

中华人民共和国国家标准

GB/T 38775.6—2021

电动汽车无线充电系统 第6部分： 互操作性要求及测试 地面端

Electric vehicle wireless power transfer—
Part 6: Interoperability requirements and testing—Ground side

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	2
4.1 符号	2
4.2 缩略语	2
5 通则	3
5.1 系统架构	3
5.2 分类	4
6 要求	4
6.1 地面参考设备要求	4
6.2 充电前准备阶段要求	5
6.3 充电启动阶段要求	5
6.4 充电传输阶段要求	5
6.5 充电停止阶段要求	7
7 试验准备	8
7.1 频率设置	8
7.2 对准容忍区域与对准点设置	8
7.3 输出电压测量点选择	9
7.4 测试装置布置	9
8 测试方法	10
8.1 充电前准备阶段测试	10
8.2 充电启动阶段测试	11
8.3 充电传输阶段测试	15
附录 A (规范性) 地面参考设备	17
A.1 地面参考设备的机械结构	17
A.2 地面参考设备的电路设计	18
A.3 地面参考设备的耦合系数	19
附录 B (资料性) 测试对象功能及预检	21
B.1 引导对齐功能	21
B.2 初始对位预检	21
B.3 配对预检	22
B.4 兼容性检测预检	22

附录 C (资料性) 引导对齐功能的实现方法	24
C.1 通则	24
C.2 低频激励(LF)方案	24
C.3 线性调频毫米波雷达(LFM MMWAVE RADAR)方案	26
参考文献	28



前 言

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

本文件是 GB/T 38775《电动汽车无线充电系统》的第 6 部分。GB/T 38775 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通用要求；
- 第 2 部分：车载充电机和无线充电设备之间的通信协议；
- 第 3 部分：特殊要求；
- 第 4 部分：电磁环境限值与测试方法；
- 第 5 部分：电磁兼容性要求和试验方法；
- 第 6 部分：互操作性要求及测试 地面端；
- 第 7 部分：互操作性要求及测试 车辆端。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出并归口。

本文件起草单位：国家电网有限公司、中国电力科学研究院有限公司、中国电力企业联合会、中兴新能源科技有限公司、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、中国汽车技术研究中心有限公司、浙江万安科技股份有限公司、许继电源有限公司、国网冀北电力有限公司计量中心、国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司、上海汽车集团股份有限公司技术中心、吉利汽车研究院(宁波)有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、国网浙江省电力有限公司、华为技术有限公司、厦门新页科技有限公司、北京有感科技有限责任公司、东风汽车集团股份有限公司、南方电网电动汽车服务有限公司。

本文件主要起草人：刘超群、黄晓华、胡超、刘永东、唐文升、刘彦丁、马建伟、魏斌、王阳、兰昊、钱科军、刘向立、杨国勋、孔志国、陈枫、王华云、袁瑞铭、徐锦星、蒋成、吴晓康、李妮、徐翀、石秉坤、贺凡波、林桂江、苏伟、汪国康、韩永杰、胡越、李正军、顾明磊、李勋。

引 言

- GB/T 38775 旨在确立电动汽车无线充电系统的要求、测试方法、互操作性等,拟由七个部分组成:
- 第 1 部分:通用要求。目的在于规定电动汽车无线充电系统的总体要求。
 - 第 2 部分:车载充电机和无线充电设备之间的通信协议。目的在于规定电动汽车无线充电系统地面通信控制单元(CSU)与车载通信控制单元(IVU)之间实现无线充电控制的通信协议,也规定了无线充电控制管理系统(WCCMS)参与无线充电控制的通信协议。
 - 第 3 部分:特殊要求。目的在于规定电动汽车无线充电系统所特有的安全要求及测试方法。
 - 第 4 部分:电磁环境限值与测试方法。目的在于规定电动汽车无线充电系统在充电时,电动汽车内、外的电磁环境限值和测试方法。
 - 第 5 部分:电磁兼容性要求和试验方法。目的在于规定电动汽车无线充电系统电磁兼容性要求,统一测试方法及判定依据。
 - 第 6 部分:互操作性要求及测试 地面端。目的在于规定电动汽车无线充电系统地面参考设备,以及待测试地面设备为满足互操作性应满足的要求和测试方法。
 - 第 7 部分:互操作性要求及测试 车辆端。目的在于规定电动汽车无线充电系统车载参考设备,以及待测试车载设备为满足互操作性应满足的要求和测试方法。

电动汽车无线充电系统 第6部分： 互操作性要求及测试 地面端

1 范围

本文件规定了电动汽车无线充电系统地面端的互操作性要求及测试,包括系统架构、分类、技术要求、试验准备、互操作性测试、地面参考设备等。

本文件适用于电动汽车静态磁耦合无线充电系统,其供电电源额定电压最大值为1 000 V(AC)或1 500 V(DC),额定输出电压最大值为500 V(DC),其他额定输出电压参考执行。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 19596 电动汽车术语
- GB/T 38775.1—2020 电动汽车无线充电系统 第1部分:通用要求
- GB/T 38775.2—2020 电动汽车无线充电系统 第2部分:车载充电机和无线充电设备之间的通信协议
- GB/T 38775.3—2020 电动汽车无线充电系统 第3部分:特殊要求
- GB/T 38775.4—2020 电动汽车无线充电系统 第4部分:电磁环境限值与测试方法
- GB/T 38775.7—2021 电动汽车无线充电系统 第7部分:互操作性要求及测试 车辆端

3 术语和定义

GB/T 19596、GB/T 38775.1—2020、GB/T 38775.2—2020、GB/T 38775.3—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

互操作性 interoperability

相同或不同型号、版本的无线充电系统地面设备与车载设备通过信息交互和过程控制,实现电动汽车无线充电互联互通的能力。

[来源:GB/T 34657.2—2017,3.1,有修改]

3.2

原边线圈 primary coil

由一匝或多匝绕线绕制形成的能够产生电磁场的线圈。

注:原边线圈是MF-WPT系统原边设备的部件。

3.3

副边线圈 secondary coil

由一匝或多匝绕线绕制形成的能够接收电磁场的线圈。

注:副边线圈是MF-WPT系统副边设备的部件。

3.4

地面参考设备 off-board reference device

与待测试车载设备构成 MF-WPT 系统的测试设备。

注：附录 A 给出了地面参考设备的设计。

3.5

车载参考设备 on-board reference device

与待测试地面设备构成 MF-WPT 系统的测试设备。

注：GB/T 38775.7—2021 中附录 A 给出了车载参考设备的设计。

3.6

引导对齐 positioning detection; PD

在原边设备和副边设备相隔一定距离时启动,实现原边设备与副边设备相对位置的检测,用于引导副边线圈与原边线圈进行对齐的过程。

3.7

对准 alignment

在副边设备设计的离地间隙范围内,原边线圈和副边线圈在 X 轴和 Y 轴方向上的相对位置在容忍区域内。

3.8

中心对准点 center alignment point

对准容忍区域的几何中心点。

3.9

可充电区域 chargeable area

原边线圈和副边线圈以相对位置构成的充电区域。

注：相对位置由副边线圈的 X 轴偏移量、Y 轴偏移量以及离地间隙构成,副边线圈进入该区域后允许进行无线充电。

3.10

对准容忍区域 alignment tolerance area

当副边设备的离地间隙确定时,MF-WPT 系统可以在 X 轴和 Y 轴方向上满足互操作性要求进行无线电能传输的区域。

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

ACC_{GA-VA} :原边设备和副边设备相对位置的检测精度,由 X 轴检测精度和 Y 轴检测精度构成。

ACC_{IX} :原边设备和副边设备相对位置在 X 轴方向的检测精度。

ACC_{IY} :原边设备和副边设备相对位置在 Y 轴方向的检测精度。

$U_{out-min}$:负载需求的最小充电电压,也可为 MF-WPT 系统最小输出电压。

$U_{out-max}$:负载需求的最大充电电压,也可为 MF-WPT 系统最大输出电压。

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CN:补偿网络(Compensation Network)

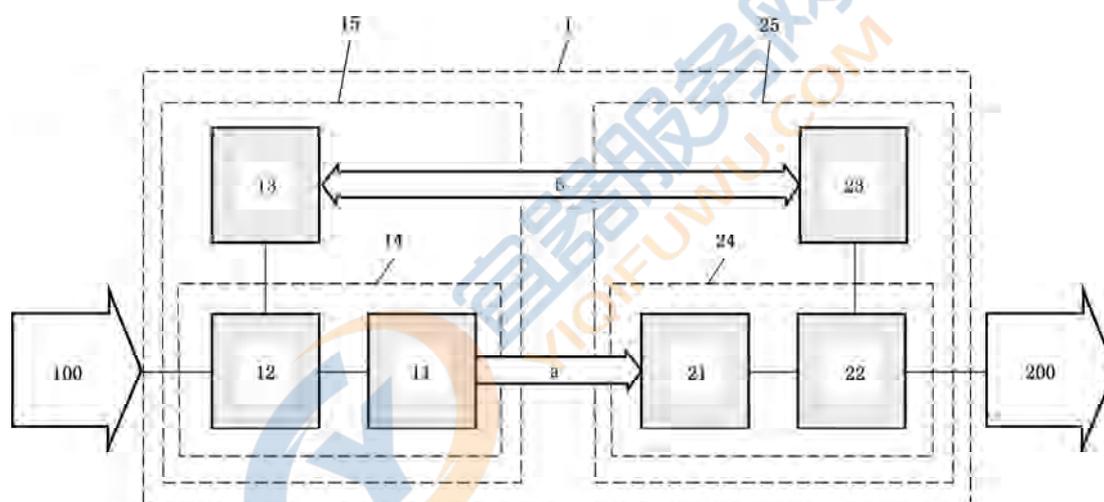
CSU:地面通信控制单元(Communication Service Unit)

EMF: 电磁场(Electric and Magnetic Field)
 INV: 逆变器(Inverter)
 IVU: 车载通信控制单元(In-Vehicle Unit)
 LF: 低频激励(Low Frequency Excitation)
 MF-WPT: 以磁场为介质的无线电能传输(Wireless Power Transfer Through Magnetic Field)
 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)

5 通则

5.1 系统架构

图 1 所示为 MF-WPT 的系统架构及组件。



标引序号说明:

- 1 —— MF-WPT 系统;
- 11 —— 原边设备;
- 12 —— 非车载功率组件;
- 13 —— 地面通信控制单元(CSU);
- 14 —— 地面功率电路;
- 15 —— 地面设备;
- 100 —— 供电电源;
- 21 —— 副边设备;
- 22 —— 车载功率组件;
- 23 —— 车载通信控制单元(IVU);
- 24 —— 车载功率电路;
- 25 —— 车载设备;
- 200 —— 电池和/或车载电气设备;
- a —— 无线充电功率传输;
- b —— 通信。

图 1 MF-WPT 系统架构及组件

5.2 分类

5.2.1 输入功率等级分类

MF-WPT 系统输入功率等级分类符合 GB/T 38775.1—2020 中 6.2 功率等级的要求。本文件仅对 MF-WPT1、MF-WPT2、MF-WPT3 系统的互操作性进行规定。

注：其他输入功率等级的系统互操作性在后续版本中给出。

5.2.2 地面设备分类

地面设备可分为 A 类和 B 类，其中：

a) A 类地面设备

A 类地面设备应满足系统性能和系统安全性的要求，A 类地面设备应满足与 GB/T 38775.7—2021 中附录 A 的车载参考设备的互操作性。

b) B 类地面设备

B 类地面设备应满足系统性能和系统安全性的要求，B 类地面设备可不满足与 GB/T 38775.7—2021 中附录 A 的车载参考设备的互操作性。

注 1：B 类地面设备可与设备制造商指定的车载设备构成 MF-WPT 系统进行系统性能和系统安全性测试。

注 2：系统性能包括系统效率、输出功率、功率因数、对准容忍区域等。

注 3：系统安全性包括电击防护、过载保护和短路承受、温升和防止过热、机械事故防护、电磁环境限值等。

地面设备与车载参考设备构成 MF-WPT 系统时，应支持车载参考设备满足系统性能和系统安全性的要求。

5.2.3 离地间隙分类

对于 A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统，地面设备支持的离地间隙分类应满足其可支持的副边设备的离地间隙范围，如表 1 所示。

表 1 离地间隙分类

离地间隙分类	支持的副边设备离地间隙 Z/mm
Z1	$100 \leq Z \leq 150$
Z2	$140 \leq Z \leq 210$
Z3	$170 \leq Z \leq 250$
Z4	$Z > 250$

注：本文件支持的车载参考设备的离地间隙仅考虑 Z1、Z2 和 Z3 三个类型。根据 GB/T 38775.3—2020 中 5.4 将离地间隙分类分为 Z1、Z2、Z3、Z4 四个类型。

对于 B 类地面设备和车载设备构成的 MF-WPT 系统，地面设备支持的离地间隙范围由设备制造商和用户协商确定。

6 要求

6.1 地面参考设备要求

地面参考设备应按附录 A 的要求进行设计。地面参考设备与不同离地间隙的车载设备互操作性应满足表 2 的要求。

表 2 离地间隙的互操作性

地面参考设备	Z1(车载设备)	Z2(车载设备)	Z3(车载设备)	Z4(车载设备)
Z1	Y	N	N	TBD
Z2	Y	Y	N	TBD
Z3	Y	Y	Y	TBD
Z4	TBD	TBD	TBD	TBD

注 1: Y 表示支持, N 表示可不支持。
注 2: TBD 表示待定。

6.2 充电前准备阶段要求

A 类地面设备的充电前准备阶段要求应按照 8.1 规定的测试方法进行测试。

A 类地面设备的安全测试结果应符合 GB/T 38775.1—2020 中第 10 章安全要求、12.3 车辆碾压, GB/T 38775.3—2020 中 5.8.6 活体保护以及 GB/T 38775.4—2020 中第 4 章保护区和限值符合性要求、第 5 章限值的规定。

6.3 充电启动阶段要求

对于 A 类地面设备与车载参考设备构成 MF-WPT 系统时,应满足以下条件才可进入充电状态:

- 初始对位预检完成,原边设备和副边设备在可充电区域内;
- 配对预检通过;
- 兼容性检测预检通过;
- 车载参考设备频率检测通过且频率锁定;
- 通过异物检测、活体保护功能的测试。

A 类地面设备在充电启动阶段宜完成引导对齐功能,引导对齐功能要求见附录 B 的 B.1,引导对齐功能的实现方法见附录 C。

异物检测、活体保护测试方法应符合 8.2 的规定。

初始对位预检、配对预检、兼容性检测预检的要求及测试方法见 B.2~B.4。

A 类地面设备宜支持车载参考设备的频率检测及频率锁定功能,车载参考设备的频率检测及频率锁定功能宜符合 GB/T 38775.7—2021 中附录 C 的要求。

A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统功率上升速度应不低于 0.25kW/s,宜不高于 2 kW/s。

B 类地面设备和车载设备构成的 MF-WPT 系统充电启动阶段要求由设备制造商和用户协商确定。

6.4 充电传输阶段要求

6.4.1 一般要求

A 类地面设备制造商应提供以下信息:

- 地面设备的最大输入功率;
- 地面设备支持的离地间隙分类(最大值和最小值);
- 地面设备支持的最大偏移范围;
- 地面设备支持的工作频率范围(最大值和最小值)以及是否可支持调频模式, A 类地面设备应

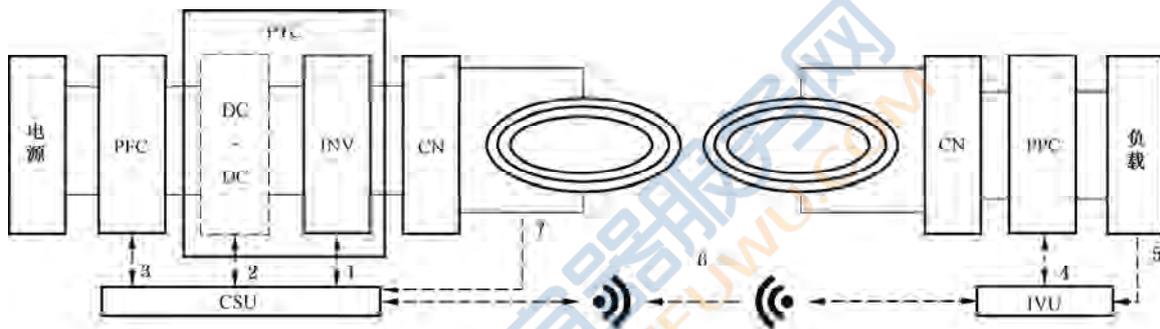
提供标称频率。

对于 A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统,应满足以下要求:

- CSU 应可接收 IVU 发送的原边线圈电流有效值请求值,电流单位为 A,且地面设备应能够提供请求的原边线圈电流有效值。
- 如果 IVU 发送的原边线圈电流有效值请求值大于其设计值,则 CSU 应向 IVU 返回无法提供原边线圈电流有效值的指令,且地面设备不应按照 IVU 电流有效值请求值提供功率传输,并向 IVU 返回地面设备可以提供的原边线圈电流有效值的最大值。
- 在充电传输阶段,如果 IVU 请求改变原边线圈电流有效值,则 CSU 应在接收指令后改变地面设备的原边线圈电流有效值,并返回信息至 IVU。

6.4.2 功率传输控制回路要求

对于 A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统,其功率传输控制回路应采用图 2 所示电路。



标引序号说明:

- 1——控制回路 1,地面端 INV 的功率控制单元;
- 2——控制回路 2,地面端 DC-DC 功率控制单元,可选;
- 3——控制回路 3,地面端 PFC 功率控制单元;
- 4——控制回路 4,车辆端功率控制单元;
- 5——控制回路 5,负载充电所需电流有效值为 $I_{out-req}$,由负载向 IVU 发送请求;
- 6——控制回路 6,车辆端充电所需原边线圈电流有效值为 I_{p-req} ,由 IVU 向 CSU 发送请求;
- 7——控制回路 7,原边线圈电流有效值为 I_p 。

注:控制回路 1、2 的功率传输控制单元构成 PTC。

图 2 功率传输控制回路

B 类地面设备与车载设备构成的 MF-WPT 系统功率传输控制回路由设备制造商和用户协商确定。

6.4.3 输出功率要求

A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统输出功率测试应按照 8.3 中的测试方法进行,测试时车载参考设备应支持地面设备以不低于 0.25 kW/s 的功率启动。

且 A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统额定输出功率应满足表 3 的规定,其中:

a) 输出功率等级为 MF-WPT1 的 MF-WPT 系统应满足:

地面设备输入功率等级为 MF-WPT1、MF-WPT2、MF-WPT3 时,输出功率等级为 MF-WPT1 的系统应可实现设计的最大输出功率。

b) 输出功率等级为 MF-WPT2 的 MF-WPT 系统应满足:

——地面设备输入功率等级为 MF-WPT2、MF-WPT3 时,系统应可实现其设计的最大输出功率;

——地面设备输入功率等级为 MF-WPT1 时,系统可实现不低于 2.96kW 的额定功率输出。

- c) 输出功率等级为 MF-WPT3 的 MF-WPT 系统应满足：
- 地面设备输入功率等级为 MF-WPT3 时,系统应可实现其设计的最大输出功率；
 - 地面设备输入功率等级为 MF-WPT2 时,系统应可实现不低于 6.16kW 的额定功率输出；
 - 地面设备输入功率等级为 MF-WPT1 时,系统可实现不低于 2.96kW 的额定功率输出。
- B 类地面设备与车载设备构成的 MF-WPT 系统输出功率由设备制造商和用户协商确定。

表 3 A 类地面设备与车载参考设备构成 MF-WPT 系统的额定输出功率

车载参考设备	地面设备			
	MF-WPT1	MF-WPT2	MF-WPT3	MF-WPT4
MF-WPT1	$P_{out} \leq P_{s1max}$	$P_{out} \leq P_{s1max}$	$P_{out} \leq P_{s1max}$	TBD
MF-WPT2	$2.96 \text{ kW} \leq P_{out} < 3.7 \text{ kW}$	$2.96 \text{ kW} < P_{out} \leq P_{s2max}$	$2.96 \text{ kW} < P_{out} \leq P_{s2max}$	TBD
MF-WPT3	$2.96 \text{ kW} \leq P_{out} < 3.7 \text{ kW}$	$6.16 \text{ kW} < P_{out} < 7.7 \text{ kW}$	$6.16 \text{ kW} < P_{out} \leq P_{s3max}$	TBD
MF-WPT4	TBD	TBD	TBD	TBD

注 1: TBD 表示待定,待后续版本修订或在其他标准中制定。

注 2: P_{s1max} 表示 MF-WPT1 的车载参考设备设计的最大输出功率,且 $P_{s1max} < 3.7 \text{ kW}$ 。

注 3: P_{s2max} 表示 MF-WPT2 的车载参考设备设计的最大输出功率,且 $2.96 \text{ kW} < P_{s2max} < 7.7 \text{ kW}$ 。

注 4: P_{s3max} 表示 MF-WPT3 的车载参考设备设计的最大输出功率,且 $6.16 \text{ kW} < P_{s3max} < 11.1 \text{ kW}$ 。

6.4.4 系统效率要求

MF-WPT 系统效率是指车载参考设备(图 1 中模块 25)输出功率与地面设备(图 1 中模块 15)输入功率的比值,其测试点应依据 GB/T 38775.1—2020 中 5.2 的规定选定。

A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统效率测试应按照 8.3.2 规定的测试方法进行。效率测试时,应测试车辆需求的充电电压范围(最低电压至最高电压),且系统效率应满足表 4 的规定,其中,效率测试时,地面设备的异物检测、活体保护功能应处于工作状态。

表 4 系统效率

对准情况	系统效率
中心对准点	$\geq 85\%$
对准容忍区域	$\geq 80\%$

6.5 充电停止阶段要求

以下情况下,地面设备应停止充电:

- a) 车载参考设备发出停止充电请求；
- b) 地面设备发出停止充电请求；
- c) CSU 和 IVU 之间的通信断开；
- d) 检测到异物；
- e) 检测到活体；
- f) 检测到故障。

地面设备应保留允许用户主动停止充电的方式,如地面设备安装停止充电按钮。

输出功率下降速度应不低于 2.5 kW/s,紧急情况下,系统应在 1 s 内停止功率传输。

注:紧急情况为地面设备执行急停。

B类地面设备和车载设备构成的 MF-WPT 系统的传输功率下降速度由设备制造商和用户协商确定。

7 试验准备

7.1 频率设置

地面设备的工作频率应按照表 5 中规定的标称频率设置, MF-WPT 系统工作频率应按照表 5 中规定的标称频率设置。

MF-WPT 系统在工作状态时, 应采用定频工作模式。

表 5 频率

频率类型	频率值/kHz
标称频率	$f_0(\pm 0.05)$
注 1: f_0 为固定的标称频率值。	
注 2: ± 0.05 为允许的偏差值。	

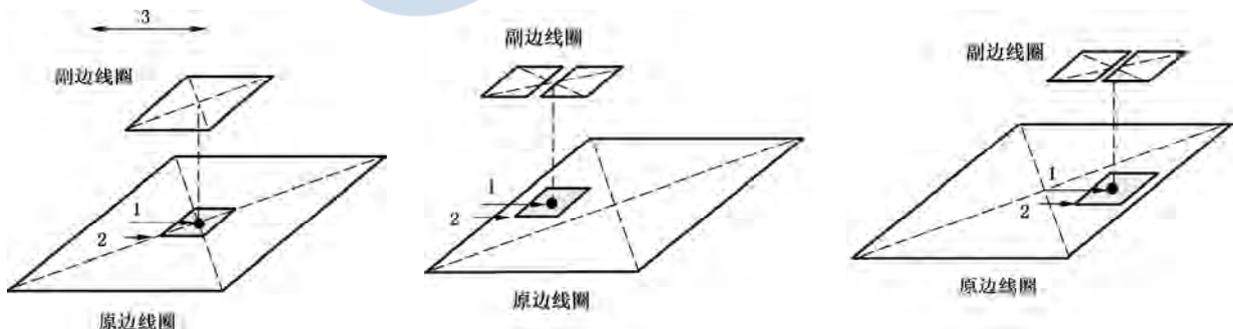
7.2 对准容忍区域与对准点设置

A类地面设备的对准容忍区域应由设备制造商提供, 且提供的偏移范围应至少满足表 6 要求的范围。

表 6 偏移范围

坐标	偏移范围/mm
X	-75~75
Y	-100~100

图 3 所示为原边线圈和副边线圈的中心对准点示意图。



a) 单磁极副边线圈

b) 双磁极副边线圈——左对准

c) 双磁极副边线圈——右对准

标引序号说明:

- 1 —— 中心对准点;
- 2 —— 对准容忍区域;
- 3 —— 车辆行驶方向。

图 3 中心对准点示意图

A类地面设备进行互操作性测试时的中心对准点应在设备表面进行标记,应为原边线圈的几何中心点或由设备制造商指定,在测试时中心对准点的坐标应为 $X=0$ 、 $Y=0$ 。

B类地面设备进行测试时的中心对准点宜在设备表面进行标记。

7.3 输出电压测量点选择

互操作性测试时,对于充电电压范围为 $U_{out-min} \sim U_{out-max}$ 的试验负载, MF-WPT 系统车载参考设备的输出电压测试点应至少包括:

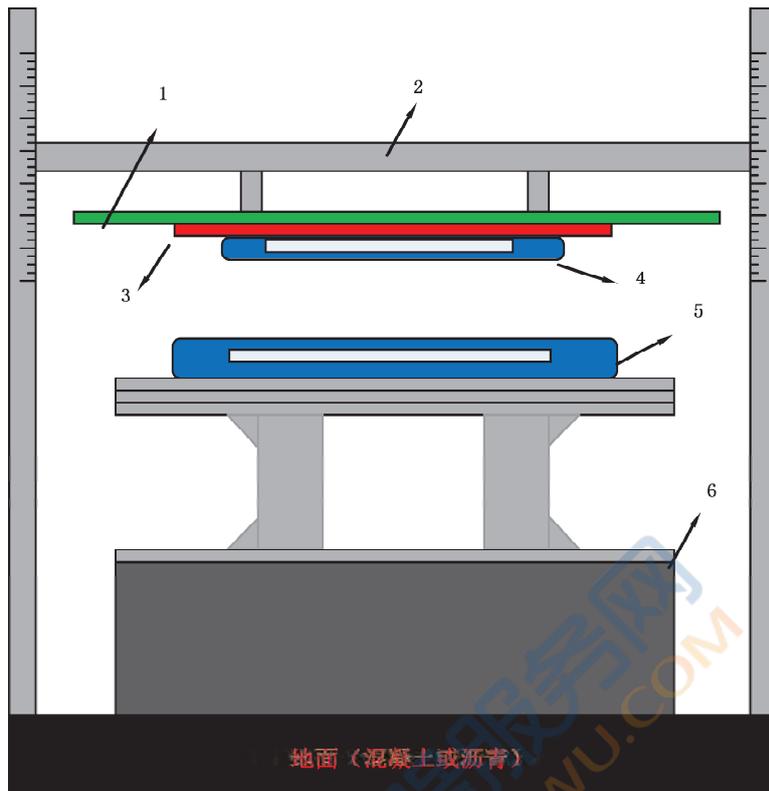
- 输出电压最小值;
- 系统满功率输出的最小输出电压测试点,该测试点的输出电压值由设备制造商提供;
- 输出电压最大值;
- 系统满功率输出的最大输出电压测试点,该测试点的输出电压值由设备制造商提供。

注:对于超过 500 V 的输出电压,系统输出电压测试点由设备制造商提供。

7.4 测试装置布置

互操作性测试时,应采用模拟底盘的材料或组件来代替车辆底盘,车载参考设备应安装在模拟底盘的材料或组件上。模拟底盘的材料或组件包括屏蔽组件、钢板两部分。屏蔽组件可采用图 4 所示的屏蔽板,亦可由设备制造商提供;若屏蔽组件由设备制造商提供,应在测试报告中注明,互操作性测试中,地面设备应包含外壳等所有组件。试验负载宜采用电子负载。车载参考设备、屏蔽层、汽车模拟底板之间应紧密贴合。

MF-WPT 系统互操作性测试的台架布置示意图如图 4 所示。



标引序号说明:

- 1——汽车模拟底板;
- 2——副边非金属支撑框架;
- 3——屏蔽层;
- 4——车载设备;
- 5——地面参考设备;
- 6——XY轴定位装置。

图4 测试装置布置

8 测试方法

8.1 充电前准备阶段测试

A类地面设备与车载参考设备组成MF-WPT系统时,其安全测试应按照GB/T 38775.1—2020中第10章安全要求及12.3车辆碾压的规定执行。

地面设备的IP等级应按照GB/T 38775.3—2020中8.6.2外壳的IP等级及8.6.3原边设备的IP等级规定执行。

电磁环境限值的测试应按照GB/T 38775.4—2020中第6章测试方法、第7章测试结果评定的规定执行。

8.2 充电启动阶段测试

8.2.1 异物检测测试

8.2.1.1 通则

异物检测的测试对象应符合 GB/T 38775.3—2020 中表 7 的规定。

异物检测的测试对象包括 2 类：

- 第 1 类为由于温升可能引起的触碰风险的物体，应至少包括 GB/T 38775.3—2020 表 7 中的所有温升测试物体；
- 第 2 类为由于温升引起的燃火风险的物体，应至少包括 GB/T 38775.3—2020 表 7 中的所有灼热测试物体。

根据 MF-WPT 系统功率传输状态，异物检测应测试以下 2 种情况：

- 第 1 种为 MF-WPT 系统未进行功率传输时异物检测功能启动运行，这种情况下 MF-WPT 系统宜进行异物检测的测试；
- 第 2 种为 MF-WPT 系统进行充电传输时的异物检测功能启动运行，这种情况下 MF-WPT 系统应进行异物检测的测试。

异物检测测试过程中，原边线圈和副边线圈应在最大离地间隙下处于最大偏移状态，对于相应功率等级的车载参考设备，应保证 MF-WPT 系统工作在最大输出功率等级。在以上情况下，如果原边线圈的电流未达到最大设计值，则应增加一次原边线圈达到设计的最大电流值的测试。

8.2.1.2 测试区域

异物检测区域应包括 GB/T 38775.3—2020 中图 6 所示的区域。

异物检测测试过程中，测试对象应平放在原边设备的上表面。

对于 A 类地面设备，车载设备应采用 GB/T 38775.7—2021 中附录 A 中规定的车载参考设备，且车载参考设备可支持地面设备实现其设计的最大功率传输。

对于 B 类地面设备，可采用设备制造商提供的车载设备。

注：对于地理式安装原边设备的异物检测，由于设备上表面与地面存在一定的垂直距离，因此不适用于本文件规定的异物检测测试方法。地理式安装的原边设备的异物检测测试方法在后续版本中规定。

对于测试对象平放在原边设备上表面的异物检测测试，应分为如图 5 所示的 $n \times m$ 个区域，其中 n 和 m 宜取值为 8。

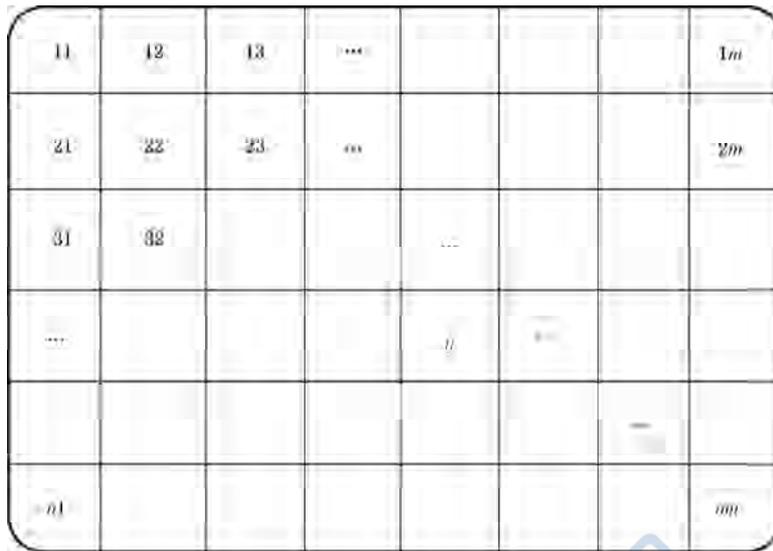


图5 异物检测测试区域

区域“ ij ”($i \leq n, j \leq m$)内测试点的设置应符合:

- 当区域“ ij ”的面积 $S_{ij} \geq 25 \text{ cm}^2$ 时,每个测试区域“ ij ”应设置 5 个测试点,测试点设置如图 6a) 所示;
- 当区域“ ij ”的面积为 $9 \text{ cm}^2 \leq S_{ij} < 25 \text{ cm}^2$ 时,每个测试区域“ ij ”应设置 3 个测试点,测试点设置如图 6b)所示;
- 当区域“ ij ”的面积 $< 9 \text{ cm}^2$ 时,每个测试区域“ ij ”应设置 1 个测试点,测试点位于区域“ ij ”的物理中心点。

测试对象的物理中心点应与测试点的物理中心点重合。

测试对象的放置位置可增加额外两处,可放置在原边设备和副边设备之间,亦可放置在副边设备下表面。

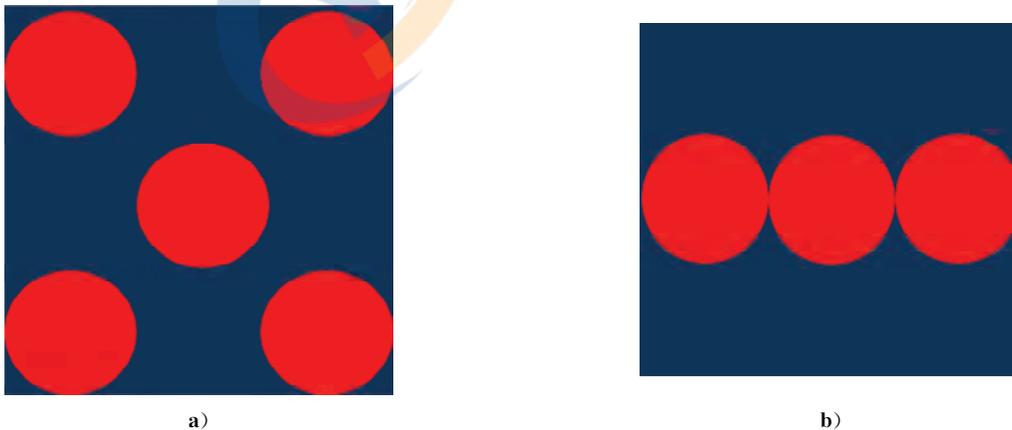


图6 测试点设置示意图

8.2.1.3 测试步骤

异物检测测试步骤应为:

- a) 将测试对象放置于区域“11”内的测试点上。

系统显示检测到异物并进行关机,则测试对象通过区域 11 内的异物检测测试,进入步骤 b)。

若系统未显示检测到异物时,持续测试被测区域及异物的表面温度,被测区域及异物达到热平衡状态时,同时检测 GB/T 38775.3—2020 中 8.8.3 中图示的温度测试点的温度,当所有测试点物体的温度符合 GB/T 38775.1—2020 中 10.4.2 和 10.4.4 的规定,则被测物体通过区域 11 内的异物检测,进入步骤 b)。

注:热平衡是指被测物体在 30 s 的连续测试过程中温度变化不超过 1 ℃。

- b) 将测试对象放置于区域 12 内,重复步骤 a) 的内容。
- c) 将测试对象逐步放置 $n \times m$ 个区域内,若测试对象通过 $n \times m$ 个区域内的异物检测测试,进入步骤 d)。
- d) 将 GB/T 38775.3—2020 中 8.8.3 表 7 以及本文件 8.2.1.1 中列举的测试对象均执行步骤 a)~c),且所有测试对象均通过测试,则判定设备具有异物检测功能。

8.2.2 活体保护测试

8.2.2.1 通则

活体保护测试中,原边线圈和副边线圈应在最大离地间隙下处于最大偏移状态,对于相应功率等级的车载参考设备,应保证 MF-WPT 系统工作在最大输出功率等级。

注:在以上情况下,如果原边线圈的电流未达到最大设计值,则应增加一次原边线圈达到设计的最大电流值的测试。

活体保护测试应采用直径 5 cm 的球作为测试对象,且球应与圆筒连接。球体和圆筒的外壳宜为 ABS 或 PC 塑料材质,且内部应填充水或 0.9% 浓度的盐溶液,外壳材质厚度宜为 2 mm~5 mm。测试时,球应以 (1 ± 0.1) m/s 的速度侵入活体保护区域。测试对象示意图如图 7 所示。

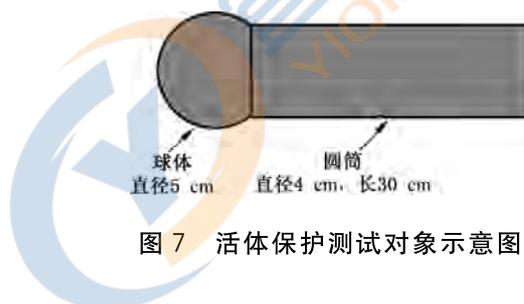
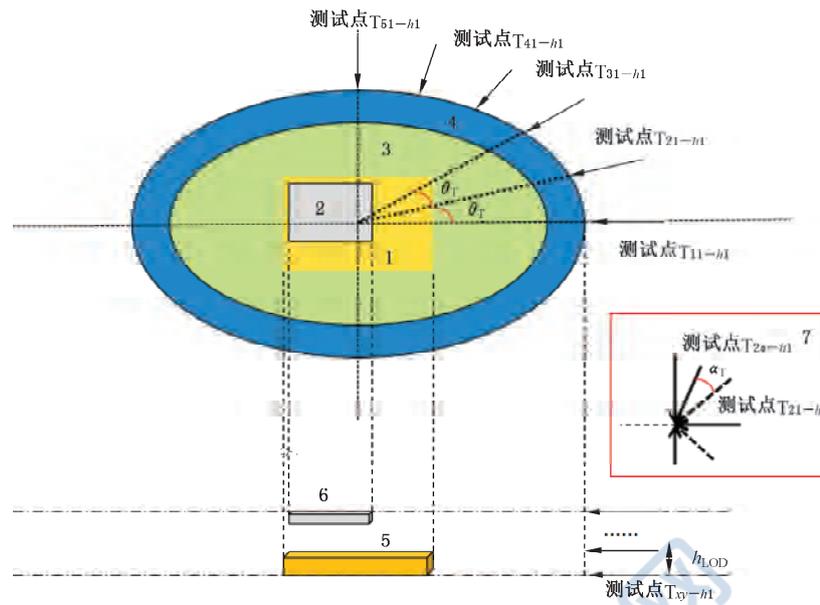


图 7 活体保护测试对象示意图

8.2.2.2 测试区域

活体保护测试区域的设置应符合图 8 所示区域。



标引序号说明：

- 1——表示原边线圈的投影面积；
- 2——表示副边线圈的投影面积；
- 3——表示 MF-WPT 系统超过 GB/T 38775.4—2020 的 EMF 限值要求的区域；
- 4——表示活体保护测试区域；
- 5——原边线圈示意图；
- 6——副边线圈示意图；
- 7——测试点 $T_{2\alpha-h1}$ 的不同角度侵入示意图。

图 8 活体保护测试区域

测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 由 3 部分的变量构成,其中 θ 表示侵入方向测试点的变量, α 表示侵入方向确定后分角度测试点的变量,参见区域 7 的示意图, h 表示 Z 轴方向间隔测试点的变量。

区域 3 应由满足 EMF 限值的边界测试点构成,区域 4 边界与区域 3 边界的距离应不小于 10 cm。

以原边线圈下表面中心对准点为零点,建立 X、Y、Z 的三维坐标,其中 XY 平面应与原边线圈的下表面平行。

测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 中 θ 为侵入方向测试点的变量,图 8 列出部分活体侵入方向,测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 与 $T_{(\theta+1)\alpha-h}$ 应以相同角度 θ_T 设置, θ_T 的值应不大于 36° 。

测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 中 α 为侵入方向上不同角度测试点的变量,图 8 列出了测试点 $T_{2\alpha-h}$ 中部分角度,测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 与 $T_{\theta(\alpha+1)-h}$ 应以相同角度 α_T 设置, α_T 的值应不大于 30° 。

测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 中 h 为 Z 轴方向间隔测试点的变量,图 8 列出了测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 中部分间隔,测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 与 $T_{\theta\alpha-(h+1)}$ 应以相同间隔 h_{LOD} 设置, h_{LOD} 的值应设置为 5 cm,若副边设备离地间隙 Z/h_{LOD} 为非整数,则最后一组测试点 h_{LOD} 的值可小于 5 cm。

当测试对象以图 8 中侵入方向的相反方向离开区域 4 时,MF-WPT 系统宜重新启动充电功率传输。

8.2.2.3 测试步骤

活体保护的测试步骤应为：

- a) 以原边线圈下表面作为 h 的测试起点,测试对象以测试点 T_{11-h1} 方向侵入区域 4,系统能够检测到入侵,并进行关机,则判定 MF-WPT 系统在测试点 T_{11-h1} 活体保护功能有效。

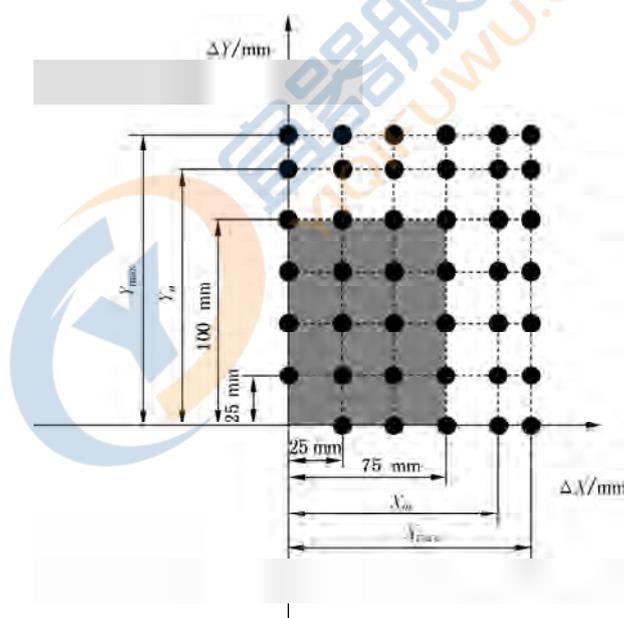
- b) 增加 α 的值,若测试点 $T_{1\alpha-1}$ 系统均能够检测到入侵,并进行关机,则判定 MF-WPT 系统在测试点 $T_{1\alpha-1}$ 活体保护功能有效。
- c) 增加 θ 的值,若测试点 $T_{\theta\alpha-1}$ 系统均能够检测到入侵,并进行关机,则判定 MF-WPT 系统在测试点 $T_{\theta\alpha-1}$ 活体保护功能有效。
- d) 增加 h 的值,若测试点 $T_{\theta\alpha-h}$ 系统均能够检测到入侵,并进行关机,则判定 MF-WPT 系统通过所有测试点活体保护测试。

8.3 充电传输阶段测试

8.3.1 测试点选择

系统输出功率和系统效率的测试点应至少满足 GB/T 38775.3—2020 中 8.2.2MF-WPT 系统有偏移条件下的系统效率测试和 GB/T 38775.3—2020 中 8.2.3MF-WPT 系统有偏转条件下的系统效率测试的规定。若设备制造商提供的对准容忍区域的 X 轴、Y 轴的最大值大于 GB/T 38775.3—2020 中 8.2.2MF-WPT 系统有偏移条件下的系统效率测试的规定值,则应增加测试点数,增加的测试点如图 9 所示。

测试点应以 25 mm 作为步长,若设备制造商提供的对准容忍区域的 X、Y 轴最大值不是 25 mm 的倍数,则 X、Y 轴的最后测试点可不以 25 mm 作为步长,应以 X_{\max} 、 Y_{\max} 作为 X、Y 轴的最后测试点。



标引序号说明:

Y_n ——Y 轴增加的测试点, $Y_n = \pm(100 + n \times 25)$ mm,其中 n 为大于或等于 1 的整数;

Y_{\max} ——设备制造商提供的对准容忍区域的 Y 轴最大值;

X_m ——X 轴增加测试点, $X_m = \pm(75 + m \times 25)$ mm,其中 m 为大于或等于 1 的整数;

X_{\max} ——设备制造商提供的对准容忍区域的 X 轴最大值。

图 9 测试点示意图

8.3.2 系统输出功率和系统效率测试步骤

对于系统输出电压范围为 $U_{\text{out-min}} \sim U_{\text{out-max}}$ 的 MF-WPT 系统,系统输出功率和系统效率的测试步骤应按以下进行:

- a) 系统输出电压为 $U_{\text{out-max}}$, 测试车载参考设备在额定离地间隙、最大离地间隙以及最小离地间隙条件下系统设计的 100% 输出功率、75% 输出功率以及 50% 输出功率三种状态下所有测试点在无偏转及有偏转角度下的系统输出功率和系统效率。
- b) 系统输出电压为 $0.75 \times U_{\text{out-max}}$, 测试车载参考设备在额定离地间隙、最大离地间隙以及最小离地间隙条件下系统设计的 100% 输出功率、75% 输出功率以及 50% 输出功率三种状态下所有测试点在无偏转及有偏转角度下的系统输出功率和系统效率。
- c) 系统输出电压为 $U_{\text{out-min}}$, 测试车载参考设备在额定离地间隙、最大离地间隙以及最小离地间隙条件下系统设计的 100% 输出功率、75% 输出功率以及 50% 输出功率三种状态下所有测试点在无偏转及有偏转角度下的系统输出功率和系统效率。
- d) 系统输出电压为 $U_{\text{out-min}}$ 且 MF-WPT 系统无法实现设计的 100% 输出功率时, 则按照设备制造商提供的可实现系统设计的 100% 输出功率的最低输出电压进行测试, 测试车载参考设备在额定离地间隙、最大离地间隙以及最小离地间隙条件下系统设计的 100% 输出功率、75% 输出功率以及 50% 输出功率三种状态下所有测试点在无偏转及有偏转角度下的系统输出功率和系统效率。

注: 额定离地间隙由设备制造商指定, 在最大离地间隙和最小离地间隙之间。

附录 A
(规范性)
地面参考设备

A.1 地面参考设备的机械结构

地面参考设备的机械结构应按照图 A.1 设计。

单位为毫米

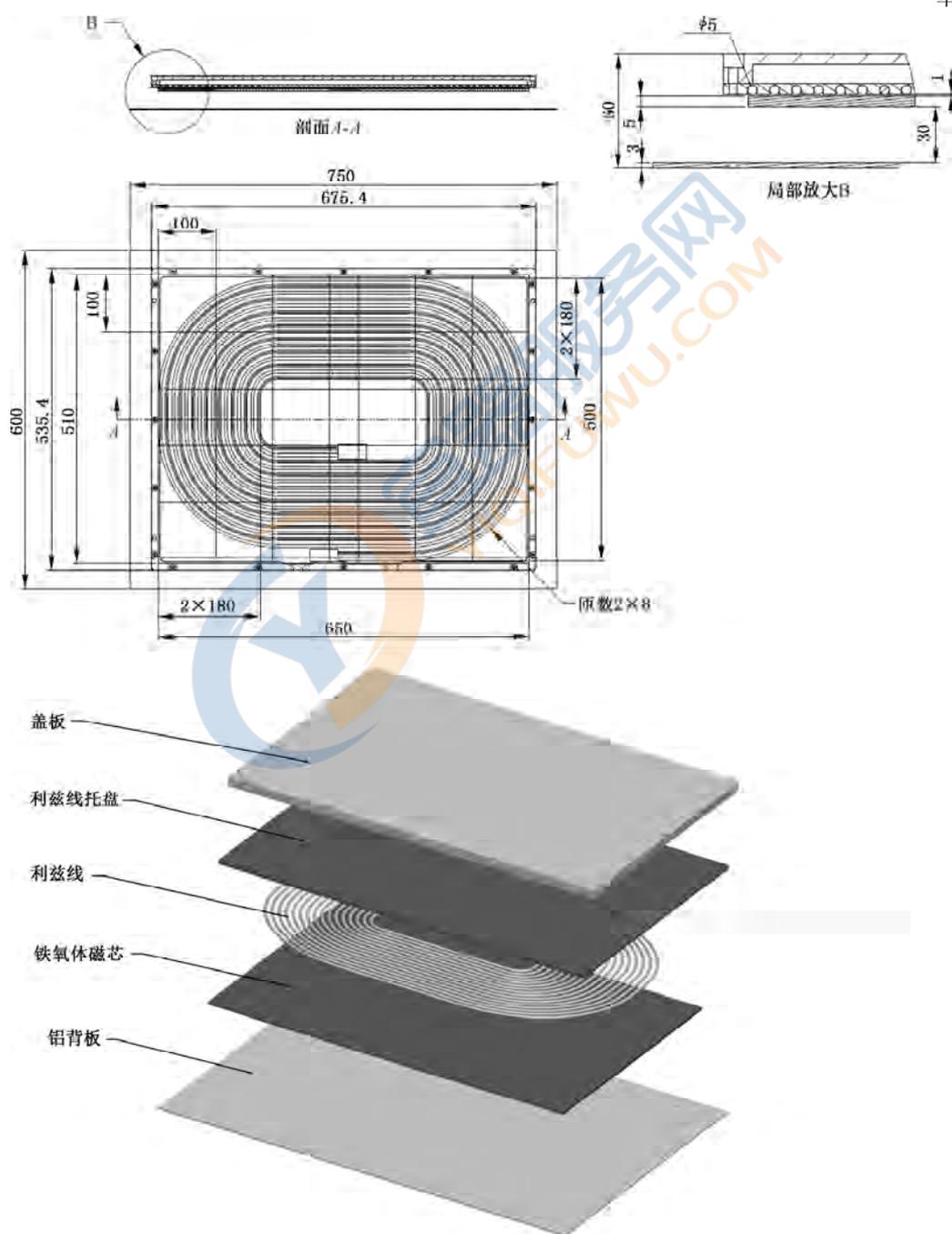


图 A.1 地面参考设备的机械结构

除外壳结构,地面参考设备应至少由 3 个部件组成,最上层部件应为原边线圈,中间层部件应为铁氧体磁芯,最底层部件应为铝背板。

地面参考设备的厚度宜为 60 mm,3 个部件的厚度及间距取值宜按照表 A.1 所示。

表 A.1 地面参考设备 3 个部件的厚度及间距

单位为毫米

厚度	值	间距	值
原边线圈厚度	5	原边线圈和外壳上表面间距	16
铁氧体磁芯厚度	5	原边线圈和铁氧体磁芯间距	1
铝背板厚度	3	铁氧体磁芯和铝背板间距	30

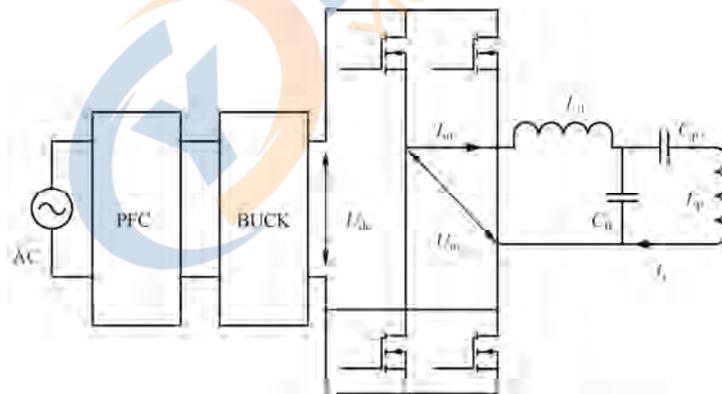
地面参考设备的机械结构参数应按照表 A.2 所示设置。

表 A.2 地面参考设备的机械结构参数

参数类型	值	参数类型	值	参数类型	值
原边线圈长度/mm	650.00	原边线圈宽度/mm	500.00	原边线圈匝数	8.00
原边线圈线径/mm	5.00	原边线圈绕线间距/mm	6.66		
铁氧体磁芯长度/mm	650.00	铁氧体磁芯宽度/mm	510.00	铁氧体磁芯厚度/mm	5.00

A.2 地面参考设备的电路设计

地面参考设备的电路设计应采用图 A.2 所示的拓扑。



标引序号说明:

- AC —— 交流输入电源;
- U_{dc} —— 地面设备逆变器输入电压;
- I_{in} —— 地面设备谐振网络输入电流;
- U_{in} —— 地面设备谐振网络输入电压;
- L_{fi} —— 地面设备谐振补偿电感;
- C_{fi} —— 地面设备谐振补偿电容;
- C_p —— 地面设备谐振补偿电容;
- L_p —— 原边线圈电感;
- I_p —— 原边线圈电流。

图 A.2 地面参考设备的电路设计

注: 本条规定的地面参考设备的标称频率为 85.5 kHz。

地面参考设备的电路参数应符合表 A.3 的规定。

表 A.3 地面参考设备的电路参数

参数	值
C_p/nF	130.5
C_{Π}/nF	157.9
$L_{\Pi}/\mu\text{H}$	22.0

地面参考设备与车载参考设备构成 MF-WPT 系统时,原边线圈自感的最小值($L_{p,\min}$)和最大值($L_{p,\max}$)如表 A.4 所示。

表 A.4 地面参考设备的原边线圈自感的最小值和最大值

功率等级	离地间隙	$L_{p,\min}/\mu\text{H}$	$L_{p,\max}/\mu\text{H}$
MF-WPT1	Z1	40.2	44.6
	Z2	43.8	46.0
	Z3	46.3	46.5
MF-WPT2	Z1	40.2	44.6
	Z2	43.8	46.0
	Z3	46.3	46.5
MF-WPT3	Z1	39.4	44.7
	Z2	43.8	46.0
	Z3	46.3	46.5

地面参考设备的电路电气参数应满足表 A.5 的要求。

表 A.5 地面参考设备中的电路电气参数

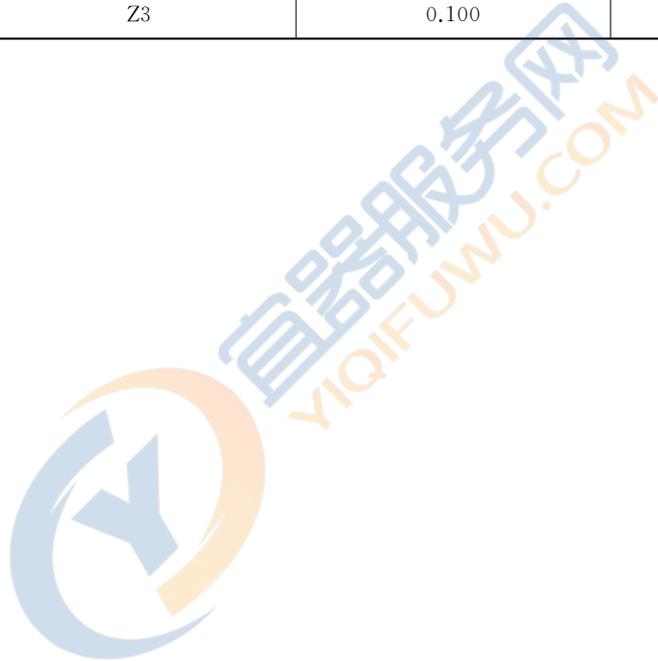
参数	值
输入电压 U_{dc} 的范围/V	300~840
最大输出电流有效值 $I_{in-\max}/\text{A}$	45
原边设备线圈最大电流有效值 $I_{p-\max}/\text{A}$	65

A.3 地面参考设备的耦合系数

地面参考设备与车载参考设备构成 MF-WPT 系统时,原边线圈与副边线圈的耦合系数的最小值(k_{\min})和最大值(k_{\max})如表 A.6 所示。

表 A.6 耦合系数的最小值和最大值

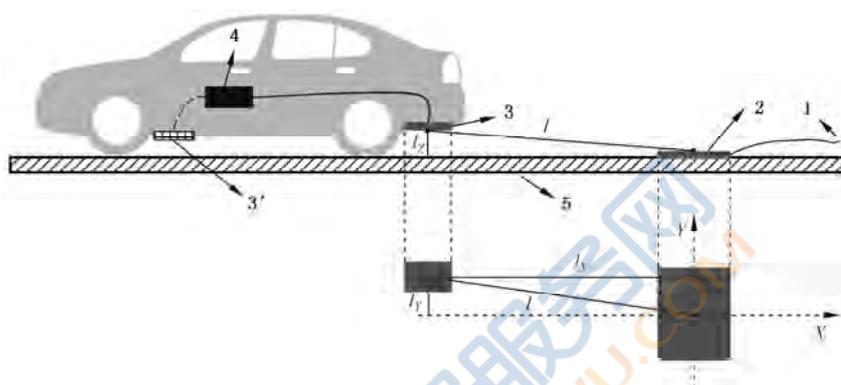
功率等级	离地间隙	k_{\min}	k_{\max}
MF-WPT1	Z1	0.122	0.237
	Z2	0.102	0.246
	Z3	0.100	0.270
MF-WPT2	Z1	0.122	0.237
	Z2	0.102	0.246
	Z3	0.100	0.270
MF-WPT3	Z1	0.134	0.279
	Z2	0.102	0.246
	Z3	0.100	0.270



附 录 B
(资料性)
测试对象功能及预检

B.1 引导对齐功能

引导对齐功能的示意图参见图 B.1。



标引序号说明：

- 1 —— 供电电源连接线；
- 2 —— 原边设备；
- 3 —— 车载设备；
- 3' —— 车载设备另外可安装的位置；
- 4 —— 负载；
- 5 —— 地面；
- l —— 原边设备上表面磁场中心点与车载设备下表面磁场中心点之间的距离；
- l_x —— l 在 X 轴方向的分量；
- l_y —— l 在 Y 轴方向的分量；
- l_z —— l 在 Z 轴方向的分量。

图 B.1 引导对齐功能的示意图

引导对齐功能宜在 $l_x = 5$ m 时启动。

地面设备和车载设备之间宜交换的数据包括： l_x 、 l_y 以及 l 与 X 轴的角度、 l 与 Y 轴的角度。

引导对齐功能的原边设备和车载设备位置检测的精度要求宜满足：

—— $l_x > 150$ cm 时，原边设备和车载设备之间相对位置的检测精度宜满足 $ACC_{GA-VA} \leq 7\%$ 。

注： ACC_{GA-VA} 的精度为 l_{XY} 值的检测精度， l_{XY} 为 l 在 XY 平面的分量，由 $\sqrt{l_x^2 + l_y^2}$ 计算得到。

—— $l_x \leq 150$ cm 时，原边设备和车载设备之间相对位置的检测精度应满足 $ACC_{l_x} \leq 5$ cm、 $ACC_{l_y} \leq 5$ cm。

执行引导对齐功能时，CSU 和 IVU 之间关于引导对齐功能相关的通信数据交换周期宜低于 200 ms。

B.2 初始对位预检

A 类地面设备应具备初始对位检测功能，初始对位检测功能应符合 GB/T 38775.3—2020 中 5.8.4

对位检测的规定,初始对位检测功能的方法宜参照 GB/T 38775.7—2021 中 B.1 执行。

B 类地面设备的初始对位预检由设备制造商和用户协商确定。

B.3 配对预检

A 类地面设备和车载参考设备宜具备配对功能,以保证 CSU 和 IVU 可相互识别地面设备以及停在原边设备上方的车载设备。

配对宜满足以下特征之一:

- a) 通过预编程实现配对信号识别(例如,私人车位的地面设备和车载设备能够自动识别信号);
- b) 车载设备可识别地面设备发出的配对信号;
- c) 地面设备可识别车载设备发出的配对信号。

配对的实现流程应符合:

- a) IVU 发送开始配对请求信息,信息包括车载设备的 ID 或车辆 VIN 码或其他可代表车载设备身份的信息。
- b) 如果 CSU 不支持或者无法识别 IVU 发送的配对信息,则拒绝 IVU 的配对请求,并反馈拒绝配对信息;如果 CSU 支持 IVU 发送的配对信息,则返回地面设备配对信息,信息包括地面设备 ID 或其他可代表地面设备身份的信息及识别成功信息。
- c) IVU 接收到 CSU 发送的地面设备配对信息,确认配对成功,向 CSU 返回配对确认信息。
- d) CSU 接收到 IVU 的配对确认信息,并返回给 IVU 最终是否配对成功信息,若配对成功则返回该 ID 的地面设备已经与车载设备配对成功;若配对失败,则返回配对失败信息。

B 类地面设备的配对预检由设备制造商和用户协商确定。

B.4 兼容性检测预检

对于 A 类地面设备与车载参考设备构成的 MF-WPT 系统,地面设备和车载设备宜具备兼容性检测功能,兼容性检测预检应包含表 B.1 的内容。

表 B.1 兼容性检测预检内容

序号	检测项	具备内容及说明
1	输入功率等级	地面设备设计的输入功率值(单位为 W)
2	输出功率等级	车载设备的最大输出功率值(单位为 W)
3	输出电压范围	车载设备的输出电压范围(单位为 V)
4	输出电流范围	车载设备的输出电流范围(单位为 A)
5	原边线圈最大电流	原边线圈设计的最大电流有效值(单位为 A)
6	副边线圈的最大拾取电压	副边线圈设计的最大拾取电压有效值(单位为 V)
7	最大离地间隙	副边设备的最大离地间隙(单位为 mm)
8	最小离地间隙	副边设备的最小离地间隙(单位为 mm)
9	最大工作频率	为可选项,系统设计的最大工作频率值(单位为 Hz)
10	最小工作频率	为可选项,系统设计的最小工作频率值(单位为 Hz)
11	地面设备频率工作方式、工作频率	频率工作方式为定频工作方式,工作频率为地面设备设计的标称频率点
12	车载设备频率工作方式、工作频率	频率工作方式为定频工作方式,工作频率为车载设备设计的标称频率点
13	线圈类型	原边设备、副边设备设计的线圈类型,包括圆形、DD 形等线圈类型

表 B.1 兼容性检测预检内容 (续)

序号	检测项	具备内容及说明
14	谐振补偿电路拓扑	原边设备、副边设备设计的谐振补偿电路拓扑,包括串联、并联、LCC 等
15	反射阻抗范围	车载设备的反射阻抗范围
16	原边线圈上表面与地面之间的距离	固定值(单位为 mm),与副边线圈与地面之间的距离构成工作气隙
17	副边线圈下表面与地面之间的距离	范围值(单位为 mm),与原边线圈与地面之间的距离构成工作气隙
18	制造商 ID 号	为可选项,代表制造商的唯一 ID 号
19	设备 ID 号	地面设备、车载设备的唯一 ID 号

在兼容性检测预检过程中,A 类地面设备应提供表 B.1 中序号为 1、5、11、13、14、16 的内容,宜提供表 B.1 中序号为 9、10、18、19 的内容。



附录 C

(资料性)

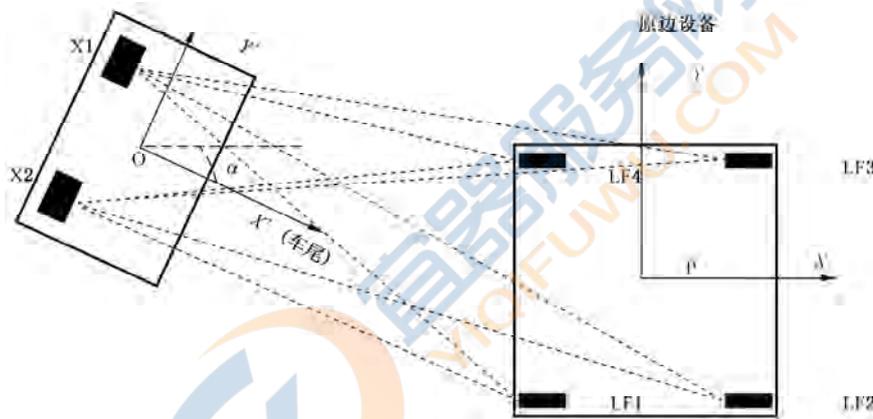
引导对齐功能的实现方法

C.1 通则

引导对齐功能是为了便于用户或者车辆自动泊车系统将车辆驶入可充电区域内。用户使用时,引导对齐功能为可选功能。对于自动驾驶车辆,当自动泊车精度无法满足可充电区域的精度要求时,引导对齐功能为必选功能,当自动泊车精度满足可充电区域的精度要求时,引导对齐功能为非必选功能。

C.2 低频激励(LF)方案

MF-WPT 系统可采用 LF 方案实现引导对齐功能,宜按照图 C.1 所示布置传感器。



标引序号说明:

LF1、LF2、LF3、LF4——安装在原边设备的发射天线,具备固定强度的磁场发射功能;

X1、X2——安装在副边设备的接收天线及计算单元,具备磁场接收功能的的天线以及位置计算单元。

图 C.1 LF 方案传感器布置示意图

原边设备中宜布置不少于 4 个磁场发射天线,发射天线的工作频率宜为 104 kHz、114 kHz、145 kHz 中的一个,应能够承受最大 1 A 的电流激励。

副边设备中宜布置不少于 2 个磁场接收天线,接收天线的工作频率宜为 104 kHz、114 kHz、145 kHz 中的一个。

车载设备中应具备处理原边设备和副边设备位置信息的计算单元,计算单元最终输出值应至少包括原边设备物理中心点 P 和副边设备物理中心点 O 的相对位置(包括 X、Y 轴的坐标分量)、副边设备的倾斜角度 α 。

LF 方案的引导对齐功能的工作流程应按照图 C.2 执行。

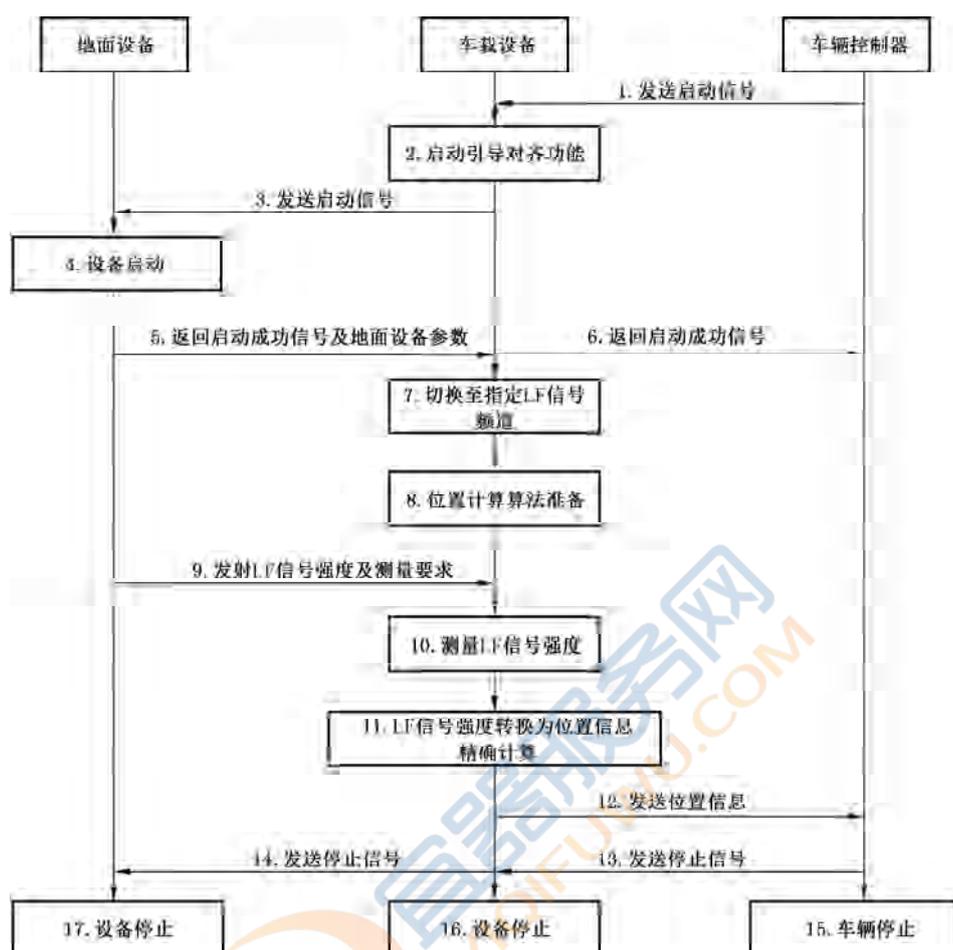


图 C.2 LF 方案的引导对齐工作流程

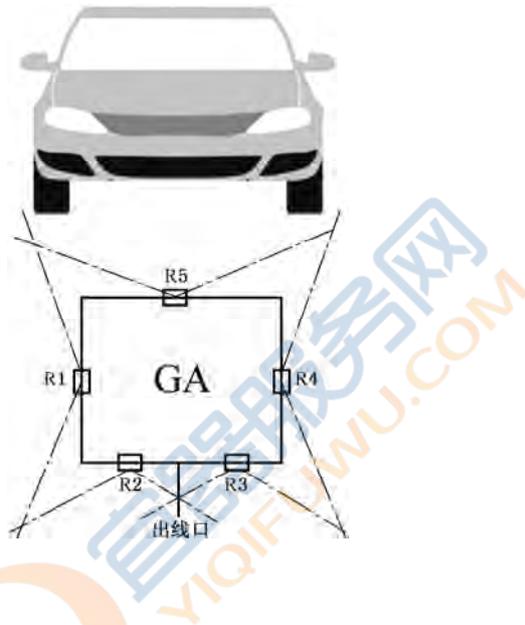
工作流程如下：

- 1) 车辆控制器发送启动信号给车载设备，请求启动引导对齐功能；
- 2) 车载设备启动引导对齐功能；
- 3) 车载设备发出启动请求给地面侧，请求启动引导对齐功能；
- 4) 地面设备启动引导对齐功能；
- 5) 地面设备返回启动成功信号及地面设备引导对齐信息给车载设备。地面设备引导对齐信息至少包括：停车场场地类型、LF 发射天线布局、发射天线工作频率以及相应信号强度标定值；
- 6) 车载设备返回启动成功信号给车辆控制器；
- 7) 车载设备将 LF 信号强度测量频段切换至地面指定的发射天线频段；
- 8) 车载设备根据地面设备发送的信号数据参数，启动车载设备位置检测算法；
- 9) 地面设备以固定周期发射信号强度信息，请求车载设备进行信号强度测量的计算；
- 10) 车载设备对信号强度进行测量计算；
- 11) 车载设备根据信号强度测量计算值，经过位置检测算法确定原边设备和副边设备之间的位置信息；
- 12) 车载设备将位置信息数据(原边设备物理中心点 P 和副边设备物理中心点 O 的相对位置、副边设备的倾斜角度 α)发送给车辆控制器；
- 13) 重复步骤 9)~12)，直至车辆控制器向车载设备发出停止信号；
- 14) 车载设备收到车辆控制器的停止信号，通知地面设备停止引导对齐功能；

- 15) 车辆停止；
- 16) 车载设备引导对齐功能停止；
- 17) 地面设备引导对齐功能停止。

C.3 线性调频毫米波雷达(LFM MMWAVE RADAR)方案

MF-WPT 系统可采用毫米波雷达方案作为实现引导对齐功能,宜按照图 C.3 所示布置雷达传感器。



标引序号说明:

- GA —— 原边设备;
- R1、R2、R3、R4、R5 —— 布置在原边设备的雷达传感器。

图 C.3 毫米波雷达方案传感器布置示意图

原边设备安装的雷达传感器应具备毫米波的发射与接收功能。

原边设备中应布置不少于 5 个雷达传感器,雷达工作频率应为 77 GHz~81 GHz 或者 60 GHz~64 GHz。

车载设备中可不布置雷达传感器。

原边设备中应具备处理原边设备和副边设备位置信息的计算单元,计算单元最终输出值应至少包括原边设备物理中心点 P 和副边设备物理中心点 O 的相对位置(包括 X、Y 轴的坐标分量)、副边设备的倾斜角度 α 。

毫米波雷达实现引导对齐功能的工作流程应按照图 C.4 执行。

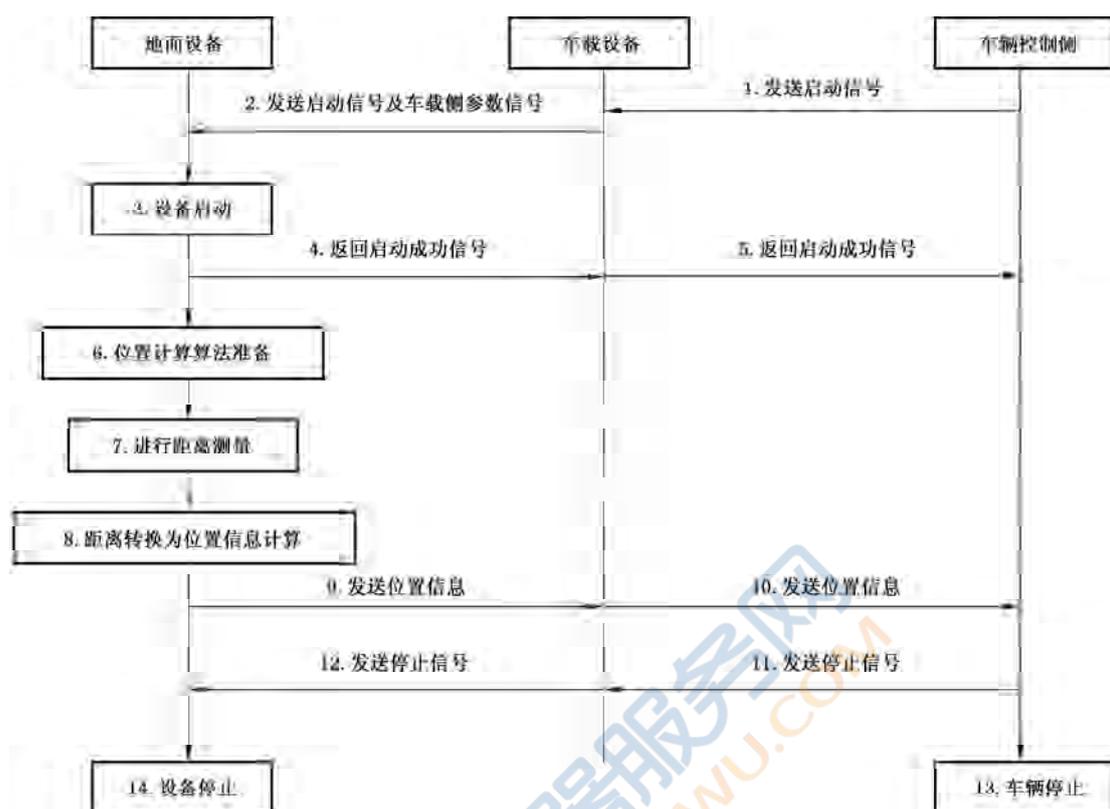


图 C.4 毫米波雷达方案的引导对齐工作流程

工作流程如下：

- 1) 车辆控制器发送启动信号给车载设备；
- 2) 车载设备发出启动请求给地面设备，将车载设备及车辆信息（至少包括车型、车载设备安装位置、车载设备离地间隙，车辆底盘尺寸）发给地面设备；
- 3) 地面设备启动引导对齐功能；
- 4) 地面设备返回启动成功信号给车载设备；
- 5) 车载设备返回启动成功信号给车辆控制器；
- 6) 地面设备根据车载设备发送的车载设备及车辆信息，启动车载设备的原边设备和副边设备之间的位置检测算法；
- 7) 地面设备启动后，以固定周期测量车辆与雷达传感器的相对位置；
- 8) 地面设备将测量得到的相对位置信息进行计算，转换为原边设备和副边设备之间的位置信息；
- 9) 地面设备将原边设备和副边设备之间的位置信息发送给车载设备；
- 10) 车载设备将位置信息数据（原边设备物理中心点 P 和副边设备物理中心点 O 的相对位置、副边设备的倾斜角度 α ）发送给车辆控制器；
- 11) 重复步骤 7)~10)，直至车辆控制器发送信号；
- 12) 车载设备收到车辆控制器的停止信号，通知地面设备停止；
- 13) 车辆停止；
- 14) 地面设备引导对齐功能停止。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34657.2—2017 电动汽车传导充电互操作性测试规范 第2部分：车辆
-

