP 地址	O	该参数指示 CSU 用于 Ci 数据接口的 IP 地址,参见 6.4.13
CSU 数据接口端口号	O	该参数指示 CSU 用于 Ci 数据接口的 UDP 端口号,参见 6.4.14
CSU 控制信令 IP 地址	O	该参数指示 CSU 用于 Ci 控制信令接口的 IP 地址,参见 6.4.15
CSU 控制信令端口号	O	该参数指示 CSU 用于 Ci 控制信令接口的 UDP 端口号,参见 6.4.16
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.6 信息上报和查询消息

6.3.6.1 信息上报请求

报文目的:用于 CSU/IVU 向 WCCMS 和公共数据中心 PDC 发送信息上报,以及 CSU 向 IVU 发送车位状态信息。

触发条件:CSU/IVU 决定向 WCCMS 和公共数据中心 PDC 上报相关信息,或者 CSU 决定向 IVU 发送车位状态。

方向:CSU/IVU→WCCMS/PDC,或者 CSU→IVU。

消息内容见表 38。

表 38 信息上报请求

消息参数	属性	备注
IVU 用户标识	C	该参数用于 IVU 发起的信息上报,指示 IVU 用户标识,参见 6.4.7
CSU 用户标识	C	该参数用于 CSU 发起的信息上报,指示 CSU 用户标识,参见 6.4.5
车辆系统信息	O	该参数指示车辆系统中各设备的软硬件版本等信息,由 IVU 上报,参见 6.4.28
车辆状态信息	O	该参数指示车辆当前的充电状态,包括了 IVU 和 CSU 的匹配状态,由 IVU 上报,参见 6.4.41
地面系统信息	O	该参数指示地面系统中各设备的软硬件版本等信息,由 CSU 上报,参见 6.4.21
车位状态信息	O	该参数指示车位的充电状态,由 CSU 上报,参见 6.4.32
PFC 性能测量信息	O	该参数指示 PFC 充电的性能测量信息,由 CSU 上报,参见 6.4.38
PPC 性能测量信息	O	该参数指示 PPC 充电的性能测量信息,由 IVU 上报,参见 6.4.39
BMS 性能测量信息	O	该参数指示 BMS 的性能测量信息,由 IVU 上报,参见 6.4.40
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.6.2 信息上报响应

报文目的:用于 PDC/WCCMS 向 CSU/IVU 返回信息上报请求响应,以及 IVU 向 CSU 返回信息上报请求响应。

触发条件:PDC/WCCMS 收到 CSU/IVU 的信息上报请求。

方向:PDC/WCCMS → CSU/IVU,或者 IVU → CSU。

消息内容见表 39。

表 39 信息上报响应

消息参数	属性	备注
结果参数	M	该参数指示是否成功,参见 6.4.50
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.6.3 信息查询请求

报文目的:用于 WCCMS 向 CSU/IVU 查询信息,或者 IVU 向 CSU 发送查询信息。

触发条件:WCCMS 决定需要向 CSU/IVU 请求相关信息,或者 IVU 决定需要向 CSU 请求相关信息。

方向:WCCMS → CSU/IVU 或者 IVU → CSU。

消息内容见表 40。

表 40 信息查询请求

消息参数	属性	备注
查询标识	M	该参数指示需要查询的信息类型,参见 6.4.46
车位标识	O	该参数指示需要查询的车位标识,参见 6.4.3
PTC 标识	O	该参数指示需要查询的 PTC 标识,参见 6.4.9
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.6.4 信息查询响应

报文目的:用于 CSU/IVU 向 WCCMS 返回查询信息,或者 WCCMS 向 IVU 返回查询信息。

触发条件:CSU/IVU 收到 WCCMS 查询请求,或者 WCCMS 收到 IVU 查询请求。

方向:CSU/IVU → WCCMS 或者 WCCMS → IVU。

消息内容见表 41。

表 41 信息查询响应

消息参数	属性	备注
结果参数	M	该参数指示是否成功,参见 6.4.50
CSU 用户标识	C	该参数用于 CSU 发起的信息上报,指示 CSU 用户标识,参见 6.4.5
IVU 用户标识	C	该参数用于 IVU 发起的信息上报,指示 IVU 用户标识,参见 6.4.7

表 41 (续)

消息参数	属性	备注
车辆系统信息	CO	该参数指示车辆系统中各设备的软硬件版本等信息,由 IVU 上报,参见 6.4.28
车辆状态信息	CO	该参数指示车辆当前的充电状态,包括了 IVU 和 CSU 的匹配状态,由 IVU 上报,参见 6.4.41
地面系统信息	CO	该参数指示地面系统中各设备的软硬件版本等信息,由 CSU 上报,参见 6.4.21
车位状态信息	CO	该参数指示车位的充电状态,由 CSU 上报,参见 6.4.32
PFC 性能测量信息	O	该参数指示 PFC 充电的性能测量信息,由 CSU 上报,参见 6.4.38
PPC 性能测量信息	O	该参数指示 PPC 充电的性能测量信息,由 IVU 上报,参见 6.4.39
BMS 性能测量信息	O	该参数指示 BMS 的性能测量信息,由 IVU 上报,参见 6.4.40
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7 充电控制消息

6.3.7.1 开始充电请求

报文目的:用于 IVU 向 WCCMS 发送开始充电请求消息。

触发条件:IVU 向 WCCMS 发送开始充电请求。

方向:IVU=》WCCMS。

消息内容见表 42。

表 42 开始充电请求

消息参数	属性	备注
IVU 用户标识	M	该参数指示 IVU 用户标识,参见 6.4.7
点火开关状态	M	该参数指示车辆系统中点火开关状态,参见 6.4.43
命令类型	M	该参数指示开始充电的触发类型,参见 6.4.47
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7.2 开始充电请求响应

报文目的:用于 WCCMS 向 IVU 返回开始充电请求响应。

触发条件:WCCMS 判断 IVU 合法且允许本次充电,则向 IVU 返回开始充电请求响应。

方向:WCCMS=》IVU。

消息内容见表 43。

表 43 开始充电响应

消息参数	属性	备注
结果参数	M	该参数指示是否成功,参见 6.4.50
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7.3 开始充电命令

报文目的:用于 WCCMS 向 CSU 发起开始充电命令。

触发条件:WCCMS 向 CSU 发起开始充电命令。

方向:WCCMS→CSU。

消息内容见表 44。

表 44 开始充电命令

消息参数	属性	备注
PTC 标识	M	该参数指示开始充电的 PTC 标识,参见 6.4.35
车位标识	M	该参数指示开始充电的车位标识,参见 6.4.32
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7.4 开始充电命令响应

报文目的:用于 CSU 向 WCCMS 返回开始充电命令响应。

触发条件:WCCMS 向 CSU 发起开始充电命令,CSU 根据车位标识获得 PTC 的组信息,然后向 PTC 组发送充电命令之后,返回开始充电命令响应。

方向:CSU→WCCMS。

消息内容见表 45。

表 45 开始充电命令响应

消息参数	属性	备注
结果参数	M	该参数指示是否成功,参见 6.4.50
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7.5 停止充电命令

报文目的:用于 WCCMS 或者 IVU 向 CSU 发起停止充电命令。

触发条件:WCCMS 或者 IVU 向 CSU 发起停止充电命令。

方向:WCCMS/IVU→CSU。

消息内容见表 46。

表 46 停止充电命令

消息参数	属性	备注
PTC 标识	M	该参数指示开始充电的 PTC 标识,参见 6.4.9
车位标识	M	该参数指示开始充电的车位标识,参见 6.4.3
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7.6 停止充电命令响应

报文目的:用于 CSU 向 WCCMS 或者 IVU 返回停止充电命令响应。

触发条件:WCCMS 或者 IVU 向 CSU 发起停止充电命令之后,CSU 将该命令发送给对应 PTC。

方向:CSU—>WCCMS/IVU。

消息内容见表 47。

表 47 停止充电命令响应

消息参数	属性	备注
结果参数	M	该参数指示是否成功,参见 6.4.50
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.3.7.7 数据转发请求

报文目的:用于 IVU 和 CSU 之间转发 CAN 数据。

触发条件:CSU 收到目的地为 PPC 的 CAN 数据,IVU 收到目的地为 PTC 的 CAN 数据。

方向:CSU<==>IVU。

消息内容见表 48。

表 48 数据转发请求

消息参数	属性	备注
转发数据	M	该参数为 PPC 或者 PTC 之间的通信数据,参见 6.4.48
私人扩展	O	私人扩展参数,参见 6.4.49

6.4 参数定义

6.4.1 概述

参数采用 TLV 格式编码,见表 49。

表 49 参数头说明

字节	8	7	6	5	4	3	2	1
1								参数类型值
2-3								长度=n
4								保留
5 (n+4)								参数内容

参数内容具有表 50 的 4 种编码类型。

表 50 参数编码类型

OctetString	该类型包括任意数据,长度为 4 个字节的整数倍,若长度不满足 4 个字节的整数倍则需在数据后面填充 0xFF 补齐
Unsigned32	32 位无符号整数
Grouped	12 该类型指示该参数由多个参数组成,每个参数的编码均为 TLV 方式
Enumerated	该类型指示该参数为枚举类型

6.4.2 参数类型值

参数类型定义见表 51。

表 51 参数类型值

参数类型值	参数名
0	保留
1	车位标识
2	车位名字
3	CSU 用户标识
4	CSU 设备标识
5	IVU 用户标识
6	IVU 设备标识
7	PTC 标识
8	PPC 标识
9	PPC 地址
10	PFC 供电类型
11	IP 地址
12	UDP 端口号
13	数字签名
14	随机数
15	网络计算序列号
16	设备计算序列号
17	地面系统信息
18	CSU 信息
19	PTC 信息
20	PFC 信息
21	设备软硬件版本信息
22	电动汽车信息
23	车位信息
24	线圈信息
25	车辆系统信息
26	IVU 设备信息
27	PPC 设备信息
28	车位状态信息
29	CSU 状态信息
30	PTC 状态信息

表 51 (续)

参数类型值	参数名
31	PTC 状态
32	PFC 状态
33	系统故障参数
34	PFC 性能测量信息
35	PPC 性能测量信息
36	BMS 性能测量信息
37	车辆状态信息
38	IVU 状态信息
39	点火开关状态信息
40	PPC 状态信息
41	PPC 状态
42	查询标识
43	命令类型
44	转发数据
45	私人扩展
46	结果参数
47	成功标识
48	失败原因值

6.4.3 车位标识

该参数指示地面系统中充电车位的唯一标识。编码类型为 OctetString。

6.4.4 车位名字

车位名字是一个用户可读的名字,唯一指示车位。编码类型为 OctetString。

6.4.5 CSU 用户标识

该参数唯一标识 CSU 的用户,编码类型为 OctetString。

6.4.6 CSU 设备标识

该参数唯一标识 CSU 设备,编码类型为 OctetString。

6.4.7 IVU 用户标识

该参数唯一标识 IVU 的用户,编码类型为 OctetString。

6.4.8 IVU 设备标识

该参数唯一标识 IVU 设备,编码类型为 OctetString。

6.4.9 PTC 标识

该参数指示 PTC 的逻辑编号,在 CSU 内唯一标识 PTC,编码类型为 OctetString。

6.4.10 PPC 标识

该参数指示车辆系统中 PPC 的唯一标识,编码类型为 OctetString。

6.4.11 PPC 地址

该参数指示 PPC 的物理地址,用于 PTC 向 PPC 进行通信,编码类型为 OctetString。

6.4.12 PFC 供电类型

该参数指示电网给 PFC 的供电类型,编码类型为 Enumerated,定义见表 52。

表 52 PFC 供电类型

值	备注
0x01	单相
0x02	三相

6.4.13 CSU 数据接口 IP 地址

该参数指示 CSU 用于 Ci 数据接口的 IP 地址,编码类型为 OctetString。

6.4.14 CSU 数据接口 UDP 端口号

该参数指示 CSU 用于 Ci 数据接口的端口号,编码类型为 Unsigned32。

6.4.15 CSU 控制信令接口 IP 地址

该参数指示 CSU 用于 Ci 控制信令接口的 IP 地址,编码类型为 OctetString。

6.4.16 CSU 控制信令接口端口号

该参数指示 CSU 用于 Ci 控制信令接口的端口号,编码类型为 Unsigned32。

6.4.17 数字签名

该参数用于注册请求消息中,由 IVU/CSU 本地生成。IVU/CSU 对硬件、固件、软件和配置信息,使用哈希散列算法计算设备信息的哈希值,利用 CSU 和 IVU 私钥对其签名。该参数的编码类型为 OctetString。

6.4.18 随机数

该参数用于鉴权请求消息中,由 WCCMS 随机生成,每次发送鉴权请求的随机数不同,该参数的编码类型为 OctetString。

6.4.19 网络计算认证码

该参数用于鉴权请求消息中,由 WCCMS 根据随机数和用户密钥生成,用于 IVU/CSU 对 WCCMS

进行认证。该参数编码类型为 OctetString。

6.4.20 设备计算认证码

该参数用于鉴权响应消息中,由 IVU 或者 CSU 根据随机数和用户密钥生成,用于 WCCMS 对 IVU、CSU 进行认证。该参数编码类型为 OctetString。

6.4.21 地面系统信息

该参数指示地面系统中的软硬件信息,包括 CSU 的软硬件信息、PTC 的软硬件信息和 PFC 的软硬件信息,其中 PTC 信息中包括有 PTC 和充电桩位的绑定关系。具体消息内容如下:

地面系统信息的编码类型为 Grouped,包含有表 53 的信息。

表 53 地面系统信息

参数	属性	备注
CSU 信息	O	该参数指示 CSU 的标识、设备的软硬件版本信息,参见 6.4.22
PTC 信息列表	O	该参数指示本 CSU 下一个或者多个 PTC 的设备信息,参见 6.4.23
PFC 信息列表	O	该参数指示本 CSU 下一个或者多个 PFC 的设备信息,参见 6.4.24
车位信息列表	O	该参数指示本 CSU 下控制的一个或者多个车位信息,参见 6.4.26

6.4.22 CSU 信息

该参数指示地面系统中 CSU 的软硬件信息。CSU 信息的编码类型为 Grouped,具体信息内容见表 54。

表 54 CSU 信息

参数	属性	备注
CSU 用户标识	M	参见 6.4.5
CSU 设备标识	M	参见 6.4.6
设备软硬件版本信息	M	参见 6.4.25

6.4.23 PTC 信息

该参数指示地面系统中 PTC 的软硬件信息。PTC 信息的编码类型为 Grouped,具体信息内容见表 55。

表 55 PTC 信息

参数	属性	备注
PTC 标识	M	参见 6.4.9
PFC 供电类型	M	参见 6.4.12
设备软硬件版本信息	M	参见 6.4.25
车位标识列表	M	该参数指示 1 个或者多个该 PTC 能够进行充电的车位列表,参见 6.4.3

6.4.24 PFC 信息

该参数指示地面系统中 PFC 的软硬件信息。PTC 信息的编码类型为 Grouped, 具体信息内容见表 56。

表 56 PFC 信息

参数	属性	备注
PTC 标识	M	参见 6.4.9
设备软硬件版本信息	M	参见 6.4.25

6.4.25 设备软硬件版本信息

该参数指示设备的软硬件版本信息, 编码类型为 OctString。该信息指示应包含如下内容: PCB 版本、序列号、软件版本、Boot 版本、Kernel 版本、生产厂家。

字符串中各项内容的格式采用“名字一值”的格式, 各项内容采用分号进行分隔。

6.4.26 车位信息

车位信息的编码类型为 Grouped, 包含有表 57 的信息。

表 57 车位信息

参数	属性	备注
车位名字	M	该参数指示充电车位的名字, 参见 6.4.4
车位标识	M	该参数指示充电车位的唯一标识, 参见 6.4.3
线圈信息列表	M	该参数指示充电车位的一个或者多个线圈信息, 参见 6.4.27

6.4.27 线圈信息

充电车位线圈的编码类型为 OctetString, 具体信息见表 58。

表 58 线圈信息

字节	比特							
	8	7	6	5	4	3	2	1
5	保留	保留	保留	线圈角色	线圈标识			
6				线圈类型				
7				线圈功率				
8				线圈频率				

线圈标识是标识线圈的逻辑标识;

线圈角色的定义见表 59, 一个车位只允许有一个主用线圈。

表 59 线圈角色

Bits	
5	4
0	1 主用线圈
1	0 备用线圈
1	1 保留

线圈类型定义见表 60。

表 60 线圈类型

值	备注
1	圆形线圈
2	螺线型线圈
3	镜像矩形线圈
4	镜像平面线圈

线圈频率定义见表 61。

表 61 线圈频率

值	备注
1	其他
2	85 千赫兹

6.4.28 车辆系统信息

该参数指示车辆系统中 PPC 和 IVU 的设备信息, 编码类型为 Grouped, 具体内容见表 62。

表 62 车辆系统信息

参数	属性	备注
IVU 设备信息	O	该参数指示 IVU 的标识、设备的软硬件版本信息, 参见 6.4.29
PPC 信息列表	O	该参数指示车辆系统中 1 个或者多个 PPC 的设备信息, 参见 6.4.30
电动汽车信息	O	该参数指示电动汽车相关信息, 参见 6.4.31

6.4.29 IVU 设备信息

该参数指示车辆系统中 IVU 的设备信息, 具体内容见表 63。

表 63 IVU 设备信息

参数	属性	备注
IVU 用户标识	M	唯一标识车位, 参见 6.4.7
IVU 设备标识	M	参见 6.4.8
设备软硬件版本信息	M	参见 6.4.25

6.4.30 PPC 设备信息

该参数指示车辆系统中 PPC 的设备信息,包含表 64 的信息。

表 64 PPC 设备信息

参数	属性	备注
PPC 标识	M	参见 6.4.10
设备软硬件版本信息	M	参见 6.4.25
线圈信息列表	M	参见 6.4.27

6.4.31 电动汽车信息

该参数指示电动汽车的相关信息,编码类型为 OctString。该信息指示应至少包含如下信息:车架号、车型、车牌号、生产厂家。

字符串中各项内容的格式采用“名字一值”的格式,各项内容采用分号进行分隔。

6.4.32 车位状态信息

该参数指示车位状态信息,编码类型为 Grouped,具体消息内容见表 65。

表 65 车位状态信息

参数	属性	备注
车位标识	M	唯一标识车位,参见 6.4.3
CSU 用户标识	O	该车位的 CSU 用户标识,参见 6.4.5
CSU 状态信息	O	该车位的 CSU 状态,参见 6.4.33
PTC 状态信息	O	指定 PTC 的充电状态,参见 6.4.34

6.4.33 CSU 状态信息

该状态指示 CSU 的状态。编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 66。

表 66 CSU 状态信息

值	备注
0x01	指示 CSU 启动
0x02	指示 CSU 下电

6.4.34 PTC 状态信息

该参数指示 PCT 充电状态信息,编码类型为 Grouped,该参数具体内容见表 67。

表 67 PTC 状态信息

参数	属性	备注
PTC 标识	M	唯一标识充电车位, 参见 6.4.9
PTC 状态	M	参见 6.4.35
PFC 状态	M	参见 6.4.36
系统故障参数	C	PTC 或者 PFC 故障的时候, 故障参数, 或者 PTC 状态为非充电状态, 指示停止充电的原因值, 参见 6.4.37

6.4.35 PTC 状态

该参数指示 PTC 状态, 编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 68。

表 68 PTC 状态

值	备注
0x00	非充电状态
0x01	充电状态
0x02	故障状态

6.4.36 PFC 状态

该参数指示 PFC 状态, 编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 69。

表 69 PFC 状态

值	备注
0x01	指示 PFC 启动
0x02	指示 PFC 下电

6.4.37 系统故障参数

该参数指示车辆系统故障值、地面系统故障值, 或者 PTC 停止充电原因值, 主要用于 IVU、CSU 向 WCCMS 上报状态, 编码类型为 Unsigned32。该参数具体内容见表 70。

表 70 系统故障参数

值	备注
车辆系统故障代码(0x00~0x1F)	
0x01	IVU 检测到异物
0x02	IVU 检测到活体
0x03	IVU 检测地面系统温度过高
0x04	IVU 检测到 CSU 断链

表 70 (续)

值	备注
0x05	BMS 故障
0x06	IVU 认证失败
0x07	PPC 配对失败
0x08	PPC 通信超时
0x09	PPC 温度过高
0x0A	PPC 中点过压
0x0B	PPC 输出空载
0x0C	PPC 输出短路
0x0E	PPC 输出欠压
0x0F	PPC 输出过压
0x10~0x1E	预留
0x1F	车辆系统其他故障
地面系统故障代码(0x20~0x3F)	
0x20	CSU 检测到异物
0x21	CSU 检测到活体
0x22	CSU 检测到地面系统温度过高
0x23	CSU 检测到 PTC 通信异常
0x24	CSU 检测到 IVU 断链
0x25	PTC 组信息异常
0x26	PTC 在数据库中不存在
0x27	CSU 认证失败
0x28	PTC 散热器故障
0x29	PTC EEPROM 故障
0x2A	PTC 风扇故障
0x2B	PTC 母线输入过流
0x2C	PTC_CAN 通讯异常
0x2D	PTC 硬件过流
0x2E	SCI485 通讯故障
0x2F~0x3E	预留
0x3F	地面系统其他故障
PTC 非充电原因值(0x40~0x4F)	
0x40	PTC 故障
0x41	PPC 停止充电
0x42	IVU 停止充电
0x43	PTC 锁

6.4.38 PFC 性能测量信息

该参数指示本次充电的 PFC 性能测量信息,包括 A 相输入电压、B 相输入电压、C 相输入电压、输入频率、输入电量、A 相输入电流、B 相输入电流、C 相输入电流、A 相有功功率、B 相有功功率、C 相有功功率、A 相视在功率、B 相视在功率、C 相视在功率、正 BUS 电压、负 BUS 电压,编码类型为 OctString。

字符串中各项内容的格式采用“名字=值”的格式,各项内容采用分号进行分隔。

6.4.39 PPC 性能测量信息

该参数指示本次充电的 PPC 性能测量信息,PPC 给电池输出电压、PPC 给电池输出电流、PPC 散热器温度机内温度、PPC 的输入电压、中点电压、充电电量、充电时间,编码类型为 OctString。

字符串中各项内容的格式采用“名字=值”的格式,各项内容采用分号进行分隔。

6.4.40 BMS 性能测量信息

该参数指示本次充电的 BMS 性能测量信息,包括当前电压(确认,和前面 PPC 的输出电压,电流有什么关系)、当前电流、电池组最高电压、电池组最低电压、电池组最高温度、电池组最低温度、SOC 信息、告警信息,编码类型为 OctString。

字符串中各项内容的格式采用“名字=值”的格式,各项内容采用分号进行分隔。

6.4.41 车辆状态信息

该参数指示车辆的充电状态,编码类型为 Grouped。具体内容见表 71。

表 71 车辆状态信息

参数	属性	备 注
车位标识	O	指示电动汽车当前驻留的车位,如果没有车位标识,则指示电动汽车离开车位,参见 6.4.3
IVU 用户标识	M	唯一标识 IVU 用户,参见 6.4.7
IVU 状态信息	M	指示车辆系统中 IVU 的状态,参见 6.4.42
PPC 状态信息列表	M	指示车辆系统中一个或者多个 PPC 的充电状态,参见 6.4.44
点火开关状态信息	M	参见 6.4.43
系统故障参数	O	当 PPC 状态为异常的时候,指示具体故障参数,参见 6.4.37

6.4.42 IVU 状态信息

该状态指示 IVU 的状态,编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 72。

表 72 IVU 状态信息

值	备 注
0x01	初始化成功状态
0x02	开始等待充电状态
0x03	正在充电状态
0x04	非充电状态
0x05	故障状态

6.4.43 点火开关状态信息

该状态指示 IVU 上点火开关状态, 编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 73。

表 73 点火开关状态信息

值	备注
0x01	OFF
0x02	ON
0x03	ACC
0x04	LOCK

6.4.44 PPC 状态信息

PPC 状态信息包含内容见表 74。

表 74 PPC 状态信息

参数	属性	备注
PPC 标识	M	指示电动汽车当前驻留的车位, 如果没有车位标识, 则指示电动汽车离开车位, 参见 6.4.10
PPC 状态	M	指示 PPC 的状态, 参见 6.4.45

6.4.45 PPC 状态

该状态指示 PPC 充电状态, 编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 75。

表 75 PPC 状态

值	备注
0x01	停止充电
0x02	开始充电

6.4.46 查询标识

该参数指示查询标识, 编码类型为 Unsigned32。长度为 4。该参数具体内容见表 76。

表 76 查询标识

字节	比特							
	8	7	6	5	4	3	2	1
5	预留	预留	CSU 电量	IVU 电量	车辆状态	车辆系统信息	车位状态	地面系统信息
6~8	预留							

6.4.47 命令类型

该参数指示充电控制的命令类型,编码类型为 Enumerated。该参数具体内容见表 77。

表 77 命令类型

值	备 注
0x01	手动
0x02	ACC 自动
0x03	云充电

6.4.48 转发数据

该参数是 PPC 数据或者 PTC 数据,具体内容参见 GB/T 27930 电动汽车费车载传导式充电桩于电池管理系统之间的通信协议,编码类型为 OctetString。

6.4.49 私人扩展

该参数为私人扩展参数,编码类型为 OctetString。

6.4.50 结果参数

该参数指示处理结果,该参数编码类型为 Grouped。具体内容见表 78。

表 78 结果参数

参数	属性	备 注
成功标识	M	参见 6.4.51
失败原因值	C	参见 6.4.52

6.4.51 成功标识

该参数指示处理成功还是失败。该参数具体内容见表 79。

表 79 成功标识

值	备 注
0x01	处理成功
0x02	处理失败

6.4.52 失败原因值

该参数指示处理失败之后,具体失败原因值。具体内容见表 80。

表 80 失败原因值

值	备注
0x00	保留
通用错误原因(0x01~0x2F)	
0x01	WCCMS 故障
0x02	CSU 故障
0x03	PTC 故障
0x04	IVU 故障
0x05	PPC 故障
0x06	BMS 故障
0x07	参数错误
0x08~0x2F	预留
注册过程错误原因(0x30~0x3F)	
0x30	用户对网络鉴权失败
0x31	网络对用户鉴权失败
0x32	网络对设备鉴权失败
0x33	CSU 用户标识不存在
0x34	IVU 用户标识不存在
0x35	IVU 用户重复接入
0x36~0x3F	预留
充电控制错误原因(0x40~0x4F)	
0x40	车辆和充电位不匹配
0x41	设备和用户不匹配
0x42	用户欠费
0x43	PTC 标识不认识
0x44	PTC 正在充电
0x45	PTC 未充电
0x46	点火开关状态错误
0x47~0x4F	预留

7 接口要求

7.1 原边设备和副边设备接口要求

7.1.1 功率等级

电动汽车无线充电系统的原边设备和副边设备应支持功率等级 MF-WPT1, MF-WPT2, MF-WPT3, MF-WPT4, MF-WPT5 和 MF-WPT6 中的一种或多种。

功率等级 MF-WPT5 可由多个功率等级 MF-WPT4 的模块并联构成。

功率等级 MF-WPT6 可由多个功率等级 MF-WPT5 的模块并联构成。

7.1.2 工作频率

电动汽车无线充电系统的原边设备和副边设备应满足表 81 的工作频率要求。

表 81 工作频率

频率类型	符号	频率/kHz
标称频率	f_{sys}	85
工作频率范围	Δf	±4.5

7.1.3 工作气隙

电动汽车无线充电系统的原边设备和副边设备应满足表 82 的工作气隙要求。

表 82 工作气隙

功率等级	类别	工作气隙/mm
MF-WPT1、MF-WPT2	小气隙	70~130
	中等气隙	120~180
	大气隙	170~230
MF-WPT3	小气隙	110~170
	中等气隙	160~220
	大气隙	210~270
MF-WPT4、MF-WPT5、MF-WPT6	小气隙	120~170
	中等气隙	170~220
	大气隙	220~270

7.1.4 偏移范围

电动汽车无线充电系统的原边设备和副边设备应满足表 83 的偏移范围要求。

表 83 偏移范围

功率等级	类别	最大偏移/mm
MF-WPT1	行驶方向偏移	±75
	垂直于行驶方向偏移	±100
MF-WPT2	行驶方向偏移	±75
	垂直于行驶方向偏移	±100
MF-WPT3、MF-WPT4、 MF-WPT5、MF-WPT6	行驶方向偏移	±100
	垂直于行驶方向偏移	±200

7.1.5 耦合系数

在表 82 要求的工作气隙范围内,以及表 83 行驶方向和垂直于行驶方向要求的偏移范围内,原边线圈

和副边线圈之间的耦合系数应满足: $0.1 \leq k \leq 0.4$ 。

7.1.6 系统效率

在标称条件下,系统效率应达到 5.2.7 标称工作点的要求。在表 83 行驶方向和垂直于行驶方向所有要求的偏移下,系统效率应达到 5.2.7 偏移条件下的要求。

7.1.7 原边设备

7.1.7.1 线圈结构

原边线圈采用“镜像矩形绕组”结构,逻辑上由两个对称线圈组成,即前线圈 A 和后线圈 B,见图 39。线圈为矩形平面线圈,绕组均匀分布,放在高磁导率材料(如铁氧体)的磁芯面板上,磁芯采用边沿扩展型结构。在任一时刻,通过前线圈 A 的电流和通过后线圈 B 的电流是反向的(一个顺时针,另一个逆时针)。功率等级 MF WPT5 可由多个功率等级 MF WPT4 的模块并联构成,功率等级 MF WPT6 可由多个功率等级 MF-WPT5 的模块并联构成,见图 40,为两个小功率等级的原边线圈前后并联构成大功率等级的结构图。

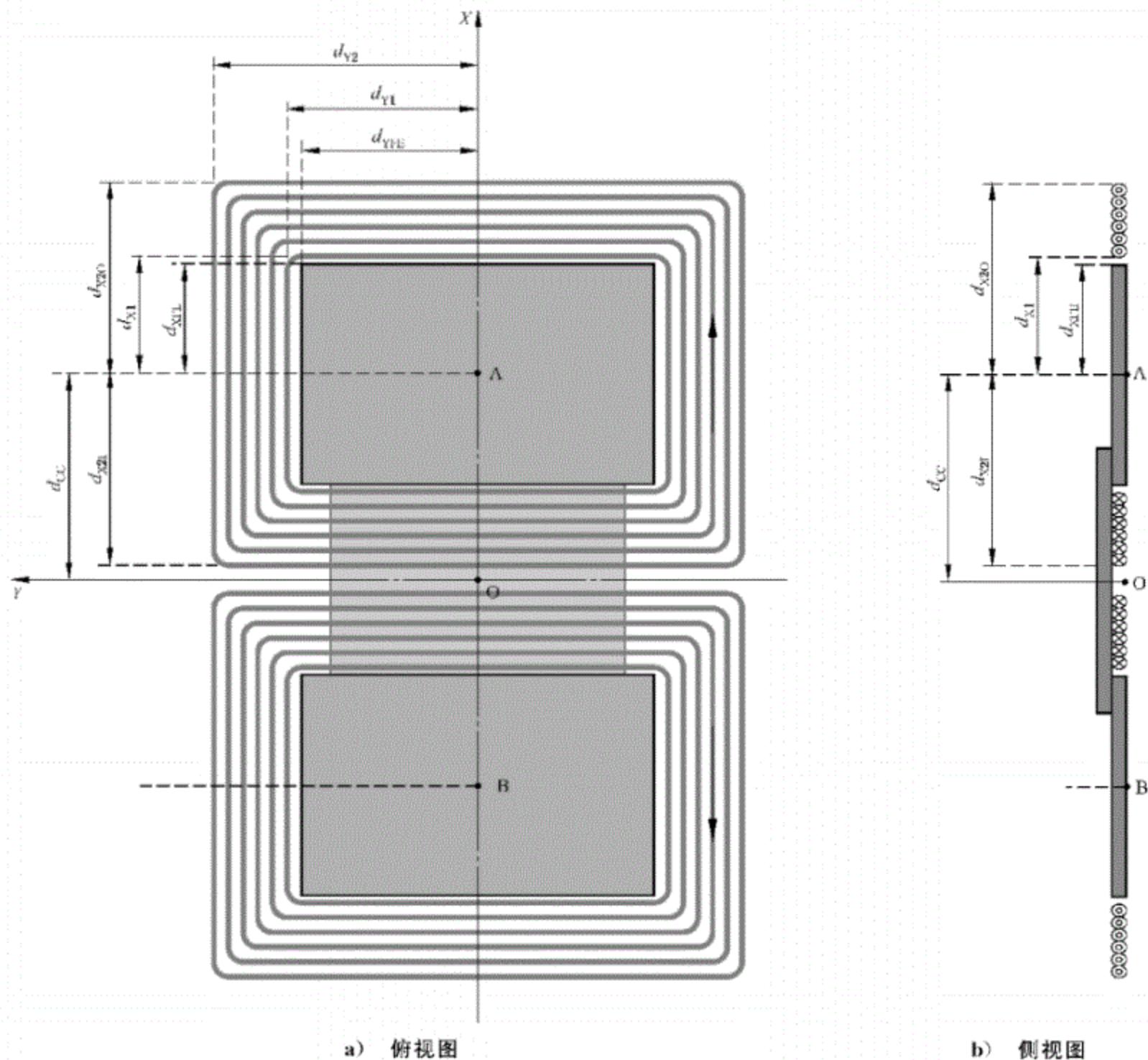


图 39 “镜像矩形绕组”线圈结构

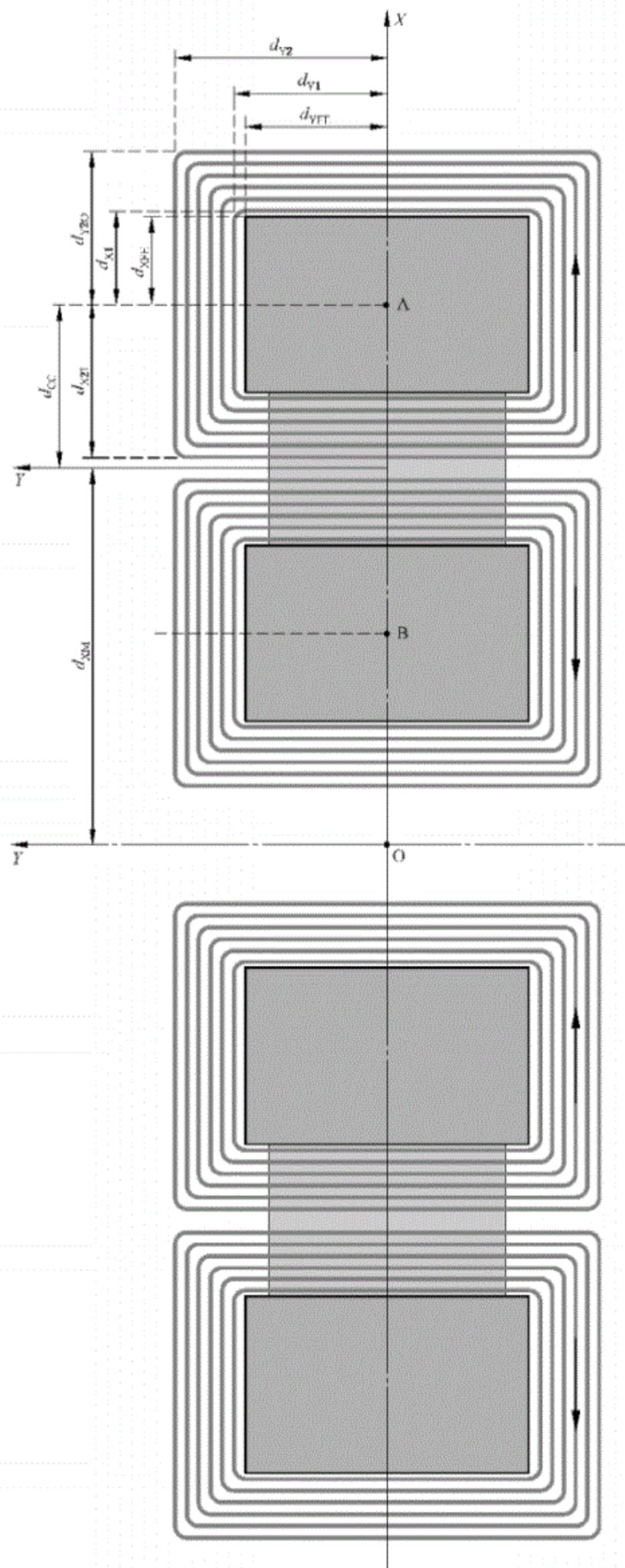


图 40 多个线圈并联结构,两个线圈前后并联

不同功率等级的原边设备应符合表 84 的规格要求。

表 84 原边设备规格

功率等级	标称频率/kHz	参数	值
MF-WPT1、MF-WPT2	85	绕组匝数	16
		利兹线材料	铜
MF-WPT3、MF-WPT4、 MF-WPT5 ^a 、MF-WPT6 ^b	85	绕组匝数	22
		利兹线材料	铜

^a 在采用多个功率等级 MF-WPT4 并联构成功率等级 MF-WPT5 的情况下, 表中给出的 MF-WPT5 参数值为单个功率等级 MF-WPT4 的参数。

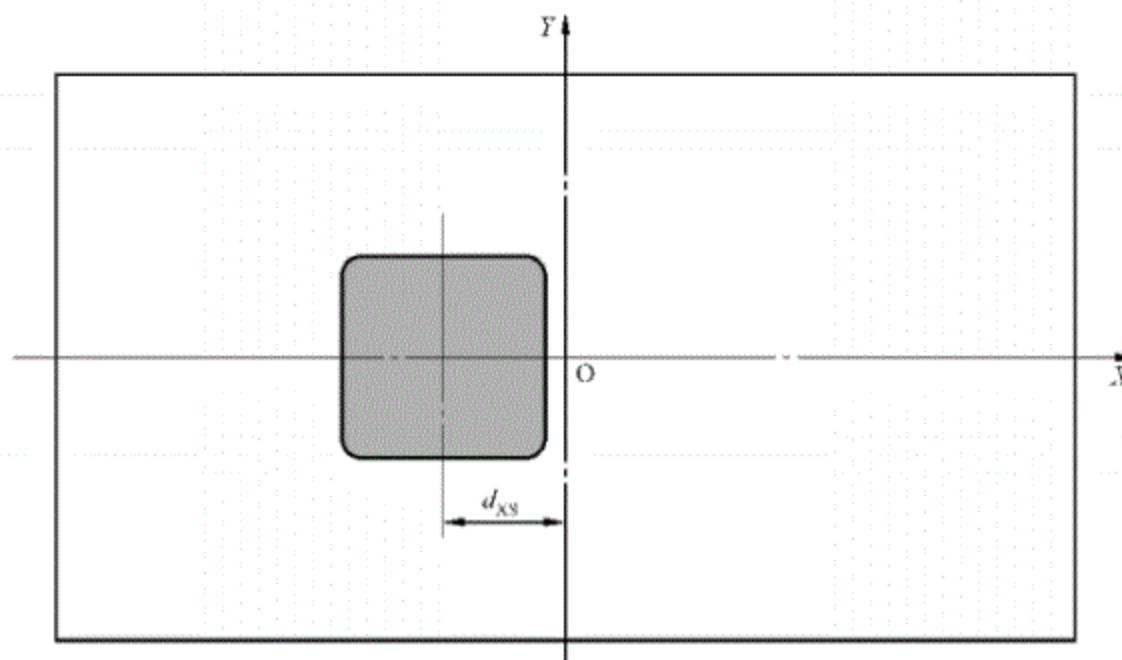
^b 在采用多个功率等级 MF-WPT5 并联构成功率等级 MF-WPT6 的情况下, 表中给出的 MF-WPT6 参数值为单个功率等级 MF-WPT5 的参数。

7.1.7.2 线圈尺寸

原边线圈的尺寸参考设备商提供的数据。

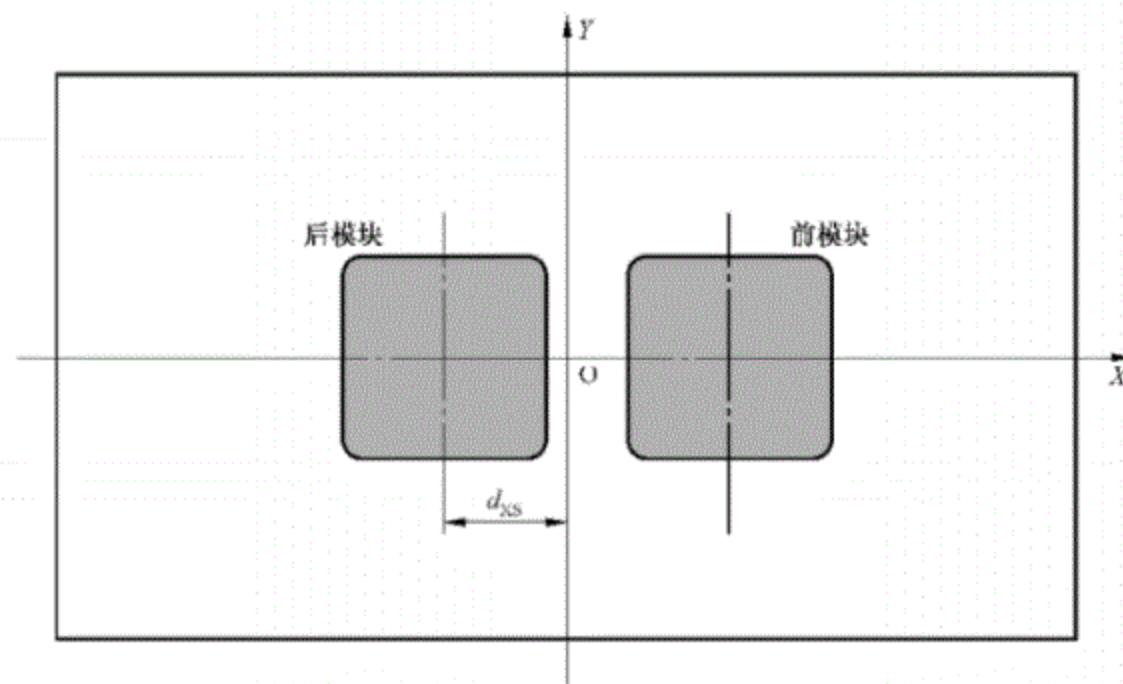
7.1.7.3 安装位置

图 41 为原边设备在无线充电停车位的安装位置示意图。其中, d_{xs} 为原边线圈中心和无线充电停车位中心在前后 X 轴方向的距离。图 41a) 为单模块的情况, 图 41b) 为两个较低功率等级模块前后并联构成较高功率等级模块的情况。



a) 单模块

图 41 无线充电停车位和停车限位器示意图



b) 两个模块前后并联

图 41 (续)

原边设备在无线充电停车位中的安装位置应符合表 85 的要求。

表 85 原边设备安装位置

功率等级	方向	安装位置/mm	坐标轴
MF-WPT1	行驶方向	—	X
	垂直于行驶方向	0	Y
	高度方向	+50	Z
	d_xs/mm	—	X
MF-WPT2	行驶方向	—	X
	垂直于行驶方向	0	Y
	高度方向	+50	Z
	d_xs/mm	—	X
MF-WPT3	行驶方向	—	X
	垂直于行驶方向	0	Y
	高度方向	-65	Z
	d_xs/mm	—	X
MF-WPT4	行驶方向	—	X
	垂直于行驶方向	0	Y
	高度方向	-65	Z
	d_xs/mm	—	X
MF-WPT5	行驶方向	—	X
	垂直于行驶方向	0	Y
	高度方向	-65	Z
	d_xs/mm	—	X

表 85 (续)

功率等级	方向	安装位置/mm	坐标轴
MF-WPT6	行驶方向	—	X
	垂直于行驶方向	0	Y
	高度方向	65	Z
	d_{xs}/mm	—	X

7.1.8 副边设备

7.1.8.1 线圈结构

副边线圈结构应与原边线圈在磁场特性上相匹配。

7.1.8.2 线圈尺寸

副边线圈的尺寸参考设备商提供的数据。

7.1.8.3 安装位置

副边设备在电动汽车上的安装位置,应确保当电动汽车停靠在停车位标称位置时,副边设备与原边设备的相对位置,满足 7.1.3 工作气隙和 7.1.4 偏移范围的要求。

7.1.9 活体保护

无线充电系统宜具有活体保护功能。若该功能在车载设备中实施,当活体保护装置检测到活体时,车载设备应通知地面设施停止充电。

7.1.10 异物检测

无线充电系统应具有异物检测功能。若该功能在车载设备中实施,当异物检测装置检测到异物时,车载设备应通知地面设施停止充电。

7.2 通讯接口要求

IVU 与 WCCMS 之间的通信协议应满足第 6 章的要求。

CSU 与 WCCMS 之间的通信协议应满足第 6 章的要求。

IVU 与 CSU 之间的通信协议应满足第 6 章的要求。

IVU 可采用 OBD 接口与电动汽车 BMS CAN 总线连接。

7.3 定位辅助设备接口要求

无线充电停车位应安装定位辅助设备,见图 16。其中, d_{xAD} 为定位辅助设备安装距离。图 42a)为单模块的情况,图 42b)为两个较低功率等级模块前后并联构成较高功率等级模块的情况。见图 42b)的情况,定位辅助设备安装距离 d_{xAD} 为定位辅助设备中心到后端原边设备的距离。

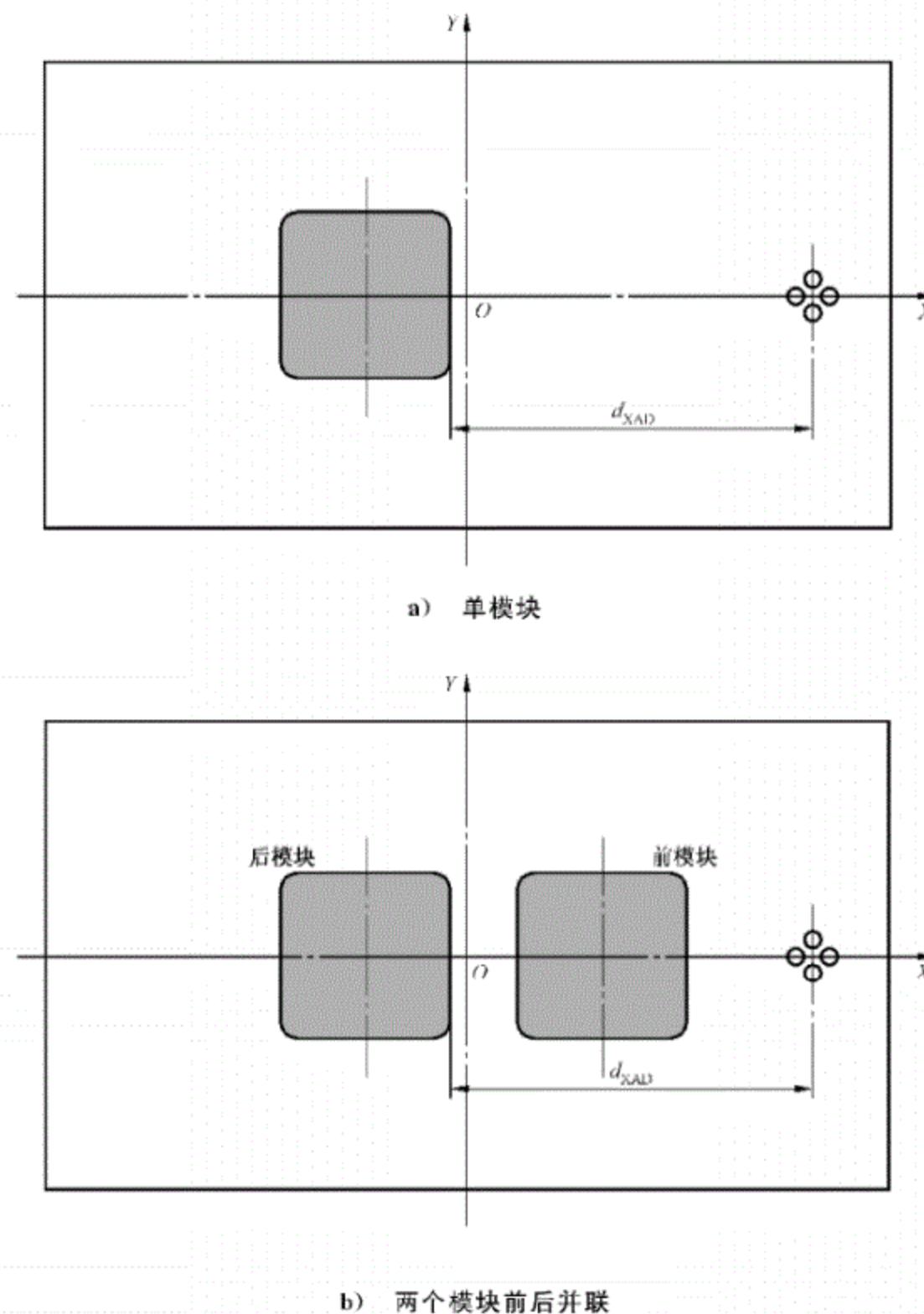


图 42 无线充电停车位和定位辅助设备安装位置示意图

定位辅助设备的安装位置应满足表 86 的要求。

表 86 定位辅助设备安装位置

功率等级	行驶方向*/mm	垂直于行驶方向/mm	d_{XAD}/mm
MF-WPT1	—	0	—
MF-WPT2	—	0	—
MF WPT3	—	0	—
MF WPT4	—	0	—
MF-WPT5	—	0	—
MF-WPT6	—	0	—

* 行驶方向的安装位置参考定位辅助设备距离确定。

8 安全要求

8.1 通信安全

8.1.1 安全框架

电动汽车无线充电系统网络是连接地面通信控制单元(CSU)、车载充电单元(IVU)和无线充电控制管理平台(WCCMS)的基础网络,其安全架构见图 43。网元节点的安全以及通信接口的安全是电动汽车无线充电系统网络通信安全的必要保障。网元节点的安全主要是指节点设备的可靠可信;通信接口的安全主要是保障控制信令和充电数据的安全性,主要的通讯接口包括 IVU 和 WCCMS 之间的接口 Wi,CSU 与 WCCMS 之间的接口 Wc,CSU 和 IVU 之间的接口 Ci。电动汽车无线充电系统网络可以划分为基础设施域,车载域和管理域。其中基础设施域和车载域均有可能处于无人值守的环境,因此设备的可靠性、可信性以及数据的安全性需要重点保障。

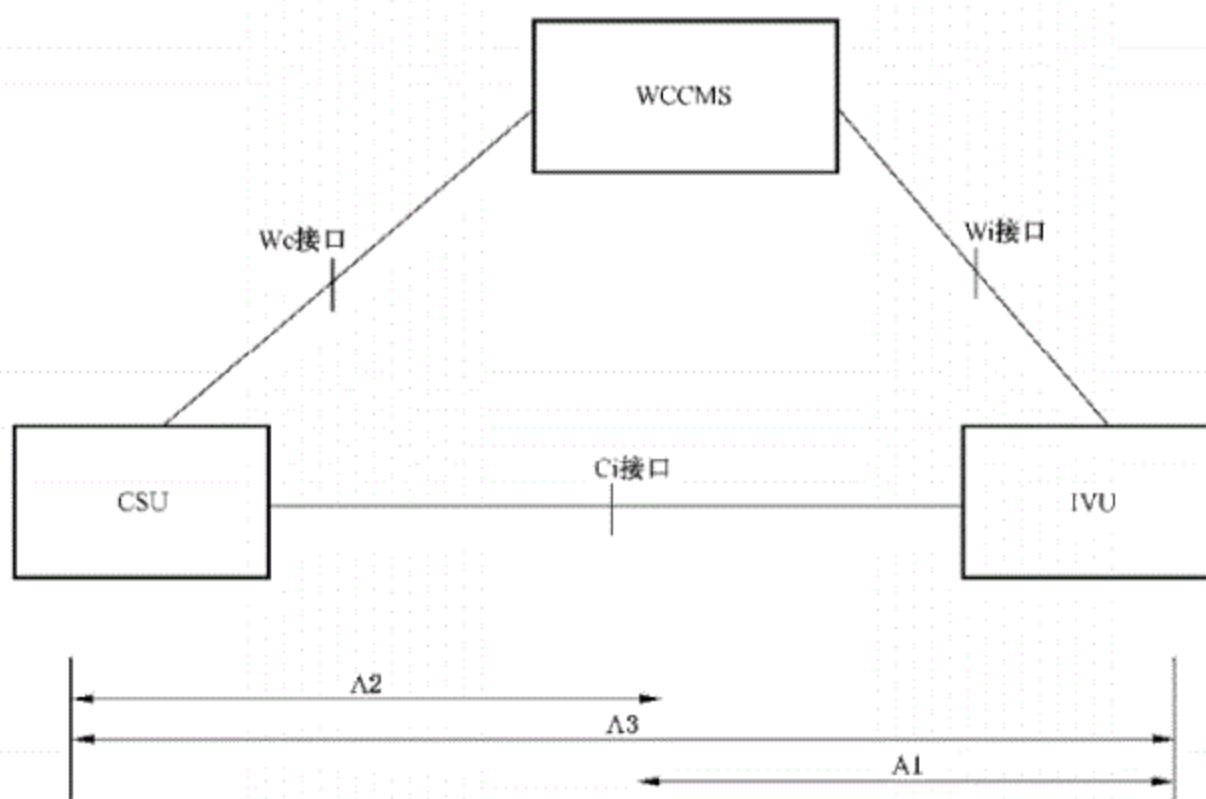


图 43 电动汽车无线充电系统安全架构

该安全框架定义了三个类型的安全功能,每个类型的安全功能应对一定的安全威胁,达到既定的安全目标。

a) A1 类型

IVU 和充电用户接入 WCCMS 的安全,包括 Wi 接口的通信安全和 IVU 设备的可信接入。此安全功能保证 IVU 和充电用户安全接入业务,避免来自网络上的伪造、窃听、拒绝服务和重放等攻击;

b) A2 类型

CSU 接入 WCCMS 的安全,包括 Wc 接口的通信安全和 CSU 设备的可信接入。此安全功能保证 CSU 安全接入业务,避免来自网络上的伪造、窃听、拒绝服务和重放等攻击;

c) A3 类型

IVU 接入 CSU 的安全。此安全功能保证 IVU 和 CSU 之间 Ci 接口的控制信令和数据的安全性。

8.1.2 安全需求

8.1.2.1 A1 安全需求

8.1.2.1.1 IVU 设备完整性验证需求

IVU 应支持对设备硬件系统、固件、系统软件和配置信息的完整性认证,以防止 IVU 被恶意篡改造成对车载充电系统的恶意破坏。

WCCMS 应具备 IVU 的接入验证机制,以保证 IVU 的可信接入,如果 IVU 不能满足可信接入的需求,应能够采取必要的禁止访问或隔离的手段,并应具备相应的机制,引导被隔离的 IVU 进行安全性修补和升级;

IVU 的硬件和固件完整性应进行安全管理;硬件模块和固件的更新应以安全的方式进行保护。

IVU 的软件完整性应进行安全管理;软件的初始安装、更新都应以安全的方式进行保护。

IVU 的参数应进行安全管理;设备的参数配置应以安全的方式进行保护。

IVU 中存储的敏感数据应得到安全保护;比如密钥信息应以物理安全的方式进行管理。

8.1.2.1.2 IVU 与 WCCMS 通信接口 Wi 的安全需求

A1 为 WCCMS 和 IVU 之间的安全,见图 44。必须支持 WCCMS 对 IVU 的认证,IVU 应支持对 WCCMS 的认证;WCCMS 和 IVU 之间的通信必须支持消息机密性和完整性保护。WCCMS 和 IVU 之间应支持设备和用户组合认证。

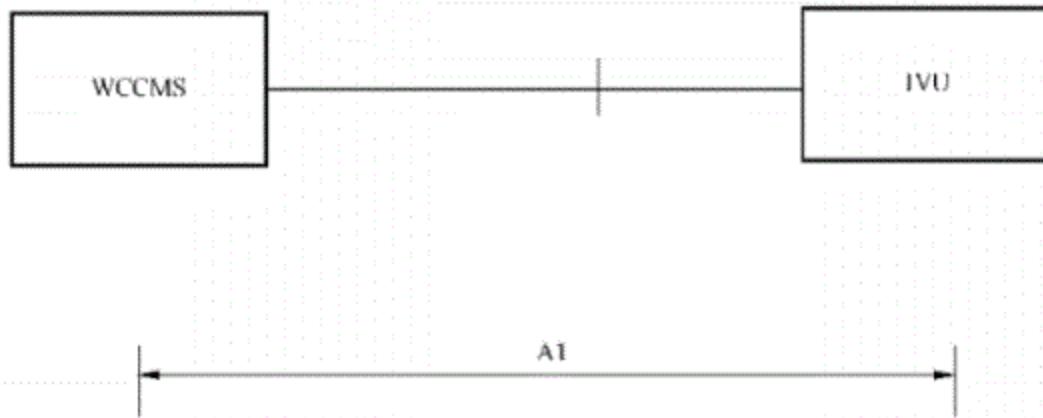


图 44 A1 安全

IVU 和 WCCMS 之间使用传输层安全协议 TLS 进行 IVU 与 WCCMS 之间的认证和通信安全保障,其中:

- TLS 选用版本应当不低于 V1.1(RFC4346);
- TLS 应能使用 IVU 和 WCCMS 各自的证书进行双向认证,应使用 IVU 证书实现 WCCMS 对 IVU 的认证;
- IVU 和 WCCMS 应该支持 X.509V3 数字证书的处理能力;
- TLS 应支持相应 TLS 版本所强制的算法套件;
- TLS 应至少支持下述密码套件:
TLS_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA;
- WCCMS 和 IVU 应支持 TLS 中定义的会话恢复。

A1 安全还必须支持基于 SIM 卡的充电用户和 WCCMS 之间的双向认证。

WCCMS 必须具有安全机制以检测 IVU 设备和 SIM 的绑定关系。

8.1.2.2 A2 安全需求

8.1.2.2.1 CSU 设备完整性验证需求

CSU 应支持对设备硬件系统、固件和系统软件的完整性认证,以防止 CSU 被恶意篡改造成对充电系统的恶意破坏。

WCCMS 应具备 CSU 的接入验证机制,以保证 CSU 的可信接入,如果 CSU 不能满足可信接入的需求,应能够采取必要的禁止访问或隔离的手段,并应具备相应的机制,引导被隔离的 CSU 进行安全性修补和升级。

CSU 的硬件和固件完整性应进行安全管理;硬件模块和固件的更新应以安全的方式进行保护。

CSU 的软件完整性应进行安全管理;软件的初始安装、更新都应以安全的方式进行保护。

CSU 的参数应进行安全管理;设备的参数配置应以安全的方式进行保护。

CSU 中存储的敏感数据应得到安全保护;比如密钥信息应以物理安全的方式进行管理。

8.1.2.2.2 CSU 与 WCCMS 通信接口 We 的安全需求

A2 安全为 WCCMS 和 CSU 之间的 We 接口的安全,见图 45,必须支持 WCCMS 对 CSU 的认证,CSU 应支持对 WCCMS 的认证;WCCMS 和 CSU 之间的通信必须支持消息机密性和完整性保护。WCCMS 和 CSU 之间应支持设备和用户组合认证。

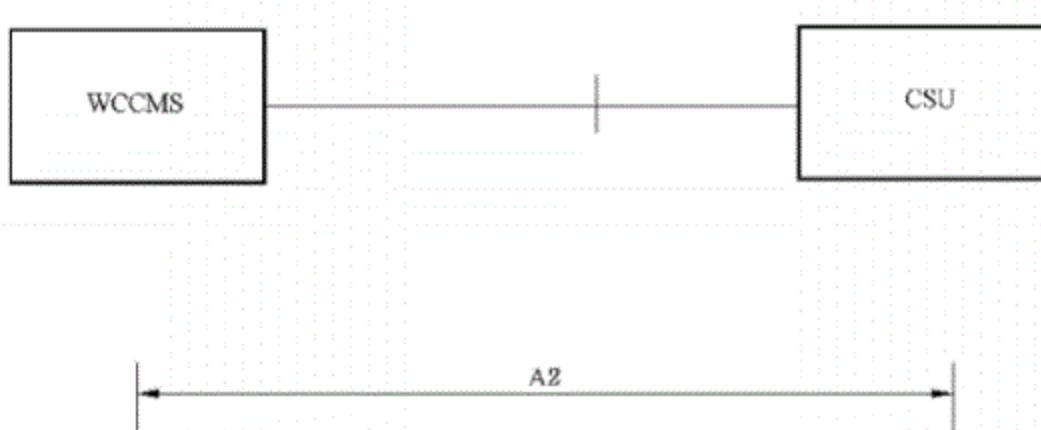


图 45 A2 安全

CSU 和 WCCMS 之间使用传输层安全协议 TLS 进行 CSU 与 WCCMS 之间的认证和通信安全保护,其中:

- TLS 选用版本应当不低于 V1.1(RFC4346);
- TLS 应能使用 CSU 和 WCCMS 双向证书进行双向认证,必须使用 CSU 证书实现 WCCMS 对 CSU 的认证;
- CSU 和 WCCMS 应该支持 X.509V3 数字证书的处理能力;
- TLS 应支持相应 TLS 版本所强制的算法套件;
- TLS 应至少支持下述密码套件:
TLS_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA;
- WCCMS 和 CSU 必须支持 TLS 中定义的会话恢复。

A2 安全必须支持基于 SIM 卡的充电用户和 WCCMS 之间的双向认证。

WCCMS 应具有安全机制以检测 CSU 设备和 SIM 的绑定关系。

8.1.2.3 A3 安全需求

A3 安全指的是 CSU 和 IVU 之间的通讯接口 Ci 的安全,见图 46,CSU 和 IVU 需要支持双向认证,之间传输的控制信令需要机密性、完整性和数据源认证,之间传输的数据可进行完整性保护和数据源认证。

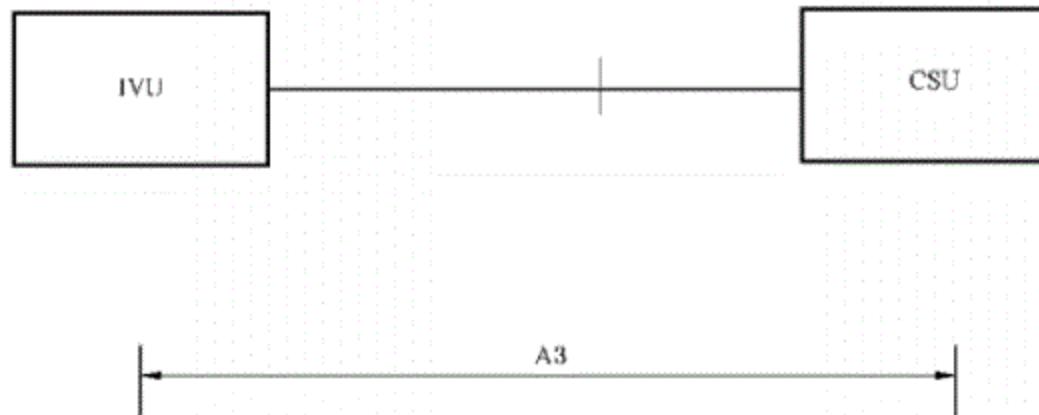


图 46 A3 安全

IVU 和 CSU 之间使用 TLS 保证控制信令的安全,其中:

- IVU 和 CSU 必须使用各自的数字证书进行双向认证;
- IVU 和 CSU 应该支持 X.509V3 数字证书的处理能力;
- TLS 版本不低于 V1.1(RFC4346);
- TLS 除了应当支持相应 TLS 版本所强制的算法套件,还应当额外支持市场上广泛部署的密码套件:
TLS_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA;
- IVU 和 CSU 必须支持 TLS 中定义的会话恢复。

8.1.3 安全技术要求

8.1.3.1 A1/A2 安全技术要求

8.1.3.1.1 CSU(IVU)设备完整性验证流程

为了保证 CSU 和 IVU 的设备可信,需要提供非易失性的可信环境用于存储设备的硬件、固件、软件和配置信息的验证信息,见图 47。

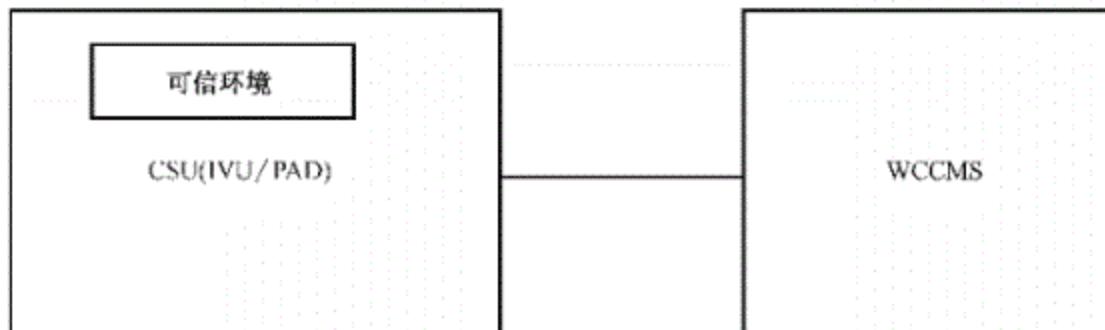


图 47 可信环境

设备的完整性验证可以采用基于数字证书的非对称密钥设备完整性管理方法,其流程见图 48。

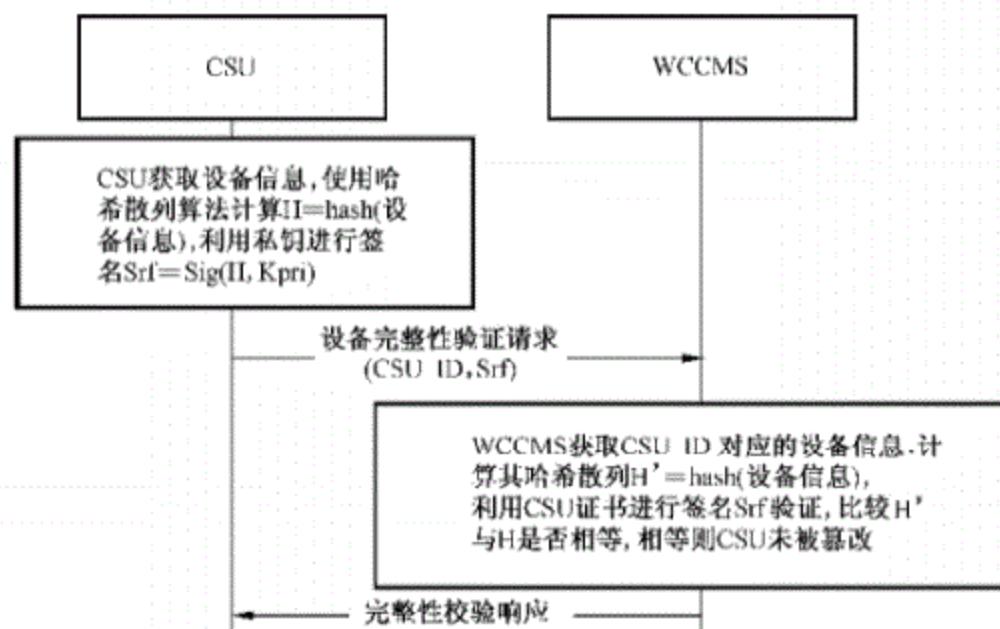


图 48 设备完整性验证流程图

CSU 和 IVU 获取设备信息,包括硬件、固件和软件等信息,使用哈希散列算法计算设备信息的哈希值,利用 CSU 和 IVU 私钥对其进行签名;CSU 和 IVU 向 WCCMS 发送设备完整性请求,携带 CSU 和 IVU 标识,签名的设备信息;WCCMS 获取 CSU 和 IVU 标识对应的设备信息,计算其哈希值,使用 CSU 和 IVU 数字证书对接收到的来自 CSU 和 IVU 设备的设备信息签名进行验证,比较 WCCMS 计算的设备信息哈希值与接收到的设备信息哈希值的一致性,如果相等则表明 CSU 和 IVU 设备未被篡改;WCCMS 向 CSU 和 IVU 返回完整性校验响应。

8.1.3.1.2 基本认证流程

基本认证流程见图 49。

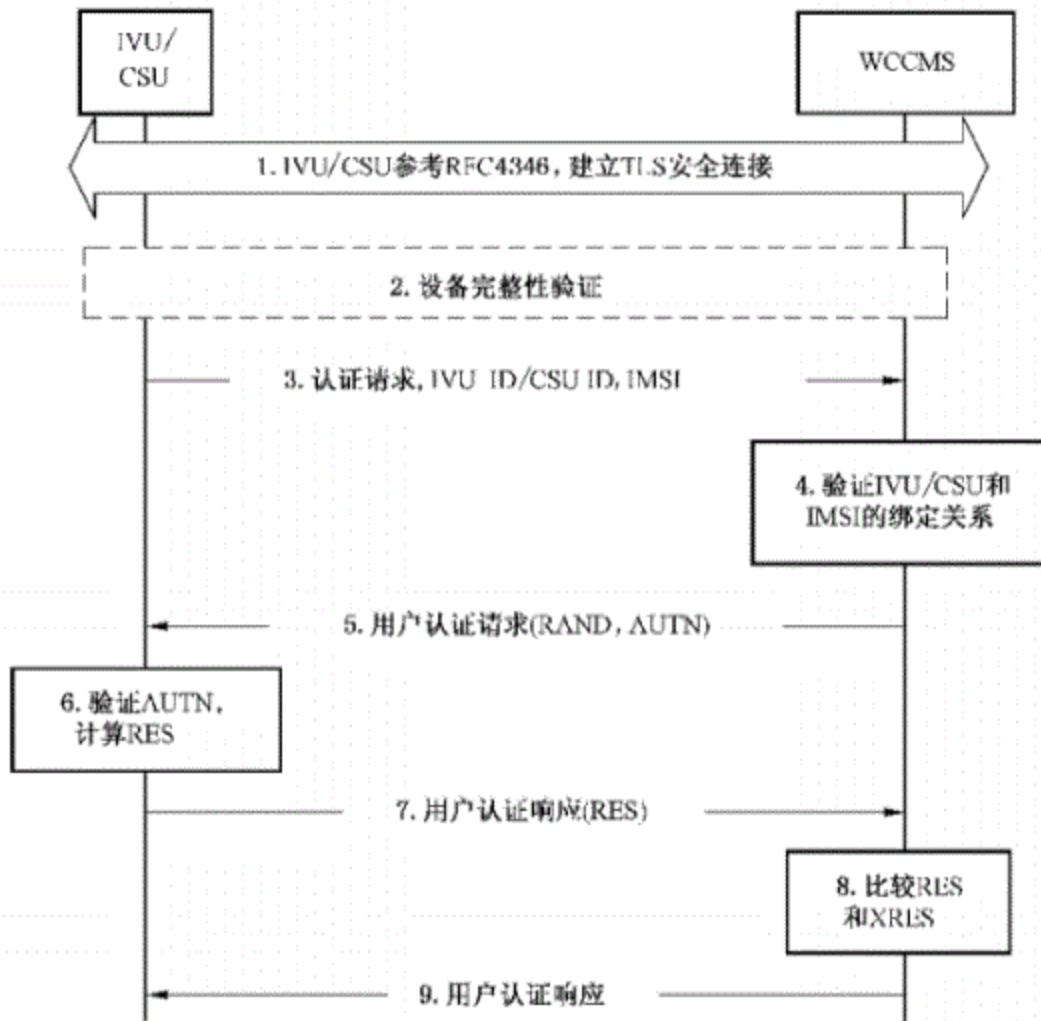


图 49 基本认证流程图

IVU/CSU 参考 RFC4346, 建立 TLS 安全连接。基于 TLS 协议, IVU/CSU 和 WCCMS 之间协商 TLS 版本和密码套件等握手信息, WCCMS 必须使用 IVU/CSU 数字证书认证 IVU/CSU, WCCMS 和 IVU/CSU 协商产生会话密钥。由此完成加密隧道的建立; 可选地, IVU/CSU 进行设备完整性验证, 详细流程见 4.3.1.1: IVU/CSU 向 WCCMS 发起用户认证请求, 参数包括 IVU/CSU ID 和 IMSI, 如果步骤 2 未进行设备完整性验证, 则可选携带 IVU/CSU 计算的设备完整性验证签名作为认证请求参数; WCCMS 验证 IVU/CSU 和 IMSI 的绑定关系, 可选的, 如果接收到设备完整性验证签名, 则进行设备完整性验证; WCCMS 根据 IVU/CSU 的 IMSI 生成认证向量(AV), 认证向量 AV 是一个三元组, 即 (RAND, AUTN, XRES), 生成认证向量的流程见附录 B; 取认证向量中的 RAND 和 AUTN, 作为参数将用户认证请求消息发送给 IVU/CSU; IVU/CSU 验证 AUTN, 完成对网络的认证, 并计算 RES, 算法见附录 C; 如 AUTN 验证成功, IVU/CSU 向 WCCMS 返回用户认证响应, 参数为 RES; WCCMS 验证 RES 和 XRES 的一致性; 如验证成功, WCCMS 向 IVU/CSU 发送用户认证响应。

8.1.3.1.3 认证流程, 并验证车, SIM 和设备的绑定

验证车, SIM 和设备绑定的认证流程见图 50。

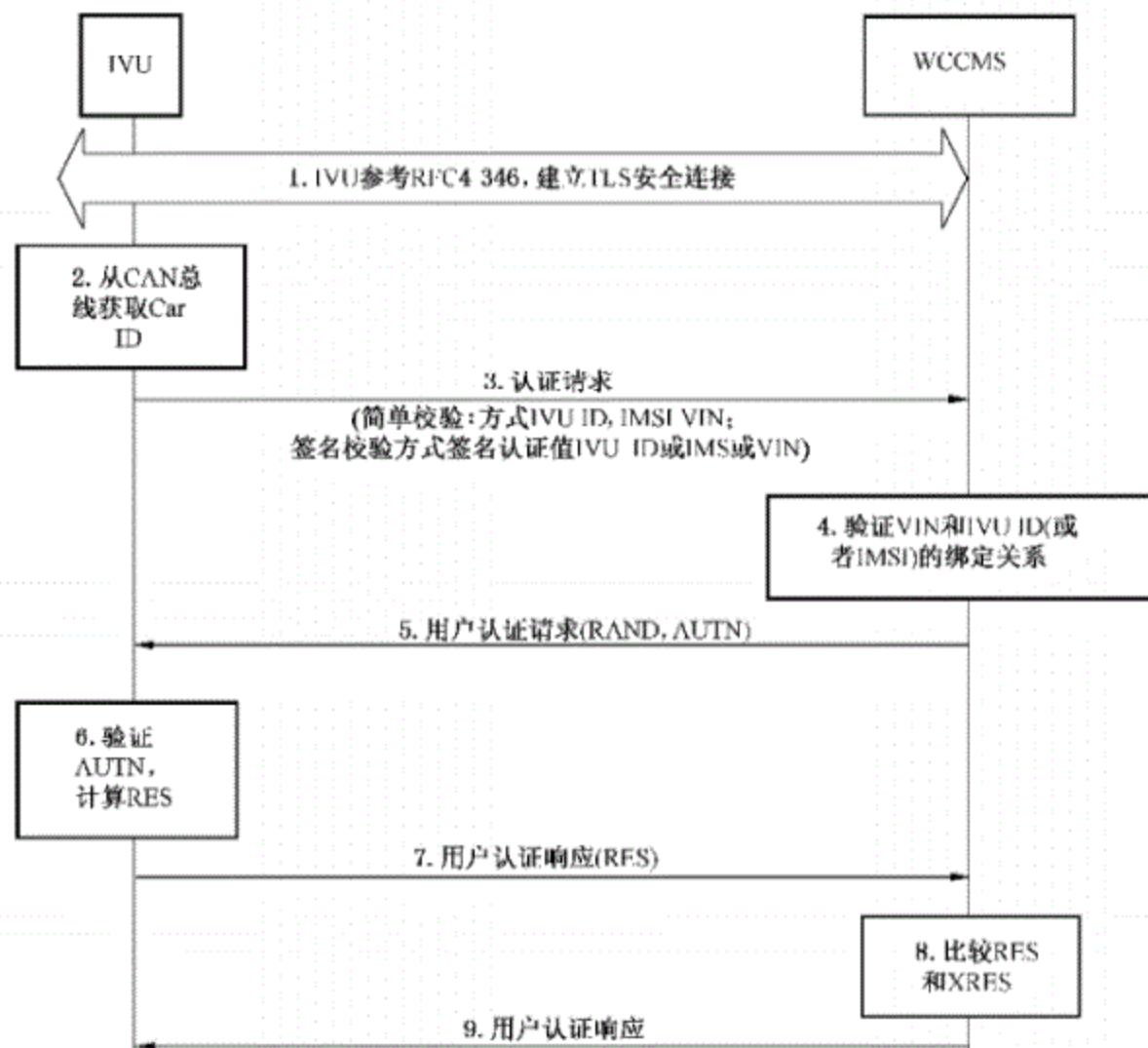


图 50 验证车, SIM 和设备绑定的认证流程图

IVU 参考 RFC4346, 建立 TLS 安全连接。基于 TLS 协议, IVU 和 WCCMS 之间协商 TLS 版本和密码套件等握手信息, WCCMS 必须使用 IVU 数字证书认证 IVU, WCCMS 和 IVU 协商产生会话密钥。由此完成加密隧道的建立; IVU 从 CAN 总线获取车架号 VIN, 并且与 IVU ID 或 IMSI 生成签名认证值; IVU 向 WCCMS 发起认证请求, 采用简单校验方式, 参数包括 IVU ID、IMSI 和 VIN; 采用签名

校验方式,参数包括签名认证值,和 IVU ID、IMSI 或 VIN 中的一个;WCCMS 验证 VIN 和 IVU ID(或者 IMSI)的绑定关系;或者,通过签名认证值验证 VIN 和 IVU ID(或者 IMSI)的绑定关系;步骤 5~9 与 8.1.3.1.2 中的步骤 5~9 相同。

8.1.3.2 A3 安全技术要求

8.1.3.2.1 A3 控制信令接口安全技术要求

IVU 接入 CSU 的认证流程见图 51。

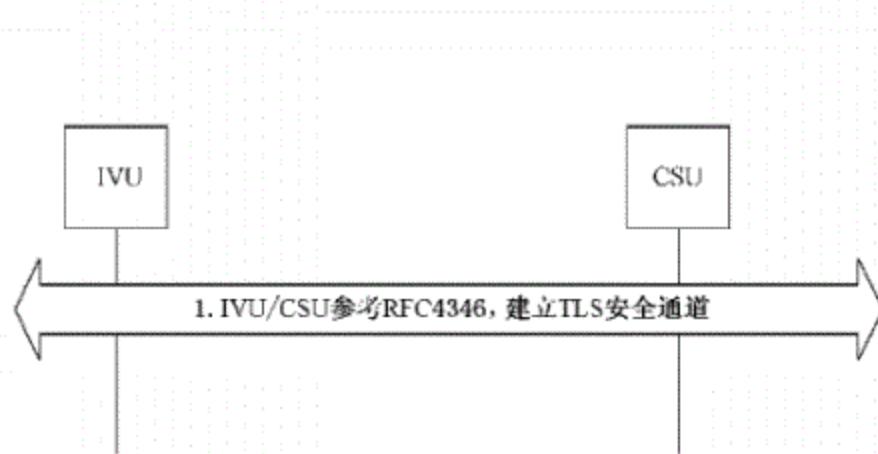


图 51 IVU 接入 CSU 的认证流程图

IVU/CSU 参考 RFC4346,建立 TLS 安全通道,以保证 IVU 和 CSU 之间传输的控制信令的安全性。

IVU 和 CSU 使用各自的证书进行双向认证,基于 TLS 握手协议协商 IVU 和 CSU 之间使用的密码算法套件和会话密钥,建立安全通道。

8.1.3.2.2 A3 数据接口安全技术要求

为了保证 Ci 接口数据的实时传输,数据可采用基于密钥相关的哈希运算消息认证码 HMAC 进行完整性保护和数据源认证保护。

8.2 电气安全

8.2.1 铭牌和标识

铭牌上至少应标明:产品名称、产品型号、额定输入输出电压(或电压范围)、额定输入输出电流、额定工作频率(或频率范围)、认证标识、制造商名称或商标,生产日期等信息。

无线充电系统设备应在醒目位置设置警示标识,包括但不限于:接地标识、大漏电流警示标识、高压危险警示标识等。

8.2.2 绝缘电阻

用开路电压为表 87 中规定的电压等级的测试仪器测量,无线充电系统非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间绝缘电阻不应小于 $10\text{ M}\Omega$ 。

表 87 绝缘电阻测试仪器的电压等级

额定绝缘电压 U_i/V	绝缘电阻测试仪器的电压等级/V
≤ 60	250
$60 < U_i \leq 300$	500
$300 < U_i \leq 700$	1 000
$700 < U_i \leq 950$	1 000

8.2.3 耐压试验

无线充电系统非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间,按其工作电压应能承受表 88 所规定历时 1 min 的工频耐压试验,试验过程中应无绝缘击穿和飞弧现象。

表 88 耐压试验的试验电压等级

额定绝缘电压 U_i/V	耐压试验电压
≤ 60	DC 1.4 kV/AC 1.0 kV
$60 < U_i \leq 300$	DC 2.8 kV/AC 2.0 kV
$300 < U_i \leq 700$	DC 3.36 kV/AC 2.4 kV
$700 < U_i \leq 950$	DC $2.8U_i + 1400$ V/AC $2U_i + 1\ 000$ V

8.2.4 冲击耐压

无线充电系统各带电回路之间、各带电回路与地(金属外壳)之间,按其工作电压应能承受表 89 所规定标准雷击波的短时冲击电压试验。试验过程中应无击穿放电。

表 89 冲击耐压试验的试验电压等级

额定绝缘电压 U_i/V	冲击耐压试验电压
≤ 60	$\pm 1\text{ kV}$
$60 < U_i \leq 300$	$\pm 2.5\text{ kV}$
$300 < U_i \leq 700$	$\pm 6\text{ kV}$
$700 < U_i \leq 950$	$\pm 6\text{ kV}$

8.2.5 接触电阻

8.2.5.1 接地电阻

无线充电系统控制柜保护连接导体接地连续性应满足如下要求:

- a) 额定电流小于或等于 16 A 时,保护连接导体的阻值不能超过 $0.1\ \Omega$,试验后保护连接导体不能损坏;
- b) 额定电流大于 16 A 时,保护连接导体的压降不能超过 2.5 V,试验后保护连接导体不能损坏。

8.2.5.2 等电位连续性

无线充电系统车载设备等电位连续性应满足如下要求：

- 额定电流小于或等于 16 A 时,任意两点之间的阻值不能超过 0.1Ω ,试验后产品不能损坏;
- 额定电流大于 16 A 时,任意两点之间的压降不能超过 2.5 V,试验后产品不能损坏。

8.2.6 接触电流和保护导体电流

无线充电系统控制柜的输入火线、零线对保护地(PE)的接触电流应不大于 3.5 mA。

当接触电流大于 3.5 mA 时,接触电流有效值不应超过每相输入额定电流值的 5%,控制柜保护接地导线的截面积不应小于 1.0 mm^2 ,且在靠近设备的交流电源连接端处,应设置标有警告语或类似词语的标识。

8.2.7 设备内电容器的放电

无线充电系统设备在设计上应当保证,在电网电源外部断接后,满足 IPXXB 防护等级;或者,在电网电源外部断接后 1 s,在人员可触及的导电部分之间或任何导电部分和保护导体之间的电压应不大于 60 Vdc 或者存储的能量应小于 0.2 J。

8.2.8 爬电距离和电气间隙

无线充电系统地面设备的电气间隙和爬电距离应满足表 90 规定的要求。

表 90 无线充电系统地面设备的电气间隙和爬电距离要求

额定绝缘电压/V	电气间隙/mm	爬电距离/mm
$U_i \leq 60$	3.0	3.0
$60 < U_i \leq 300$	5.0	6.0
$300 < U_i \leq 700$	8.0	10.0
$700 < U_i \leq 950$	14.0	20.0

注 1:当主电路与控制电路或辅助电路的额定绝缘电压不一致时,其电气间隙和爬电距离可分别按其额定值选取。

注 2:具有不同额定值主电路或控制电路导电部分之间的电气间隙与爬电距离,应按最高额定绝缘电压选取。

注 3:小母线、汇流排或不同级的裸露的带电导体之间,以及裸露的带电导体与未经绝缘的不带电导体之间的电气间隙不小于 12 mm,爬电距离不小于 20 mm。

无线充电系统车载设备的电气间隙和爬电距离应满足表 91 规定的要求。

表 91 无线充电系统车载设备的电气间隙和爬电距离要求

额定绝缘电压/V		额定电流 $\leq 63 \text{ A}$		额定电流 $> 63 \text{ A}$	
交流	直流	电气间隙/mm	爬电距离/mm	电气间隙/mm	爬电距离/mm
≤ 60	≤ 75	2	3	3	4
$> 60 \sim 250$	$> 75 \sim 300$	3	4	5	8
$> 250 \sim 380$	$> 300 \sim 450$	4	6	6	10

表 91 (续)

额定绝缘电压/V		额定电流≤63 A		额定电流>63 A	
交流	直流	电气间隙/mm	爬电距离/mm	电气间隙/mm	爬电距离/mm
>380~500	>450~600	6	10	8	12
>500~660	>600~700	6	12	8	14
>660~750	>700~800	10	14	10	20
>750~1 140	>800~1 200	14	20	14	28

注 1: 表中所列电压和电流均为交流方均根值或直流值。
注 2: 作为装置组成部件的电器元件及单元,其电气间隙和爬电距离应符合相应标准规定。

8.3 安全试验要求

8.3.1 铭牌标识耐久性试验

产品上与安全有关的标识,例如铭牌、警告标签、保护地标识、开关标识等,用蘸水的棉布擦拭标记 15 s,然后用蘸汽油的棉布擦拭标记 15 s,擦拭力不低于 5 N。经过擦拭后,标记应清晰可辨,不可掉色,不可轻易被揭掉,不应出现卷边。

8.3.2 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验应符合以下要求:

a) 地面设备:

输入对地(机壳)、输出对地(机壳)绝缘电阻试验:试验电压按照 8.2.2 的表 89 中规定,试验时间 1 min,绝缘阻抗不低于 10 MΩ;

b) 车载设备:

输入对机壳、输出对机壳绝缘电阻试验:试验电压按照 8.2.2 的表 89 中规定,试验时间 1 min,绝缘阻抗不低于 10 MΩ。

8.3.3 耐电压试验

耐电压试验应符合以下要求:

a) 地面设备:

1) 输入对地(机壳)、输出对地(机壳)耐压试验:试验电压按照 8.2.3 表中规定,试验时间 1 min,试验过程中无绝缘击穿和飞弧现象;

2) 输入对通讯端口、输出对通讯端口 耐压试验:试验电压按照 8.2.3 表中规定,试验时间 1 min,试验过程中无绝缘击穿和飞弧现象。

b) 车载设备:

1) 输入对地(机壳)、输出对地(机壳)耐压试验:试验电压按照 8.2.3 表中规定,试验时间 1 min,试验过程中无绝缘击穿和飞弧现象;

2) 输入对通讯端口、输出对通讯端口 耐压试验:试验电压按照 8.2.3 表中规定,试验时间 1 min,试验过程中无绝缘击穿和飞弧现象。

8.3.4 冲击耐压试验

在无线充电系统的控制柜非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地(金属外壳)之间按

表 92 规定施加 3 次正极性和 3 次负极性标准雷电波的短时冲击电压,每次间隙不小于 5 s,脉冲波形 1.2/50 μ s,电源阻抗 500 Ω ,试验时其他回路和外露的导电部分接地,试验过程中,试验部位不应出现击穿放电,允许出现不导致损坏绝缘的闪络。如果出现闪络,则应复查介电强度,介电强度试验电压为规定值的 75%。

8.3.5 接触电阻试验

选择无线充电系统输入接地端为一测试点,在远离输入接地端为另一测试点;在两个测试点间通过 2 倍的输入额定电流,用电压表测量该两点间的电压降,计算两点间的电阻:

- 如果待测电路额定电流小于或等于 16 A 时,测试电流是待测电路额定电流的 2 倍,试验时间为 2 min;
- 如果待测电路额定电流大于 16 A,测试电流为待测电路额定电流的 2 倍,试验时间参照 GB 4943.1—2011 表 2E 的要求。

8.3.6 接触电流试验

在无线充电系统正常工作时,用接触电流测试仪器(模拟人体阻抗)进行试验,测试每根输入火线、零线与保护地线的泄漏电流值。

注:试验前电网输入与无线充电系统控制板之间需要加入一个隔离变压器设备,其输出容量需要大于无线充电系统工作时的输出功率。

8.3.7 设备内电容器的放电试验

无线充电系统正常工作时,从设备外部连接端子断开后开始计时,人员可触及的导电部分之间或任何导电部分和保护导体之间的电压降低至 60 Vdc 或者存储的能量降低至 0.2 J 时停止计时,这段时间即为放电时间,放电时间要求不超过 1 s。

或者,检查设备外部连接处断开后的连接端子,若能满足 IPXXB 防护等级,则不需要进行放电时间的试验。

8.4 机械安全

8.4.1 一般要求

WPT 地面设备采用的材料应能承受机械、电气、热和环境应力,可在指定的环境条件下运行。

经过如下的每个试验之后,WPT 系统应能在标称电压下输出最大功率。

通过以下试验来检验是否合格:

- IP 等级不受影响;
- 门可正常操作使用,锁点不受损;
- 试验期间电气间隙保持令人满意的状态;
- 对于有金属外壳的无线充电设备,永久或暂时的扭曲变形不会导致带电部件和外壳之间发生接触;
- 不允许性能降低。

有绝缘材料外壳的无线充电设备在满足以上条件的情况下,小凹痕、小程序的表面开裂或剥落损伤可以忽略,只要裂缝没有危害到无线充电设备的正常使用。

8.4.2 稳定性/机械冲击

8.4.2.1 限制访问的位置

外壳能抵抗的最小机械冲击程度应为 IK07,见 GB/T 20138。

通过检查、测量和实验来检验是否合格。

8.4.2.2 不受限制访问的位置

在非限制区的设备外壳的机械性能应符合 GB/T 7251.5—2008 中 8.2.101 的试验要求。

对壁挂式设备,最小机械冲击保护等级应为 IK08。

对地面安装设备,最小机械冲击保护等级应为 IK10。

试验后,不允许性能降低。

通过以下试验确认是否合格:

- a) IP 等级不受影响;
- b) 门可正常操作使用,锁点不受损;
- c) 试验期间电气间隙保持令人满意的状态;
- d) 对于有金属外壳的无线充电设备,永久或暂时的扭曲变形不会导致带电部件和外壳之间发生接触。

有绝缘材料外壳的无线充电设备在满足以上条件的情况下,小凹痕、小程度的表面开裂或剥落损伤可以忽略,只要裂缝没有危害到无线充电设备的正常使用。

8.4.2.3 车辆过载驱动

车辆承重过载驱动能力必须由制造商在操作手册中说明。

8.4.3 机械负荷

8.4.3.1 总体要求

非车载无线充电设备,无论墙挂式或地面安装,均应按制造商的安装说明固定。500 N 的力应在非车载无线充电设备的顶部水平四个方向上或者最坏的水平方向上施加 5 min。非车载无线充电设备不应产生比如下更严重的损坏或形变:

- a) 50 mm,加载负荷时;
- b) 10 mm,加载负荷后。

8.4.3.2 静态负荷

地面安装的设备应符合 GB/T 7251.5—2008 中 8.2.101.1 的试验要求。

壁挂设备不做此试验。

8.4.3.3 冲击负荷

地面安装的设备应符合 GB/T 7251.5—2008 中 8.2.101.2 的试验要求。

壁挂设备不做此试验。

8.4.3.4 扭曲应力

地面安装的设备应符合 GB/T 7251.5—2008 中 8.2.101.3 的试验要求。

壁挂设备不做此试验。

8.4.3.5 门的强度

地面安装的设备应符合 GB/T 7251.5—2008 中 10.2.101.3 的试验要求。

壁挂设备不做此试验。

8.4.3.6 锋利物体引起的机械冲击力

室外地面安装的设备应符合 GB/T 7251.5—2008 中 8.2.101.5 的试验要求。

壁挂设备不做此试验。

8.4.4 材料和部件强度

8.4.4.1 防腐蚀保护

正常使用的情况下,应通过使用合适的材料或针对裸露表面的保护涂层以确保防腐蚀保护。

实验样本应是新的,处于符合 GB 7251.1—2013 中,10.2.2.1 的测试程序所规定的清洁状态,且:

- a) 室内设备的严格试验 A,见 GB 7251.1—2013 中 10.2.2.2;
- b) 室内设备的严格试验 B,见 GB 7251.1—2013 中 10.2.2.3。

通过 GB 7251.1—2013 中,10.2.2.1,10.2.2.4 实验,和 10.2.2.2(室内)或 10.2.2.3(室外)实验,检验是否合格。

8.4.4.2 检验标准

8.4.4.1 规定的检验后,外壳或样品应在自来水中冲洗 5 min,在蒸馏或去矿物质水中漂洗,然后甩干或风干。待测样品随后在正常使用环境下存放 2 h。

通过视觉检查以下条件是否合格:

- a) 没有超过 GB/T 30789.3 锈蚀等级 Ri1 的铁氧化物、开裂或其他更严重恶化情况。涂料和清漆方面,应按 GB/T 30789.3 的要求确认样品符合样本 Ri1;
- b) 机械完整性不受损害;
- c) 密封性未被损坏;
- d) 门、铰链、门锁和紧固件无异常。

8.4.5 环境条件

无线充电系统的设计应当能够耐受正常的汽车溶剂和液体、振动与冲击影响,符合材料的可燃性标准要求和其他适当的应用条件要求。

8.4.6 绝缘材料

8.4.6.1 外壳热稳定性

用绝缘材料制造的外壳,其热稳定性应符合 GB 7251.1—2013 中的干热试验规定。

通过 GB 7251.1—2013 中,10.2.3.1 规定的检查、实验来检验是否合格。

8.4.6.2 抗火(灼热丝)

绝缘材料的裸露部分、带电部件的绝缘部分应耐高热和火。

外部导体不应被视为载流部件。

在有疑问的情况下,有必要确定绝缘材料是否保留载流部件和接地电路是否接地。设备在有问题的绝缘材料被移除、导体处于正常工作位置的情况下进行检查。

如下部件所使用的材料的适用性,需要通过灼热丝试验进行验证:

- a) 装配组件,或;
- b) 来自装配组件的零件。

试验应在 a) 或 b) 的材料最薄部分进行试验。

灼热丝尖端温度要求为:

- a) 960℃,如果必须保留载流部件;
- b) 850℃,对于安装在空心墙的外壳;
- c) 650℃,对于所有其他部件,包括必须保留保护导体的部件。

这个尖端温度适用于平坦的表面,不适用于凹陷、凸起、窄槽或尖锐的边缘,如果可能,离配件边缘不小于 9 mm。

该试验针对一个样本,若对试验结果有疑问,重新测试两个标本。

如下情况下,部件被认为通过了灼热丝试验:

- a) 没有可见的火焰和无持续发光,或;
- b) 火焰或标本的灼热发光现象或周边物体的灼热发光现象在灼热丝移除后 30 s 内消失,并且周边部件没有被完全烧毁。不应引发纸张的持续燃烧。

制造商可以以绝缘材料供应商所提供的数据证明材料的适用性符合如上试验要求。

8.4.6.3 球压试验

根据 GB/T 5169.21 的要求,对需要进行球压实验的绝缘材料进行球压试验。

该试验在加热柜中进行,其温度:

- a) (125±5)℃,含带电体的部件;
- b) (80±5)℃,其他部件。

对于会产生形变的材料,其直径不应超过 2 mm。该试验不应在陶瓷材料上进行。

8.4.6.4 爬电电阻

带电部件的绝缘材料应有爬电电阻。

除了陶瓷材料,通过符合 GB/T 4207 的试验来检验是否合格,并采用以下参数:

- a) PTI 试验;
- b) 方案 a;
- c) 电压 175 V。

在达到 50 次试验之前(在总共滴答 50 滴之前),不应出现闪络或电极击穿现象。

8.4.6.5 抗紫外线辐射

本试验仅适用于室外设备的机壳和其他外部部件,且机壳或外部部件由合成材料或涂有合成材料的金属构成。

这些部件的样本应按 GB 7251.1—2013 中 10.2.4 的规定进行试验。

8.5 雷击安全

8.5.1 雷击冲击电流

无线充电系统地面设备的交流输入电源线路浪涌保护器的冲击电流和标称放电电流值应符合表 92 规定的 C 级要求。

表 92 电源线路的浪涌保护器的冲击电流和标称放电电流参数推荐值

雷电防护等级	总配电箱		分配电箱	设备机房配电箱和需要特殊保护的电子信息设备端口处	
	LPZ0 与 LPZ1 边界		LPZ1 与 LPZ2 边界	后续防护区的边界	
	10/350 μs I类试验	8/20 μs II类试验	8/20 μs II类试验	8/20 μs II类试验	1.2/50 μs 和 8/20 μs 复合波 III类试验
	I _{imp} /kA	I _n /kA	I _n /kA	I _n /kA	U _{oc} /I _{sc} / kV/kA
A	>20	>80	>40	>5	>10/>5
B	≥15	≥60	≥30	≥5	≥10/≥5
C	≥12.5	≥50	≥20	≥3	≥6/≥3
D	≥12.5	≥50	≥10	≥3	≥6/≥3

注: SPD 分级应根据保护距离、SPD 连接导线长度、被保护设备耐冲击电压额定值 U_w 等因素确定。

8.5.2 雷击冲击电流试验要求

参考标准: GB 50343

试验等级: C 级防雷; 20 kA 冲击电流; 冲击电流波形: 1.2/50 μs+8/20 μs 混合波

试验方法: 在雷击实验室进行, 将浪涌电流回路分别连接到 L N、L PE 和 N PE 中进行雷击冲击电流测试。

试验限值: 符合 C 级(20 kA)冲击电流要求。

8.6 电磁场辐射

8.6.1 电磁场曝露参考限值

无线充电系统电磁场辐射值应符合 ICNIRP 2010 标准规定的公众曝露参考限值, 见表 93。

表 93 时变电场和磁场公众曝露的参考限值(未畸变有效值)

频率范围	电场强度 E kV/m	磁场强度 H A/m	磁通密度 B T
1 Hz~8 Hz	5	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^{-2} / f^2$
8 Hz~25 Hz	5	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^{-3} / f$
25 Hz~50 Hz	5	1.6×10^2	2×10^{-4}
50 Hz~400 Hz	$2.5 \times 10^2 / f$	1.6×10^2	2×10^{-4}
400 Hz~3 kHz	$2.5 \times 10^2 / f$	$6.4 \times 10^1 / f$	$8 \times 10^{-2} / f$
3 KHz~10 MHz	8.3×10^{-2}	21	2.7×10^{-5}

注: f 取频率单位为 Hz 时的频率数值。

8.6.2 电磁场辐射试验要求

8.6.2.1 保护区域

保护区域的定义见 5.6.8。

8.6.2.2 测量点位置示意图

原边设备和副边设备应对齐。车前、车后、车左和车右的测量点距离车体表面为 0.2 m。如图 52 所示。

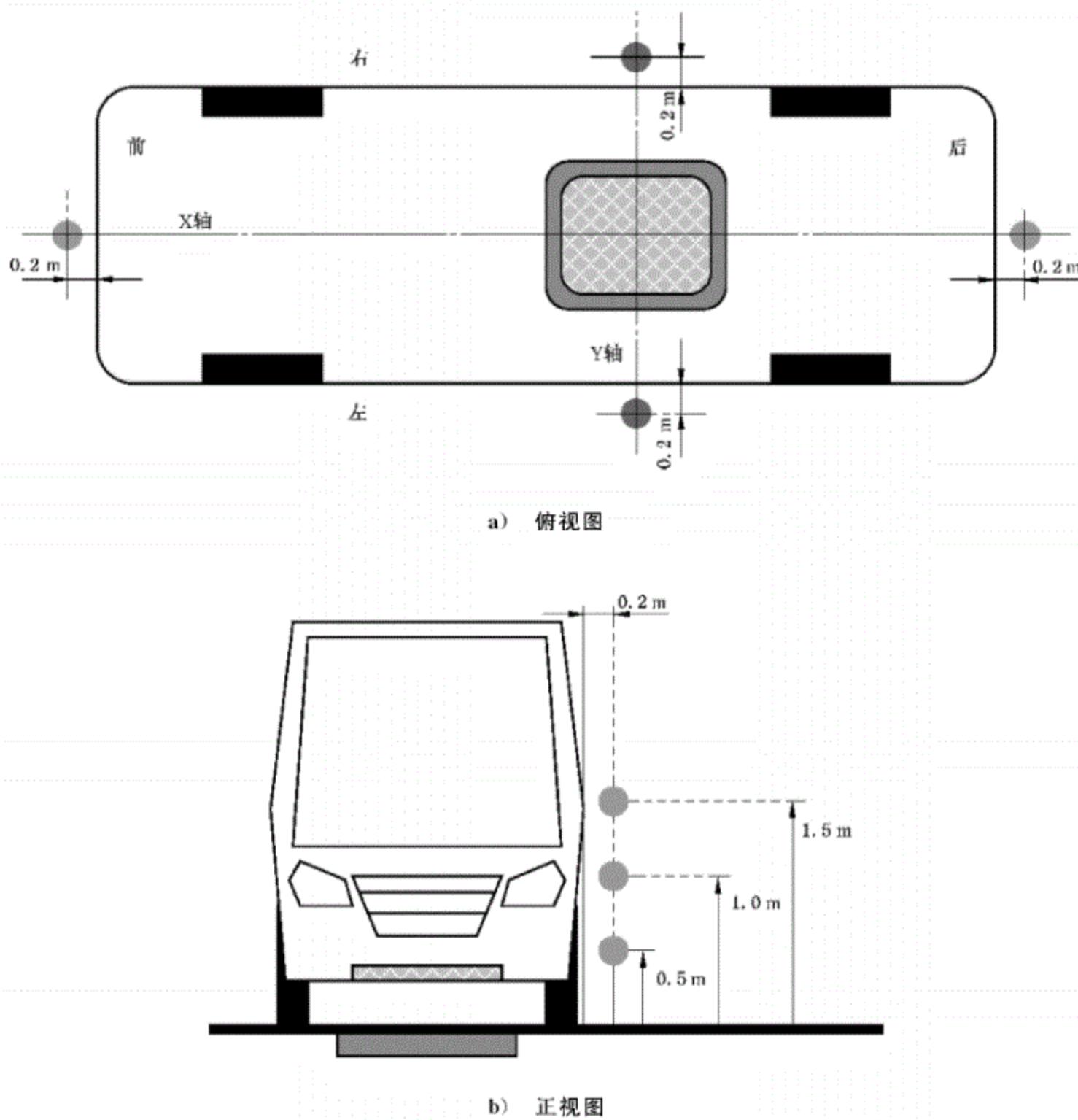


图 52 测量点示例

8.6.2.3 电磁场辐射测试说明

电磁场辐射测试需要进行下面两种条件下的电磁场曝露值测试：

- 电动汽车正常摆放位置(变压器无偏移)；
- 电动汽车在最大偏移(X 轴/Y 轴最大偏移)条件下测试。

车外、车内测试选取点见表 94。

表 94 测试选取点

大巴车 车内		乘用车/商务车 车内	
前面(司机位置)	左、中、右	司机位置	左、右
车前门位置	左、中、右	后排位置	左、右
车后门位置	左、中、右	最后排位置(7 座)	左、右
车尾位置	左、中、右		
大巴车 车外		乘用车/商务车 车外	
车头前方	左、中、右	车头前方	左、中、右
车前门位置	左、右	前门位置	左、右
车后门位置	左、右	后门位置	左、右
车尾位置	左、中、右	车尾位置	左、中、右

9 管理系统要求

9.1 管理系统功能要求

9.1.1 概述

无线充电控制管理系统(WCCMS)功能可以分成运维监控管理、业务运营管理、系统管理三部分，其中：

- a) 运维监控管理部分包括：
配置管理、性能管理、告警管理、拓扑管理、通信链路监测、时间同步和软件管理功能；
- b) 业务运营管理部分包括：
充电业务管理、业务管理、计费管理功能；
- c) 系统管理部分包括：
用户权限管理、日志管理、系统软件管理和制表打印功能。

9.1.2 运维监控管理

9.1.2.1 配置管理

本规范中采用 UML 来模型化电动汽车无线充电系统中被管理的资源，电动汽车无线充电系统的管理对象类包括充电站、充电桩、地面通信控制单元 CSU、功率发送控制 PTC、充电车位、电动汽车、车载通信控制单元 IVU、功率拾取控制 PPC 和充电用户，各管理对象类的关联关系如图 53 所示。配置管理应具备增加、删除、查询管理对象及修改管理对象属性的功能。

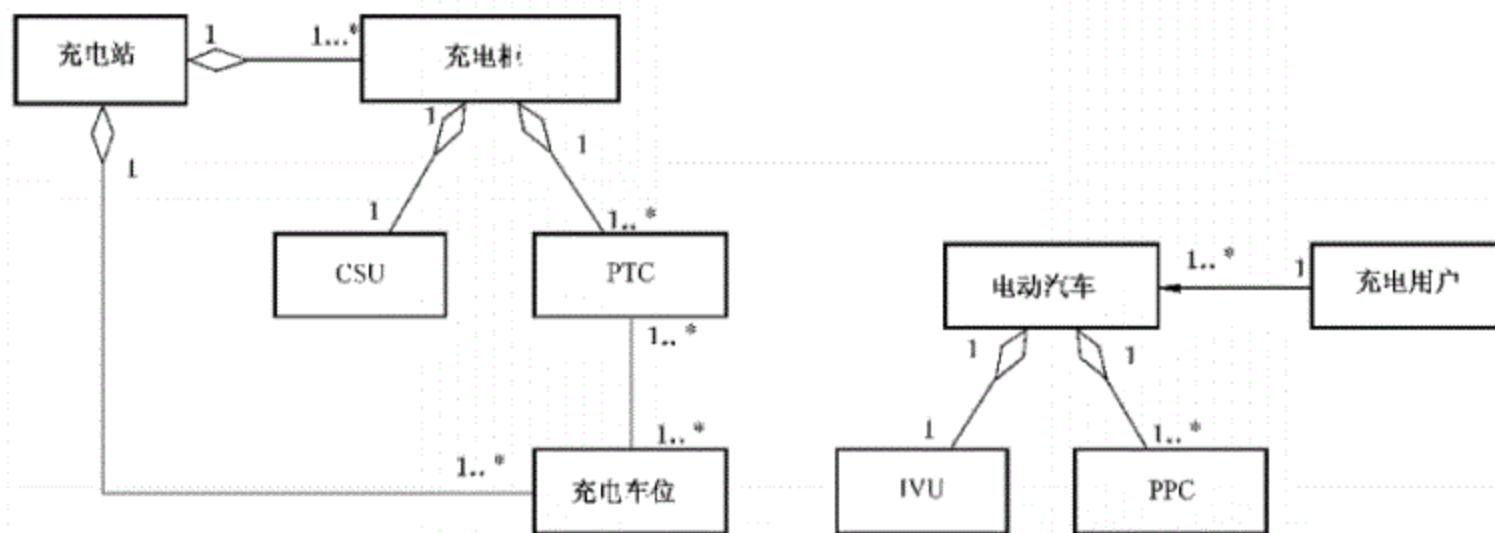


图 53 电动汽车无线充电系统管理对象关系图

9.1.2.1.1 充电站

充电站管理对象类用于表示提供无线充电服务的充电站或无线充电位。

该管理对象类的属性见表 95。

表 95 充电站对象的属性

属性	说明	类型	限定
充电站名称	充电站或充电位的名称	字符串	必选, 可读写
充电站标识	充电站或充电位的唯一标识	字符串	必选, 可读写
充电站位置	充电站或充电位的地理位置	字符串	必选, 可读写
充电站建立时间	充电站或充电位的建立时间	字符串	可选, 可读写
充电桩	充电站或充电位内所有充电桩的标识的列表,充电桩标识参见 4.2.1.2	字符串列表	必选, 可读写
充电站类型	充电站或充电位的类型, 包括公用、专用	枚举	可选, 可读写
充电站状态	充电站的状态, 包括正常运营、暂停运营	枚举	必选, 可读写
设备商	设备商的名称	字符串	可选, 可读写

9.1.2.1.2 充电桩

充电桩管理对象类用于表示提供无线充电服务的充电桩。

该管理对象类的属性见表 96。

表 96 充电桩对象的属性

属性	说明	类型	限定
充电桩标识	充电桩在充电站或充电位范围内唯一标识	字符串	必选, 可读写
充电桩位置	充电桩的地理位置	字符串	必选, 可读写
充电桩建立时间	充电桩的建立时间	字符串	可选, 可读写
CSU 用户标识	CSU 用户的唯一标识, 参见第 6 章	字符串	必选, 可读写
PTC	PTC 标识的列表, PTC 标识参见第 6 章	字符串列表	必选, 只读 ^a
设备商	设备商的名称	字符串	可选, 可读写

^a 只读表示该信息只能由充电设备直接上报给管理系统或管理系统根据与设备侧的交互自动生成, 维护人员不能通过管理系统修改该信息, 其中 CSU、PTC 和充电车位的信息由 CSU 上报, 电动汽车的部分信息、IVU 和 PPC 的信息由 IVU 上报。

9.1.2.1.3 地面通信控制单元 CSU

CSU 管理对象类表示地面通信控制单元。

该管理对象类的属性见表 97。

表 97 CSU 对象的属性

属性	说明	类型	限定
CSU 用户标识	CSU 用户的唯一标识	字符串	必选, 只读
CSU 设备标识	CSU 设备的唯一标识	字符串	必选, 只读
CSU 状态	CSU 状态包括 CSU 启动和 CSU 下线, 参见第 6 章	枚举	必选, 只读
CSU 软硬件版本信息	CSU 的设备软硬件版本信息, 参见第 6 章	结构体 软硬件版本 { PCB 版本字符串; 序列号 字符串; 软件版本 字符串; BOOT 版本 字符串; KERNEL 版本 字符串; 生成厂家 字符串; }	必选, 只读

9.1.2.1.4 功率发送控制 PTC

PTC 管理对象类表示充电柜内逆变模块。

该管理对象类的属性见表 98。

表 98 PTC 对象的属性

属性	说明	类型	限定
PTC 标识	PTC 的标识	字符串	必选, 只读
可服务车位	可以提供充电的车位的标识列表, 充电车位标识参见 4.2.1.5	字符串列表	必选, 只读
在服车位	正在提供充电的车位的标识, 充电车位标识参见 4.2.1.5	字符串	必选, 只读
PTC 状态	PTC 的状态, 包括充电状态、非充电状态、故障状态, 参见第 6 章	枚举	必选, 只读
PTC 组	表示该 PTC 所属 PTC 组的信息, PTC 组表示该组内的 PTC 可同时给某个有多个充电线圈的充电车位充电。PTC 组信息包括 PTC 组标识、PTC 角色, 其中 PTC 角色表示该 PTC 在所属 PTC 组的角色, 具体分为主 PTC 和辅 PTC, 当多线圈充电车位只需要一个 PTC 提供充电时, 应由主 PTC 提供充电	结构体 { PTC 组标识 字符串; PTC 角色 枚举; }	可选, 可读写
PTC 软硬件版本信息	PTC 的设备软硬件版本信息, 参见第 6 章	结构体 软硬件版本 { PCB 版本 字符串; 序列号 字符串; 软件版本 字符串; BOOT 版本 字符串; KERNEL 版本 字符串; 生成厂家 字符串; }	必选, 只读

表 98 (续)

属性	说明	类型	限定
PFC 状态	PFC 的状态,包括 PFC 启动和 PFC 下电,参见第 6 章	枚举	必选,只读
PFC 供电类型	电网给 PFC 供电的类型,包括单相和三相	枚举	必选,只读
PFC 软硬件版本信息	PFC 的设备软硬件版本信息,参见第 6 章	结构体 软硬件版本 {PCB 版本 字符串;序列号 字符串;软件版本 字符串;BOOT 版本 字符串;KERNEL 版本字符串;生成厂家 字符串;}	必选,只读

9.1.2.1.5 充电车位

充电车位管理对象类表示可以提供无线充电服务的停车位。

该管理对象类的属性见表 99。

表 99 充电车位对象的属性

属性	说明	类型	限定
充电车位标识	充电车位的标识	字符串	必选,只读
充电车位名字	充电车位的名字	字符串	必选,只读
使用状态	充电车位的使用状态,包括占用、充电中、空闲	枚举	必选,只读
电动汽车	正在使用该充电车位的 IVU 用户标识	字符串	必选,只读
可提供服务的 PTC	可以给本充电车位提供充电的 PTC 标识列表,PTC 标识参见 4.2.1.4	字符串列表	必选,只读
原边线圈	本车位内所有原边线圈的列表,原边线圈包括线圈编号,线圈类型,线圈功率,线圈频率,线圈角色和正提供服务的 PTC。 线圈编号为充电车位内唯一标识; 线圈类型包括圆形、螺线型、镜像矩形、镜像平面; 线圈功率是该线圈所支持的功率等级列表,可以是 MF-WPT2、MF-WPT3、MF-WPT4、MF-WPT5、MF-WPT6; 线圈频率,85 kHz; 线圈角色分为主线圈和辅线圈,当充电车位只需要一个线圈给电动汽车提供充电服务时,应由主线圈提供充电。当充电车位只有一个充电线圈时,默认为主线圈; 正提供服务的 PTC 表示正在给本线圈提供充电的 PTC 的标识,PTC 组标识参见 4.2.1.4	原边线圈列表 结构体 原边线圈 {线圈编号 字符串;线圈类型 枚举型;线圈功率 字符串列表;线圈频率 枚举; 线圈角色 字符串;正提供服务的 PTC 字符串})	可选,只读

9.1.2.1.6 电动汽车

电动汽车管理对象类表示支持无线充电的汽车。

该管理对象类的属性见表 100。

表 100 电动汽车对象的属性

属性	说明	类型	限定
车架号	电动汽车的车架号	字符串	必选,只读
IVU 用户标识	IVU 用户的唯一标识,参见 4.2.1.7	字符串	必选,只读
PPC	PPC 标识的列表	字符串列表	必选,只读
车型	电动汽车型号	字符串	可选,可读写
车牌号	电动汽车的车牌号	字符串	可选,可读写
厂家信息	电动汽车的生产厂家	字符串	可选,可读写

9.1.2.1.7 车载通信控制单元 IVU

IVU 管理对象类表示电动汽车内的车载通信控制单元。

该管理对象类的属性见表 101。

表 101 IVU 对象的属性

属性	说明	类型	限定
IVU 用户标识	IVU 用户的唯一标识,参见第 6 章	字符串	必选,只读
IVU 设备标识	IVU 设备的唯一表示,参见第 6 章	字符串	必选,只读
IVU 状态	IVU 的状态,包括初始化成功状态、开始等待充电状态、正在充电状态、非充电状态、故障状态,参见第 6 章	枚举	必选,只读
充电车位标识	充电车位的唯一标识,参见 4.2.1.5	字符串	必选,只读
读卡器版本	读卡器的版本,读卡器用于读取充电车位标识	字符串	必选,只读
IVU 软硬件版本信息	IVU 的设备软硬件版本信息,参见第 6 章	结构体 软硬件版本 (PCB 版本 字符串;序列号 字符串;软件版本 字符串;BOOT 版本 字符串;KERNEL 版本 字符串;生成厂家 字符串;)	必选,只读

9.1.2.1.8 功率拾取控制 PPC

PPC 管理对象类表示电动汽车内的功率拾取控制模块。

该管理对象类的属性见表 102。

表 102 PPC 对象的属性

属性	说明	类型	限定
PPC 标识	PPC 的标识	字符串	必选, 只读
PPC 角色	PPC 的角色, 可分为主 PPC 和辅 PPC, 当电动汽车有多个 PPC 而只需要一个 PPC 给电池充电时, 由主 PPC 提供充电	枚举	可选, 只读
PPC 状态	PPC 的状态, 包括充电状态、非充电状态、故障状态, 参见第 6 章	枚举	必选, 只读
PPC 软硬件版本信息	PPC 的设备软硬件版本信息, 参见第 6 章	结构体 软硬件版本 {PCB 版本 字符串; 序列号 字符串; 软件版本 字符串; BOOT 版本 字符串; KERNEL 版本 字符串; 生成厂家 字符串; }	必选, 只读
副边线圈	PPC 使用的副边线圈, 副边线圈包括线圈编号, 线圈类型, 线圈功率, 线圈频率。 线圈编号为电动汽车内唯一标识; 线圈类型包括圆形、螺线型、镜像矩形、镜像平面; 线圈功率是该线圈所支持的功率等级列表, 功率等级, 可以是 MF WPT2、MF WPT3、MF WPT4、MF WPT5、MF WPT6; 线圈频率, 85 kHz	结构体 副边线圈 { 线圈编号 字符串; 线圈类型 枚举; 线圈功率 字符串列表; 线圈频率 枚举}	可选, 只读

9.1.2.1.9 充电用户

充电用户管理对象类表示使用无线充电业务的用户。

该管理对象类的属性见表 103。

表 103 充电用户对象的属性

属性	说明	类型	限定
用户姓名	用户的姓名	字符串	必选, 可读写
用户身份证号	用户的身份证号	字符串	必选, 可读写
用户电话	用户的电话	字符串	必选, 可读写
IVU 用户标识	IVU 用户唯一标识, 参见 4.2.1.7	字符串	必选, 可读写
账户等级	账户的等级, 数字越高, 等级越高	整型	可选, 可读写
账户类型	账户的类型, 可以分为集团、个人	枚举	可选, 可读写
集团名称	用户所属集团的名称	字符串	条件必选, 条件为账户类型为集团, 可读写
行驶证号	用户的行驶证号	字符串	必选, 可读写
车架号	该用户所使用电动汽车的车架号	字符串	必选, 可读写

9.1.2.2 性能管理

CSU 和 IVU 宜采取主动方式实时上报性能测量数据, CSU 上报的性能测量数据的采集周期可默认为 2 min, IVU 只在充电状态时上报性能测量数据, 这些性能测量数据的采集周期可默认为 0.5 min。管理系统应能接收和存储 CSU 和 IVU 上报的性能测量数据用于监测充电设备的状态, 并可设置 CSU 和 IVU 上报的性能测量数据的采集周期。管理系统宜保存性能测量的历史数据用于统计分析无线充电系统的性能, 并可设置存储期限和存储容量。管理系统可以支持下发性能测量任务给 CSU 和 IVU, 性能测量任务中可设置性能测量的采集周期、上报周期以及需要上报的性能测量项。管理系统也可以给需要上报的性能测量项设置告警阈值, 当性能测量项的值超过或低于阈值时会产生性能告警。

PFC 的性能测量数据应由 CSU 上报, 具体的性能测量项包括:

- a) A 相输入电压;
- b) B 相输入电压;
- c) C 相输入电压;
- d) 输入频率;
- e) 输入电量;
- f) A 相输入电流;
- g) B 相输入电流;
- h) C 相输入电流;
- i) A 相有功功率;
- j) B 相有功功率;
- k) C 相有功功率;
- l) A 相视在功率;
- m) B 相视在功率;
- n) C 相视在功率;
- o) 正 BUS 电压;
- p) 负 BUS 电压。

PPC 的性能测量数据应由 IVU 上报, 具体的性能测量项目包括:

- a) PPC 给电池输出电压;
- b) PPC 给电池输出电流;
- c) PPC 散热器温度;
- d) PPC 的输入电压;
- e) 充电电量;
- f) 充电时间。

BMS 的性能测量数据应由 IVU 上报, 具体的性能测量项包括:

- a) 当前电压;
- b) 当前电流;
- c) 电池组最高电压;
- d) 电池组最低电压;
- e) 电池组最高温度;
- f) 电池组最低温度;
- g) SOC 信息。

9.1.2.3 告警管理

9.1.2.3.1 概述

告警管理是指当电动汽车无线充电系统及其环境出现异常情况时所采取的管理活动,告警是充电设施在检测到异常情况时产生并主动报告给管理系统的通知。告警管理应具备告警上报及存储、告警确认与清除、告警信息同步和告警信息查询及统计功能。

9.1.2.3.2 告警信息

每条告警的信息见表 104。

表 104 告警信息

字段	说明	限定
告警号	告警的标识	必选
告警源	产生告警的设备标识	必选
告警产生时间	告警产生的时间	必选
清除告警的系统标识	清除告警的系统的标识,可以是管理系统的标识或充电设施的标识	可选
清楚告警的用户标识	清除告警的维护人员的标识	可选
告警确认时间	告警确认的时间	可选
告警状态	告警的状态有: 1) 新产生:未消除、未确认的告警; 2) 已确认:未清楚,但已确认的告警; 3) 被锁定:确认前已消除的告警; 4) 已消除:已确认并消除的告警	可选
确认告警的系统标识	确认告警的系统的标识	可选
确认告警的用户标识	确认告警的维护人员的标识	可选
告警等级	告警的等级有: 1) 紧急告警:使业务中断并需要立即采取故障检修的告警; 2) 主要告警:影响业务并需要立即采取故障检修的告警; 3) 次要告警:不影响现有业务,但需采取措施以阻止恶化的告警; 4) 提示告警:不影响现有业务,但有可能成为影响业务的告警,可视需要采取措施	必选
告警类别	告警的类别有: 1) 设备告警:与设备硬件有关的告警,包括线路故障、端口故障等; 2) 通信告警:与通信状态有关的告警,如通信协议告警、数据包丢失等; 3) 环境告警:与环境有关的告警,如火警、温度告警等; 4) 处理机告警:与软件处理有关的告警,包括缓冲区溢出、内存故障、软件故障等	可选
告警原因	告警原因见附录 D	必选

9.1.2.3.3 告警上报及存储

管理系统应能根据 CSU 和 IVU 主动上报的状态信息、充电过程中反馈的消息和链路监测的情况确定 CSU 和 IVU 出现的故障并产生告警给维护人员,或 CSU 和 IVU 通过通知消息实时上报告警信息给管理系统,具体分为:

- 新告警通知:当有新的告警产生时,CSU 或 IVU 应通过新告警通知上报告警,通知中携带 9.1.2.3.2 中的告警信息;
- 告警改变通知:当告警等级发生变化时,CSU 和 IVU 可发送告警改变通知给管理系统上报变化后的告警信息,该通知消息为可选;
- 告警清除通知:当告警被清除后,CSU 和 IVU 应发送告警清楚通知给管理系统,告警清除参见 9.1.2.3.4。

管理系统应能实时接受 CSU 和 IVU 上报的告警信息,并自动更新当前告警列表。管理系统宜保存历史告警的数据便于告警分析,并可设置存储期限和存储容量。

对于新生成或接收到的告警,管理系统宜采用醒目的方式提示维护人员,比如颜色变化、图标闪烁或声音提示等,可根据告警等级、告警类型等设置不同的提示方式。

9.1.2.3.4 告警确认及清除

管理系统宜支持告警清除和告警确认的功能,告警确认是指维护人员能对所有从 CSU 和 IVU 接收但尚未确认的告警进行确认,对于未经确认的告警应保持对维护人员的提示,直到用户进行确认。

管理系统宜支持手工和自动两种方式清除告警。对于自动方式,CSU 和 IVU 应能通过告警清除通知向管理系统实时上报告警清除的信息,对于由网络通信故障造成的告警清除信息丢失,管理人员可手动清除指定告警。当告警被清除后,管理系统应将该告警从当前告警转移到历史告警中。

告警状态会根据告警清除和告警确认的情况发生状态转变,如图 54 所示。

告警状态可以仅支持新产生和已清除两种状态,当管理系统根据 CSU 和 IVU 上报的状态信息和链路监测的情况判定告警已经清除时,告警状态从新产生状态转变成已清除状态且无需进行确认。

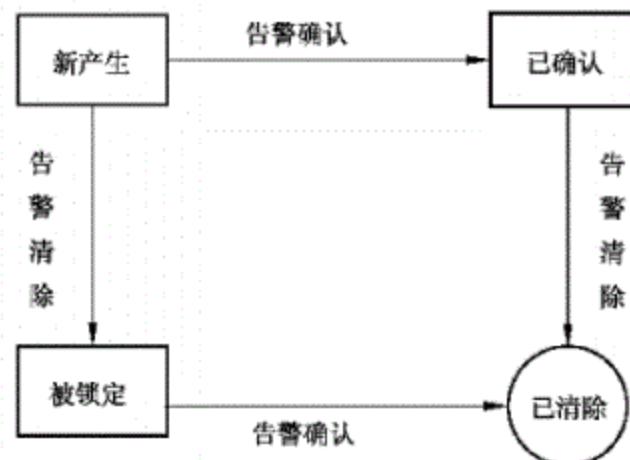


图 54 告警状态的转换图

9.1.2.3.5 告警信息同步

告警同步是指管理系统的活动告警与 CSU 或处于充电状态的 IVU 上报的告警状态出现不一致时,管理系统需要从 CSU 或 IVU 获取当前告警来进行核对以保证告警信息的一致性。

告警同步适用于下列情况:

- 当管理系统与 CSU 或 IVU 出现通信失败并且恢复后;
- 当管理系统出现系统故障并且恢复后;

- c) 当维护人员对管理系统显示的告警与 CSU 或 IVU 实际的告警状态有疑同时。

9.1.2.3.6 告警查询及统计

管理系统应支持对当前告警或者历史告警提供查询和统计功能,查询条件可以是 9.1.2.3.2 中的告警信息以及各信息的组合:

- 告警统计是指管理系统对当前告警的计数功能,具体可包括:
- a) 根据告警等级进行统计;
 - b) 根据告警类别进行统计;
 - c) 根据告警状态进行统计;
 - d) 根据告警源进行统计;
 - e) 根据告警等级、告警状态、告警源、告警类别的组合进行统计。

9.1.2.4 拓扑管理

拓扑管理应具备以下功能:

- a) 管理系统应能显示所管辖区域或管辖区域内部分区域的所有充电站的位置、各充电站内充电桩及各充电桩可提供充电的车位。拓扑图中管理系统宜采用不同的图标来标识不同类型的节点,比如充电站、充电桩和充电车位。维护人员可通过点击节点图标,获得节点的详细配置信息,并执行相应的管理功能;
- b) 管理系统应能动态显示所管辖区域或管辖区域内部分区域的所有充电车位的使用情况,显示每个充电车位是否占用。维护人员可通过点击充电车位的图标,获得该充电车位的充电状态详细信息,包括开始充电时间,预计结束时间、正在充电的电动汽车的信息、已充电量、还需充电电量;
- c) 管理系统应能实时反映无线充电网络拓扑结构的变更情况,宜通过某种醒目方式在拓扑图中通知维护人员;
- d) 管理系统应在网络拓扑图中以不同形式显示告警发生的位置,对于不同等级的告警宜通过不同颜色显示,如果同一设备上有多种等级的告警,该设备告警级别的颜色应显示最高级别告警的颜色。对于已确认的告警宜以某种方式与未确认告警相区别。

9.1.2.5 链路监测

管理系统应能接受 CSU 周期性上报的心跳通知并依此判定管理系统和 CSU 链路连接正常,并能设置 CSU 心跳上报周期,查询指定 CSU 的心跳上报周期。

管理系统可以接受 IVU 周期性上报的心跳通知并依此判定管理系统和 IVU 链路连接正常,并可以设置 IVU 心跳上报周期,查询指定 IVU 的心跳上报周期。

心跳上报周期默认为半分钟。

9.1.2.6 时间同步

管理系统应支持对 CSU 和 IVU 进行时间同步,维护人员可以查询和重新设置 CSU 和 IVU 的当前时间。

9.1.2.7 软件管理

管理系统应能控制 CSU 和 IVU 进行软件的管理,并能支持设置软件管理的方式,包括人工和自动两种方式,具体如下:

- a) 管理系统应支持查询 CSU 和 IVU 的当前软件版本;

- b) 管理系统应能控制 CSU 和 IVU 进行软件更新。在人工方式下,维护人员发现 CSU 和 IVU 软件有新版本后,通过管理系统发送软件下载或更新命令消息给 CSU 和 IVU,消息中应指定新版软件下载的地址,CSU 和 IVU 完成软件下载后管理系统通知维护人员,维护人员通过管理系统发送软件安装的命令消息给 CSU 和 IVU。管理系统宜能显示软件下载和软件安装的进度。在自动方式下,管理系统检测到 CSU 和 IVU 软件有新版本后,自动发送软件更新命令消息给 CSU 和 IVU,软件更新命令消息中应指定新版软件下载的地址,CSU 和 IVU 完成软件下载和软件安装。管理系统宜能显示软件更新的进度;
- c) 管理系统应能控制 CSU 和 IVU 进行软件回退。在软件更新出现问题时,在人工方式下,维护人员通过管理系统发送软件回退命令消息给 CSU 和 IVU,在自动方式下,管理系统自动发送软件回退命令消息给 CSU 和 IVU,指示 CSU 和 IVU 将软件回退到升级前版本。管理系统宜能显示软件回退的进度。

9.1.3 业务运营管理

9.1.3.1 充电业务管理

管理系统的充电业务管理应具备充电安全认证、充电控制、充电记录、查询及报表等功能,其中充电安全认证可参见 8.1,充电控制参见第 6 章。

管理系统应能在无线充电过程中记录充电事件的信息并提供查询充电事件的功能。充电事件的基本信息包括:充电开始时间、充电结束时间、IVU 用户标识、充电车位标识、充电量、充电状态(充电中/充电结束)、CSU 用户标识、PTC 标识。充电事件查询的条件可包括时间段、充电站点、充电桩、CSU 用户标识、IVU 用户标识、车牌号和充电用户。

9.1.3.2 业务管理

管理系统应能给充电用户提供业务订购和业务退订的功能,业务类型可能包括无线充电业务、手机 APP 接入业务等。

管理系统应能给运营人员提供新增业务、修改业务和取消业务的功能。新增业务用于增加新的业务类型,修改业务用于修订当前某种业务的信息,取消业务用于停止运营当前某种业务。

9.1.3.3 计费管理

管理系统应能在无线充电过程中存储生成账单的基础计费信息,并提供基础计费信息的查询功能,基础计费信息主要包括:

- a) 充电用户信息;
- b) 开始充电时间;
- c) 结束充电时间;
- d) 充电电量;
- e) 充电状态,包括充电中和充电结束;
- f) CSU 用户标识;
- g) 收费标准,包括基础电价和充电服务费。

管理系统应能根据时间段、根据充电用户的等级、充电用户的类型设置不同的收费标准。

本版本暂不考虑跨运营商的情况。

9.1.4 系统管理

9.1.4.1 用户权限管理

用户权限管理应具备用户管理、用户角色管理及访问控制的功能。通过用户角色管理功能创建不

同的管理权限与管理范围的集合,基于用户账号所关联的用户角色的管理权限与管理范围对用户进行访问控制,拒绝非法访问。

9.1.4.1.1 用户管理

管理系统的用户管理包括:

- 增加用户:增加一个新的用户,需要给出该用户的名称和密码,确定该用户所属的角色;
- 删除用户:将一个已有的用户删除,该用户不再存在;
- 锁定用户:将一个已有的用户锁定,该用户不可以再访问管理系统,直到用户被解锁;
- 解锁用户:将一个锁定的用户解锁,该用户可以继续访问管理系统;
- 查询用户信息:查询用户信息,包括用户名、用户角色、用户锁定状态、用户权限等;
- 修改用户密码:修改用户的访问密码。

管理系统应能对在线用户进行监视,能够实时监视在线用户登录情况,包括登录用户、登录时间和登录地址。

9.1.4.1.2 用户角色管理

用户角色代表一类特定的权限的集合,包括用户可以进行的管理操作和可以管理的资源等。通过用户角色管理可以动态地创建、删除和修改角色,形成新的权限集合,以便分配给用户账号,达到控制用户访问权限的目的。

用户角色管理功能应包含:

- 增加、删除、修改、锁定、解锁角色;
- 给角色分配可管理的对象范围和操作权限。

管理系统可提供如下用户角色,用户的权限由高到低依次有:

- 超级管理人员:能够监控和管理无线充电系统的运行,拥有最高的权限;
- 普通管理人员:是日常使用管理系统的维护人员,能对无线充电系统进行监控,不能修改设备运行参数,只能查看和管理客户的信息、充电记录等不影响系统正常运行的显示信息;
- 普通用户:是可以通过 WEB 或手机 APP 访问管理系统的无线充电用户,能查看和管理自己的信息、查看充电状态和充电记录,可查询充电桩信息。

高权限用户可以对低权限用户进行强制下线操作。

9.1.4.1.3 访问控制

访问控制的功能包括:

- 用户登录鉴权:当用户登录管理系统时,系统应提示用户输入密码,并校验该密码是否正确,只有成功通过鉴权的用户才能登录管理系统,鉴权失败时系统应给出提示信息。
- 用户操作鉴权:当管理人员执行管理系统的某个功能时,系统应自动校验该管理人员是否有执行该功能的权限,只有成功通过鉴权的管理人员才能执行该功能,鉴权失败时系统应给出提示信息。
- 当用户操作出现以下情况时,系统应能及时产生提示信息,并禁止当前用户的进一步操作:
 - 使用无效账号试图连续多次(例如,3次)登录;
 - 密码连续多次(例如,3次)尝试失败;
 - 其他非法操作。
- 可定制用户的账户规则,例如密码长度的限制、密码弱口令规则、密码过期规则等。
- 用户登录管理系统之后,根据账户权限进入其管理的区域。

9.1.4.2 日志管理

9.1.4.2.1 日志分类

日志可以分成如下几类：

- 操作日志：记录用户对管理系统执行的各种操作命令的执行情况。内容通常包括：用户、操作名、操作对象、操作详细信息、操作结果、开始时间、结束时间；
- 系统日志：记录管理系统自身的各种系统事件，内容包括系统启动和关闭、软硬件升级、操作系统故障、软件故障、硬件故障、启动时某应用程序加载失败等；
- 安全日志：记录系统的安全事件，例如用户登录（包括不合法用户的登录）和注销、改变用户访问权限等。对于登录日志，内容包括用户名、登录时间、注销时间、登录状态等。

9.1.4.2.2 日志查询

用户可根据指定条件对管理系统的日志进行查询，查询条件至少包括指定时间或时间段，还可包括指定用户、指定设备、指定日志类型等。

9.1.4.2.3 日志备份和删除

管理系统应支持将日志备份到指定的外部存储器中和删除日志，备份和删除的方式均可以是基于管理策略的自动备份和删除或人工备份和删除。自动备份的管理策略包括操作类型，操作触发的条件，其中操作类型可以是日志备份或日志删除，操作触发的条件可以是定时触发，日志条目数阈值，存储天数限制等。

9.1.4.3 系统软件管理

管理系统应提供对系统自身软件的管理功能，包括软件安装、软件升级、软件版本查询及软件进程查询。管理系统宜提供详细、友好的软件安装或升级向导。软件版本查询是对系统不同模块软件版本及补丁的查询，软件进程查询是对系统不同模块所在进程的当前运行状况的查询。

9.1.4.4 制表打印

管理系统应支持生成日志和各类事件的报表，并支持报表的打印。

9.2 管理系统技术要求

9.2.1 总体要求

接入方式应符合以下要求：

- 管理系统应支持本地接入和远程接入；
- 支持通过 Web 和手机 APP 等方式接入；
- 支持多用户同时操作。

安全可靠性应符合以下要求：

- 应提供管理系统数据的备份功能，包括自动和手工备份，需要时可用备份数据恢复；系统数据丢失时，应能从备份数据中恢复最近的数据；
- 应对无权限用户进行限制，保证只有具有权限的用户才允许执行相应的操作等；
- 管理系统一年中由于自身原因停止服务的时间累计不得超过 12 h，系统应保证连续无故障时间不小于 100 d；
- 网络中断时管理系统应在一定时间内自动尝试重建连接，如超时后重建连接失败，管理系统应

- 以告警形式提示运维人员；
- 管理系统用户界面程序异常停止后，不应影响服务器端和其他用户界面的正常运行。

9.2.2 系统构成

管理系统的结构分为三部分：

- 应用服务器：是管理系统的设备侧接口，负责与 CSU 和 IVU 交互；负责充电认证、控制、告警、事件、性能以及充电状态同步；
- Web 服务器：是管理系统的管理维护接口，负责服务器数据库相关数据的配置、展示和维护；
- 数据库：应用服务器、Web 服务器数据的存放位置，双方信息的传输也通过数据库同步。

9.2.3 人机界面要求

人机界面要求具体有：

- 用户临时停止对管理系统的操作时，应能将屏幕锁定，防止其他用户进入；
- 所有界面应简洁、友好并能提供相应的联机帮助，应对常用功能具备快捷键设置操作；
- 宜提供声音设置开关，可根据告警级别自定义告警声音及持续时间；
- 宜支持彩色高分辨率显示，颜色可由用户选择修改，用户授权内可使用的菜单条与其不能使用的菜单条宜有不同亮度级别显示，不同级别的告警宜有不同的颜色设置。

9.2.4 系统升级扩容

管理系统应能适应无线充电网络结构的调整、扩容和优化，保证管理信息的正常升级，减少人工操作，对管理系统进行扩容、升级，不应影响现有的业务。

9.2.5 软件技术要求

软件技术要求具体有：

- 可靠性：管理系统的软件应具有处理各种非正常状态和事件的能力；
- 开放性：管理系统应采用多层开放体系结构，对不同组网方式的网络，无须进行专门的软件开发，并能遵循相应的国际标准；
- 分布性：管理系统应尽量采用分布式计算的技术，以提高系统的可伸缩性和可扩充性；
- 可扩充性：管理系统应具有良好的可扩充性，可以随网络规模的增长平滑扩展。在最大设备容量内，被管理设备数目的增加不应该对系统性能有显著影响。管理系统应具有后向兼容性，当管理系统版本升级后，应能管理当前正在运行的所有设备，同时低版本系统中的数据应自动迁移到高版本系统中。

9.2.6 数据库要求

数据库的要求具体有：

- 磁盘历史查询平均速度不宜低于 2 000 条/秒；
- 数据并发访问指标应大于 2；
- 具备管理海量数据的能力；
- 具备数据库备份和恢复功能；
- 具备数据导入和导出功能。

附录 A
(规范性附录)
消息类型

表 A.1 给出了消息类型。

表 A.1 消息类型

消息类型	消息
0x00	保留
通用消息(0x01~0x0F)	
0x01	保活请求
0x02	保活响应
0x03~0x0F	保留
初始化过程消息(0x10~0x1F)	
0x10	注册请求
0x11	注册响应
0x12	鉴权请求
0x13	鉴权响应
0x14	注销请求
0x15	注销响应
0x16	CSU 地址请求
0x17	CSU 地址响应
0x18~0x1F	保留
信息上报和查询消息(0x20~0x2F)	
0x20	信息上报请求
0x21	信息上报响应
0x22	信息查询请求
0x23	信息查询响应
0x24	信息通知请求
0x25	信息通知响应
0x26~0x2F	保留
充电控制消息(0x30~0x5F)	
0x30	开始充电请求
0x31	开始充电请求响应
0x32	开始充电命令
0x33	开始充电命令响应
0x34	停止充电命令
0x35	停止充电命令响应
0x36	数据转发请求
0x37~0x5F	保留
0x60~0xFF	保留

附录 B
(规范性附录)
认证数据(Authentication Vector)的生成

图 B.1 说明了 WCCMS 生成认证数据(AV)的过程。

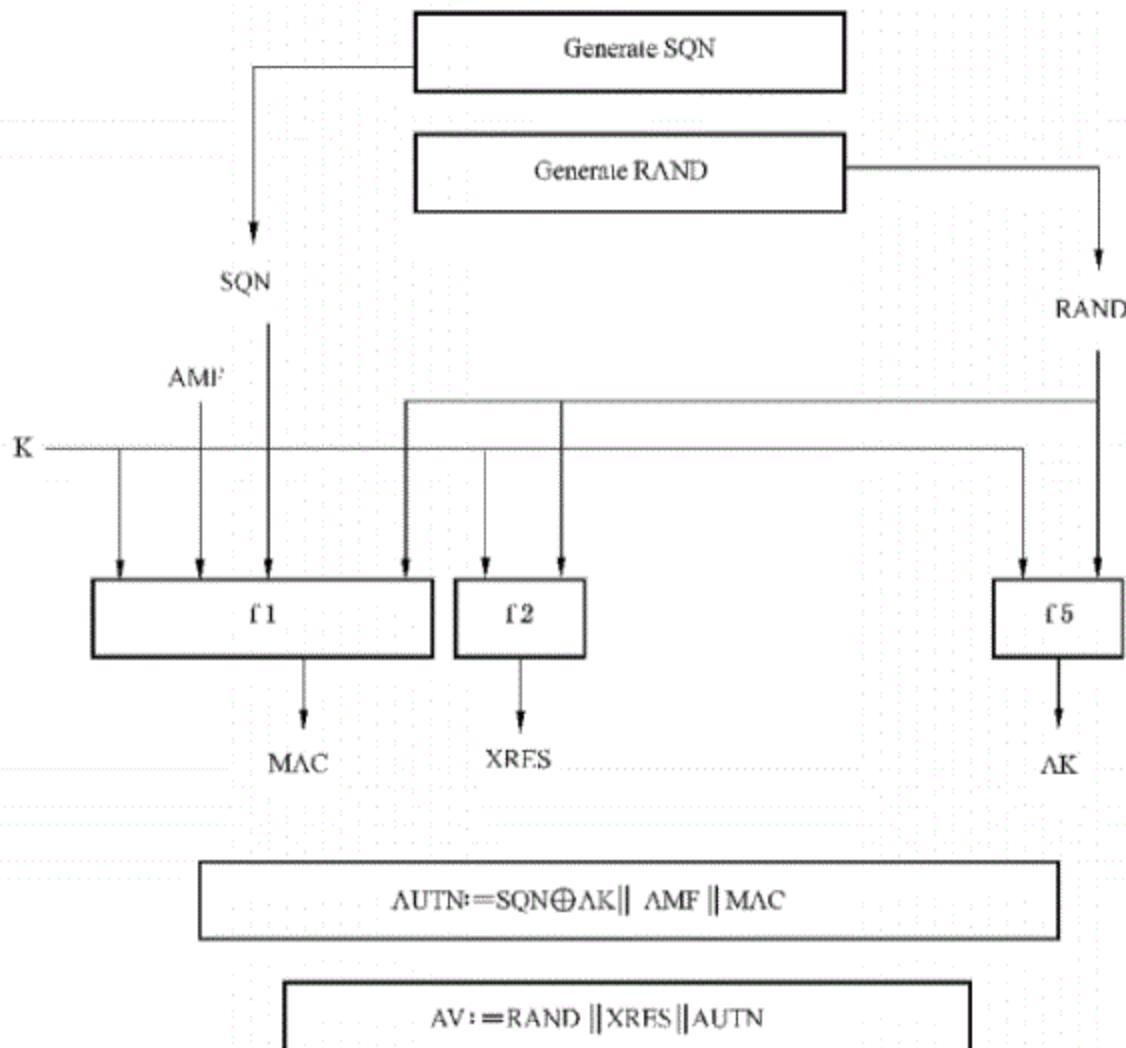


图 B.1 鉴权数据的生成

WCCMS 首先生成一个新的序列号 SQN 和一个随机数 RAND。

每个鉴权令牌中都包含一个鉴权与密钥管理参数 AMF, AMF 设置为 0。

然后计算以下的值：

- 消息鉴权码 $MAC = f_{1K}(SQN || RAND || AMF)$, 其中的 f_1 是一个消息鉴权函数, 其定义参看 [3GPP TS 35.206];
- 预估响应 $XRES = f_{2K}(RAND)$, 其中的 f_2 是一个消息鉴权函数, 其定义参看 [3GPP TS 35.206];
- 匿名密钥 $AK = f_{5K}(RAND)$, 其中 f_5 是一个密钥生成函数, 或者 $f_5 \equiv 0$, 其定义参看 [3GPP TS 35.206]。

最后, 生成鉴权令牌 $AUTN = SQN \oplus AK || AMF || MAC$ 。

这里的匿名密钥 AK 用于以后对序列号加密。如果不需要对序列号加密, 则 $f_5 \equiv 0$ ($AK = 0$)。

附录 C
(规范性附录)
SIM 卡中的用户鉴权函数

图 C.1 说明了 IVU/CSU 验证 AUTN 并生成 RES 的过程。

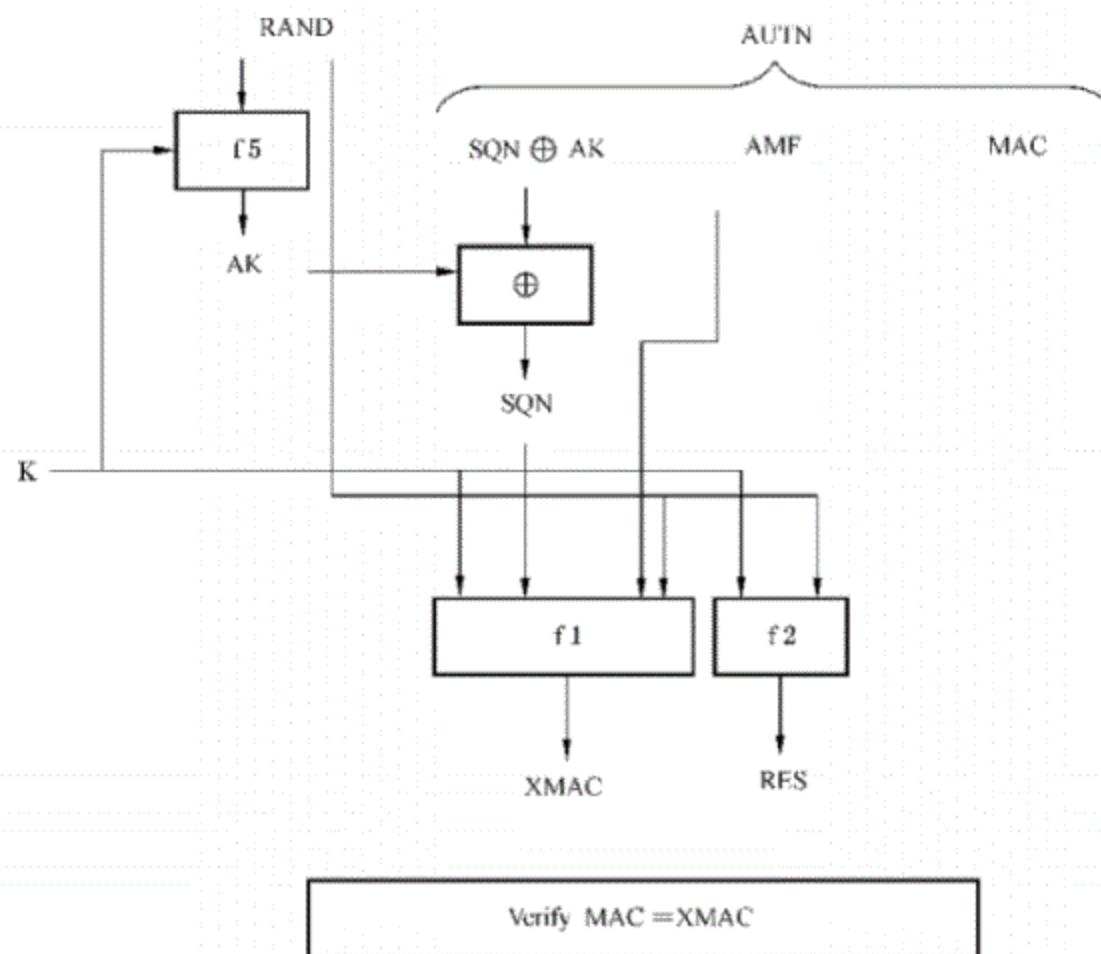


图 C.1 SIM 卡中的用户鉴权函数

当接收到 RAND 和 AUTN, IVU/CSU 首先计算匿名函数 $\Lambda K = f_5^k(RAND)$ 并获取序列号 $SQN = (SQN \oplus \Lambda K) \oplus \Lambda K$, 其中的 f_5 是一个密钥生成函数, 其定义参看 [3GPP TS 35.206]。

然后, IVU/CSU 计算 $XMAC = f_1^k(SQN || RAND || AMF)$ 并与 AUTN 中的 MAC 比较, 其中的 f_1 是一个消息鉴权函数, 其定义参看 [3GPP TS 35.206]。如果两者不一致, IVU/CSU 向安全网关鉴权失败消息, 消息中携带失败原因, 并终止鉴权流程。

IVU/CSU 计算 $RES = f_2^k(RAND)$, 其中的 f_2 是一个消息鉴权函数, 其定义参看 [3GPP TS 35.206], 并将 RES 作为参数在用户认证响应消息中发送给安全认证网关。

附录 D
(规范性附录)
告警原因

在无线充电系统中可能的告警原因见表 D.1。

表 D.1 告警原因

序号	告警原因	告警分类
1	IVU 和管理系统断链	通信告警
2	IVU 检测到 CSU 断链	通信告警
3	CSU 检测到 PTC 通信异常	通信告警
4	CSU 和管理系统断链	通信告警
5	CSU 检测到和 IVU 断链	通信告警
6	IVU 认证失败	通信告警
7	CSU 认证失败	通信告警
8	PTC 组信息异常	通信告警
9	PTC 在数据库中不存在	通信告警
10	PTC 散热器故障	环境告警
11	PTC 风扇故障	环境告警
12	PTC 环境温度过高	环境告警
13	IVU 检测到异物	环境告警
14	IVU 检测到地面系统温度过高	环境告警
15	IVU 检测到活体	环境告警
16	CSU 检测到异物	环境告警
17	CSU 检测到地面系统温度过高	环境告警
18	CSU 检测到活体	环境告警
19	PTC 的 EEPROM 故障	设备告警
20	PTC 母线输入过流	设备告警
21	PTC 的 CAN 通讯异常	设备告警
22	PTC 硬件过流	设备告警
23	SCI485 通讯故障	设备告警
24	BMS 故障	设备告警
25	PPC 配对失败	设备告警
26	PPC 通信超时	设备告警
27	PPC 温度过高	设备告警
28	PPC 中点过压	设备告警
29	PPC 输出空载	设备告警

表 D.1 (续)

序号	告警原因	告警分类
30	PPC 输出短路	设备告警
31	PPC 输出欠压	设备告警
32	PPC 输出过压	设备告警
33	电池温度过高	设备告警
34	电池温度过低	设备告警
35	单体(模块)电压过高	设备告警
36	单体(模块)电压过低	设备告警
37	单体(模块)一致性偏差大	设备告警
38	电池充电电流(功率)大于最大充电电流(功率)	设备告警
39	电池放电电流(功率)大于最大放电电流(功率)	设备告警
40	绝缘薄弱	设备告警
41	SOC 过高	设备告警
42	SOC 过低	设备告警
43	电池系统内部温差大	设备告警
44	总电压过高	设备告警
45	总电压过低	设备告警

附录 E
(规范性附录)
计费及扣费功能

E.1 一般性规定

计费扣费功能的一般性规定和基本步骤如下:

- 为避免用户充电费用透支,用户启动充电前有最小余额限制,如果用户余额低于此阈值,则系统会提示用户余额不足。
- 充电费用的组成,应当包括充电电费、充电服务费以及其他费用,充电总费用为各单项费用之和,各单项费用可能有按电费计量、按充电时间计量或者按充电次数计量等计量方式。对于一次充电总费用与充电分项费用之间的关系,充电分项费用与单价、数量的关系,要求可以通过模板的方式进行实现。用户可配置充电费用各组成因子之间的计算关系。
- 充电计费:用户在充电的过程中,系统会周期性(如每 5 min)从平台性能数据表获取当前充电量并累加到充电量详情表(CHARGE_ELECTRICITY_DETAIL)的不同计费时段(如果是普通计费则电量详情表只会有一条计费时段电量记录),并且根据电量详情表计算当前充电费用,计算公式为:

$$\text{电费} = \text{sum}(\text{电量} \times \text{当前时间段的电价})$$

$$\text{充电服务费} (\text{公式: 服务费} = \text{总电量} \times \text{服务费价格})$$

如果当前费用总和(电费+服务费)小于或等于用户当前余额则系统立即下发停止充电并发送推送消息,若用户当前余额充足则系统将当前费用信息及电量更新到充电日志。若用户充电时间小于设置的周期性时间,则系统在停止充电接口直接从平台性能数据表查询用户电量并更新到充电量详情表。

- 结算:用户充电完成后,设备上报停止充电,系统首先更新充电日志的电量、充电时长、充电结束时间、电表结束读数、充电结果、充电状态等信息,然后调用接口从平台性能数据表获取用户所设置的周期性间隔段内的充电量并更新到电量详情表,并根据上面第三点提到的费用计算公式分别计算出电费和服务费,扣除用户钱包表的余额,在交易记录表记录用户本次消费信息,最后通过异步消息队列发送推送消息告知用户本次充电消费金额。

E.2 数据接口

WPT 系统提供充电数据、充值和扣费交易数据查询接口,关于接口的规定如下:

- 充电数据查询接口:根据用户标识、起止时间查询用户充电记录,记录包含充电开始时间、充电结束时间、soc、充电时长、充电量、电费、服务费、所在充电站等信息;
- 充值扣费交易数据查询接口:根据用户标识、起止时间查询用户交易数据,返回信息包含交易时间、交易金额、交易类型等信息。

E.3 计费模板配置

计费模板分为电量计费模板和服务费计费模板。

电量计费模板:配置用户充电每度电的电价,电量计费分两种计费类型,普通计费和峰谷平计费通

计费。

- a) 普通计费：即一天 24 小时的充电电价都是固定的。为防止网管管理员在系统运营时漏配置计费模板而导致用户不能充电，系统在部署时自带了一条默认的计费模板，模板类型是普通计费，电价为设定值，当系统中充电桩没有应用计费模板时，系统就使用默认的计费模板进行计费。
- b) 电量峰谷平计费：为避免集中高峰用电，分流一部分用电需求到用电量相对较小的时段，某些省市采用了峰谷电价的用电政策，把用电时段区分为尖峰、高峰、低谷和非峰谷四个等级，对于不同的等级，用电的单价不同，尖峰等级为最高、高峰、非峰谷、低谷四个等级的用电单价依次降低。WPT 系统应支持电量峰谷平计费，计费价格间隔粒度应最小支持 30 min。