



中华人民共和国国家标准

GB/T 38775.1—2020

电动汽车无线充电系统 第1部分：通用要求

Electric vehicle wireless power transfer—Part 1: General requirements

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	4
5 充电系统总体要求	4
5.1 一般要求	4
5.2 原理图	4
5.3 测量原则	6
5.4 原边设备的安装	8
6 分类	9
6.1 分类依据	9
6.2 功率等级	9
6.3 环境状况	9
7 互操作性要求	10
7.1 一般要求	10
7.2 功率等级	10
7.3 额定工作频率	10
7.4 谐振电路	10
7.5 调谐(可选)	11
7.6 系统效率	11
8 通信要求	11
9 环境测试	11
9.1 一般要求	11
9.2 工作环境温度要求	11
9.3 环境湿度测试	12
9.4 干热测试	12
9.5 低温测试	12
10 安全要求	12
10.1 一般要求	12
10.2 电击防护要求	12
10.3 过载保护和短路承受要求	15
10.4 温升和防止过热要求	15
10.5 机械事故的防护要求	18
10.6 保护区域	18
11 结构要求	18

GB/T 38775.1—2020

11.1	一般要求	18
11.2	开关设备的分断能力要求	18
11.3	车载设备结构要求	19
11.4	电力电缆组件要求	19
12	材料和部件的强度要求	19
12.1	防腐蚀保护	19
12.2	外壳检验	19
12.3	车辆碾压	20
13	标识和说明要求	20
13.1	一般要求	20
13.2	设备的标识	20
附录 A (资料性附录)	电动汽车无线充电系统框图	22
附录 B (资料性附录)	磁耦合	23



前 言

GB/T 38775《电动汽车无线充电系统》分为以下部分：

- 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。

本部分为 GB/T 38775 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本部分起草单位：中兴新能源汽车有限责任公司、中兴通讯股份有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、中国电力科学研究院有限公司、浙江万安科技股份有限公司、中惠创智无线供电技术有限公司、重庆长安新能源汽车有限公司、中国第一汽车集团有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司、北京航空航天大学、厦门新页科技有限公司。

本部分主要起草人：胡超、赵勇、刘红军、游世林、兰昊、周荣、魏斌、黄晓华、杨国勋、周德勇、唐德钱、袁昌荣、胡越、范春鹏、汪国康、杨世春、闫啸宇、林桂江。

电动汽车无线充电系统

第1部分：通用要求

1 范围

GB/T 38775 的本部分规定了电动汽车无线充电系统的总体要求、分类、互操作性要求、通信要求、环境测试、安全要求、结构要求、材料和部件强度要求、标识和说明要求等。

本部分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 1 000 V(AC)或 1 500 V(DC)。

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 Cab: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 Db 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 Ka:盐雾
- GB/T 2423.24 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Sa:模拟地面上的太阳辐射及其试验导则
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分:通用要求
- GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则
- GB/T 10963.1—2005 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—2014 电气绝缘 耐热性和表示方法
- GB/T 11026.1—2016 电气绝缘材料 耐热性 第1部分:老化程序和试验结果的评定
- GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法
- GB/T 14048.2—2008 低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器
- GB/T 14048.3—2017 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—2010 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 低压电气装置 第4-42部分:安全防护 热效应保护
- GB/T 16895.3 低压电气装置 第5-54部分:电气设备的选择和安装 接地配置和保护导体
- GB/T 16895.5—2012 低压电气装置 第4-43部分:安全防护 过电流保护
- GB/T 16895.10—2010 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—2011 低压电气装置 第4-41部分:安全防护 电击防护

GB/T 16916.1—2014 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—2014 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 17627.1—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第一部分:定义和试验要求

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 22794—2017 家用和类似用途的不带和带过电流保护的F型和B型剩余电流动作断路器

GB/T 30789.2 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2部分:起泡等级的评定

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/T 30789.4 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4部分:开裂等级的评定

GB/T 30789.5 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5部分:剥落等级的评定

GB/T 33594—2017 电动汽车充电用电缆

QC/T 413—2002 汽车电气设备基本技术条件

IEC 60364-7-722—2015 低压电器设备 第7-722部分:电动汽车特殊设备或地点要求(Low-voltage electrical installations—Part 7-722: Requirements for special installations or locations—Supplies for electric vehicles)

3 术语和定义

GB/T 19596界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

原边设备 primary device

能量的发射端,与副边设备耦合,将电能转化成交变电磁场并定向发射的装置。

3.2

副边设备 secondary device

能量的接收端,与原边设备耦合,接收交变电磁场并转化成电能的装置。

3.3

无线电能传输 wireless power transfer; WPT

一种借助于空间无形软介质(如电场、磁场、微波等)实现将电能由电源端传递至用电设备的一种供电模式。

注:无线电能传输技术也可称为非接触电能传输技术(contactless power transfer, CPT)。

3.4

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

将交流或直流电网(电源)通过无线电能传输技术,为电动汽车动力电池提供电能,也可以为车载设备供电。

3.5

非车载功率组件 off-board power components

将电网的电能转换成原边设备所需电能的功率变换单元。

3.6

车载功率组件 on-board power components

安装在车辆上,将副边设备接收的电通过功率变换器转变为直流电,供给电动汽车。

3.7

地面设备 off-board supply device

电动汽车无线充电系统的地面侧设备的统称。

注:地面设备包括原边设备、非车载功率组件及通信单元等。

3.8

车载设备 on-board supply device

电动汽车无线充电系统的车载侧设备的统称。

注:车载设备包括副边设备、车载功率组件及通信单元等。

3.9

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。

注:无线充电位包括停车位、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)。

3.10

机械气隙 mechanical air gap

原边设备上表面与副边设备下表面最短的间距。

3.11

工作气隙 operational air gap

原边设备磁场发射线圈上表面与副边设备磁场接收线圈下表面之间的距离。

3.12

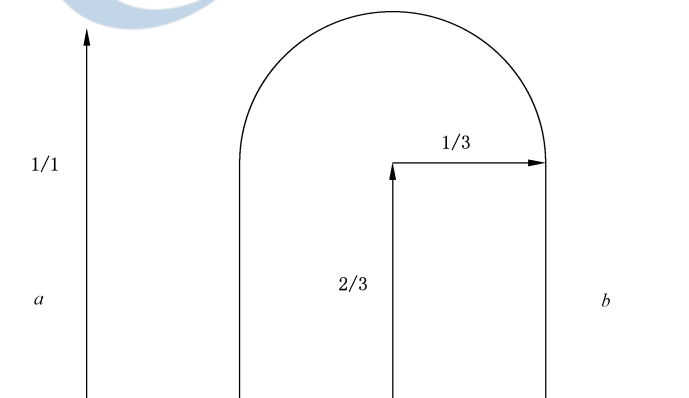
异物 foreign objects

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,也不是电动汽车无线充电位的一部分。

3.13

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 1)



说明:

a ——表示一个人完全舒展开的距离;

b ——表示一个人去够东西的距离。

图 1 臂展范围

3.14

系统效率 system efficiency

电能传输从交流(或直流)电源输入到电动汽车电池/车载设备的效率。

注：系统效率的测量点见图 2。

3.15

保护区 protection areas

电动汽车内及周围具有同种类保护需求的区域。

4 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)

CB:断路器(Circuit Breaker)

EMC:电磁兼容性(Electromagnetic Compatibility)

EMF:电磁辐射(Electromagnetic Fields)

IVU:车载通信控制单元(In-Vehicle Unit)

MF-WPT:以磁场为介质的无线电能传输(Wireless Power Transfer Through Magnetic Field)

RCBO:带过流保护的剩余电流动作保护器(Residual Current Breaker with Overcurrent Protection)

RCD:剩余电流动作保护器(Residual Current Device)

5 充电系统总体要求

5.1 一般要求

充电系统的一般要求包括：

- a) 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 \pm 1 Hz,对于特殊用途的交流电可以使用其他频率。
- b) 车载设备应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。
- c) 电动汽车无线充电系统的地面设备,应保证在正常使用时性能稳定,并能最大程度的保证对电动汽车无线充电系统使用者以及周边环境安全。

5.2 原理图

图 2 给出了一种交流输入电动汽车无线充电系统的原理示意图,电动汽车无线充电系统的系统框图参见附录 A,一种磁耦合的示例参见附录 B。

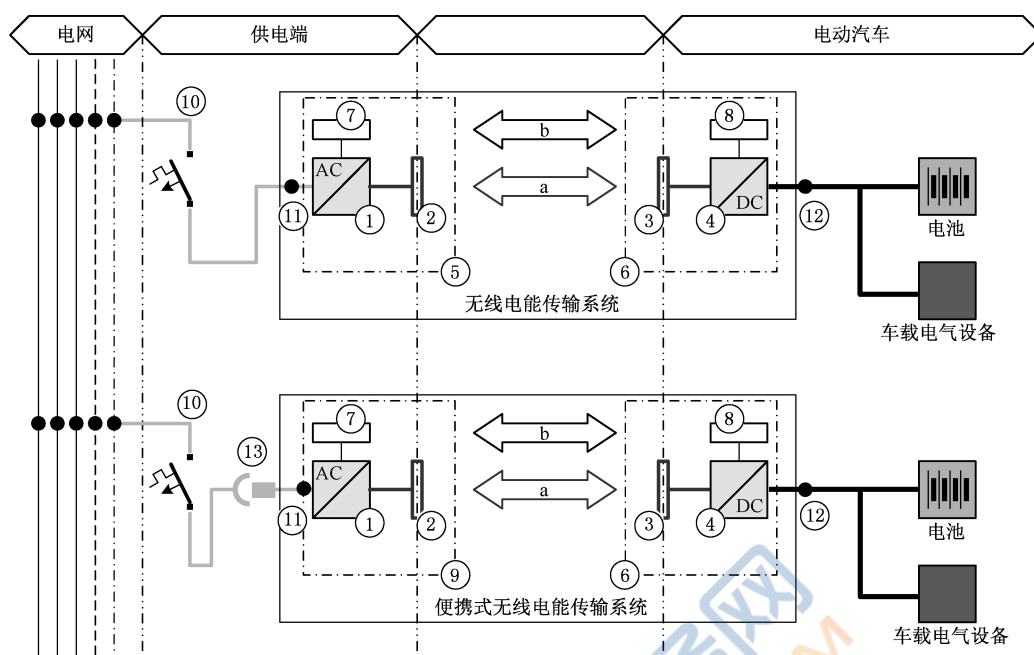


图 2 交流输入电动汽车无线充电系统(固定安装设备和便携式设备)

图 2 中各个序号代表的含义见表 1。

表 1 电动汽车无线充电系统各部分名称

图中序号	名称
①	非车载功率组件
②	原边设备
③	副边设备
④	车载功率组件
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)
⑩	CB 或者 RCD 或者 RCBO
⑪	效率测试点 1
⑫	效率测试点 2
⑬	插头和插座
a	无线电能传输
b	通讯

5.3 测量原则

5.3.1 坐标系

描述原副边设备的三维坐标系如图 3 所示, X 轴为车辆行驶方向, $+X$ 表示车尾方向, Y 轴为垂直于行驶方向, Z 轴为高度, 该坐标系的原点为参考点。

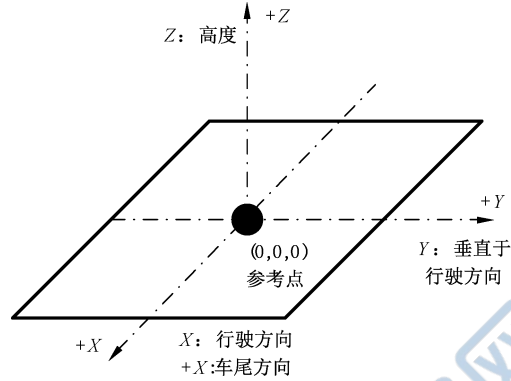


图 3 坐标系方向定义

5.3.2 停车方位

原边设备安装位置如图 4 所示, 参数说明见表 2。

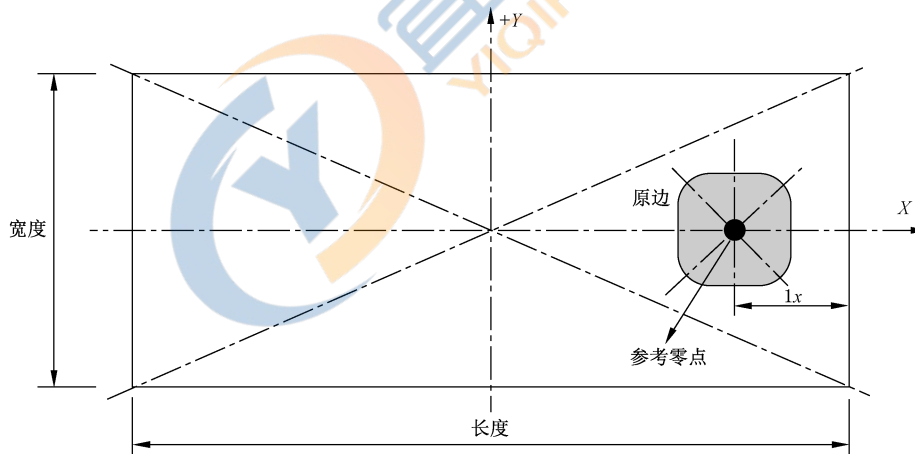


图 4 原边设备位置

表 2 原边设备位置

方向	参数值 mm	坐标轴
行驶方向	$\pm x$	X
行驶方向的横向	$\pm y$	Y
高度方向	$\pm z$	Z

5.3.3 偏移量

X、Y 方向上的偏移量为副边中心点与零点之间的偏差,如图 5 所示,其参数说明见表 3。

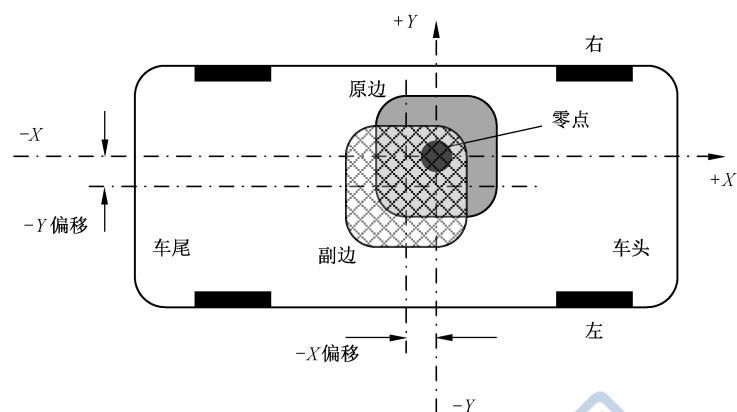


图 5 X 方向和 Y 方向的最大偏移

表 3 偏移

方向	偏移距离 mm	坐标轴
行驶方向	$\pm x$	X
行驶方向的横向	$\pm y$	Y

5.3.4 原边设备尺寸测量

原边设备的尺寸测量定义如表 4。

表 4 原边设备

方向	参数值 mm	坐标轴
行驶方向	x	X
行驶方向的横向	y	Y
高度方向	z	Z

5.3.5 机械气隙测量

机械气隙测量如表 5。

表 5 机械气隙

方向	参数值 mm	坐标轴
高度方向	z	Z

5.4 原边设备的安装

5.4.1 安装方式

原边设备的安装方式有：

- a) 地理安装；
- b) 地上安装；
- c) 其他安装方式(如汽车顶部上方安装、墙面安装、原边设备升降式安装等)。

5.4.2 地理安装

地理安装如图 6 所示,原边设备完全埋藏于地下,原边设备的表面存在于 Z 轴零坐标处。

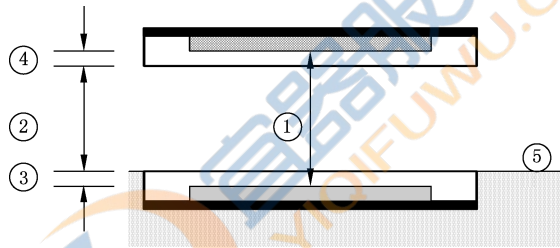


图 6 地理安装

图 6 中各数字表示的含义在表 6 中给出。

表 6 地理安装各部分名称

图中序号	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。

5.4.3 地上安装

地上安装如图 7 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制造商的安装指南给定。

最大安装高度也应符合国家相关管理条例,如城市道路管理条例。

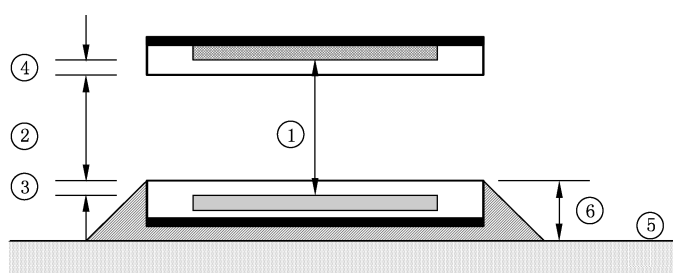


图 7 地上安装

图 7 中各数字表示的含义在表 7 中给出。

表 7 地上安装各部分名称

图中序号	名称
①	工作气隙
②	机械气隙
③	原边线圈上表面到原边保护盖板上表面的高度
④	副边线圈下表面到副边设备下表面的高度
⑤	路面
⑥	安装高度

6 分类

6.1 分类依据

本部分的磁耦合电动汽车无线充电系统分类依据如下两个因素：

- a) 功率等级；
- b) 环境状况。

6.2 功率等级

磁耦合电动汽车无线充电系统的输入功率等级分类见表 8。

表 8 输入功率等级分类

类别	MF-WPT1	MF-WPT2	MF-WPT3	MF-WPT4	MF-WPT5	MF-WPT6	MF-WPT7
功率范围 kW	$P \leq 3.7$	$3.7 < P \leq 7.7$	$7.7 < P \leq 11.1$	$11.1 < P \leq 22$	$22 < P \leq 33$	$33 < P \leq 66$	$P > 66$
注：MF-WPT3、MF-WPT4、MF-WPT5、MF-WPT6、MF-WPT7 系统不适用于单相电输入。							

6.3 环境状况

磁耦合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。

7 互操作性要求

7.1 一般要求

地面设备和车载设备满足以下条件时,为可互操作的,地面设备才能向电动汽车进行无线电能传输。

- a) 功率等级符合表 8 的要求;
- b) 工作气隙相匹配;
- c) 相同的标称工作频率;
- d) 电路拓扑结构相兼容;
- e) 调谐(可选);
- f) 合理的系统效率及功率因数;
- g) 并且符合:
 - 1) EMC 及 EMF 要求;
 - 2) 防护要求;
 - 3) 输电过程使用兼容的通信方式。

7.2 功率等级

相同功率等级和不同功率等级的地面设备和车载设备之间的互操作性要求如表 9 所示。

表 9 功率等级的互操作性

	地面设备							
	MF-WPT	1	2	3	4	5	6	7
车载设备	1	支持	A	A	A	A	A	A
	2	B	支持	A	A	A	A	A
	3	A	A	支持	A	A	A	A
	4	A	A	A	支持	A	A	A
	5	A	A	A	A	支持	A	A
	6	A	A	A	A	A	支持	A
	7	A	A	A	A	A	A	支持
	注 1: A 表示待定,待后续版本修订或在其他标准中制定。 注 2: B 表示建议设备商支持。							

7.3 额定工作频率

可互操作的地面设备和车载设备应使用相同的额定工作频率。

7.4 谐振电路

原边设备的谐振电路拓扑应与副边设备谐振电路拓扑相匹配。

7.5 调谐(可选)

电动汽车无线充电系统工作频率宜调谐。

注：调谐的目的为防止系统出现超调，当原、副边设备出现错位、气隙波动等情况，可通过频率调谐进行校正。

7.6 系统效率

互操作性需要系统效率在额定工作点上及偏移条件下应不小于制造商标定的最低限值。

电动汽车无线充电系统的额定工作点应满足以下条件：

- a) 系统以额定功率输出；
- b) 原副边设备应处于对齐状态；
- c) 工作气隙为厂商设定或说明的唯一的值。

8 通信要求

电动汽车无线充电系统的地面设备和车载设备之间应具备无线通信能力，通过信令实现无线电能传输过程的控制以及相关必要信息的交互，确保电动汽车无线充电系统的安全、可靠运行。

9 环境测试

9.1 一般要求

在本章要求的测试中，无线充电设备应运行在标称电压、最大输出功率和电流情况下，且安全特性不降低。无线充电系统的环境测试和相关设计应满足：

- a) 电动汽车无线充电系统的供电设备设计为满足无线充电系统正常工作条件下的使用。
- b) 无线充电设备的测试在 86 kPa 到 106 kPa 之间的大气压下进行。
- c) 无线充电设备的测试在 2 000 m 以下海拔进行。对于超过 2 000 m 海拔使用的设备，应考虑介电强度的下降、设备的开关能力、空气的冷却作用以及设备的降额运行。
- d) 用于室外和室内安装的封闭的设备和组件，若在高湿度和温度变化范围大的环境下使用，应采取措施防止设备内产生有害的冷凝现象。可使用如通风和/或内部加热、排水孔等措施，但是应同时保证 10.2.5.3 和 10.2.5.4 中要求的防护等级。
- e) 如果组件(例如继电器、电子设备)不适用于本章规定的工作条件，则采取适当的手段来确保其可正常工作。

注：特殊安装环境下的测试需要对性能进行确认。

9.2 工作环境温度要求

无线充电设备应在规定的环境温度、最高温、最低温条件下测试。设备应通过高低温条件下的功能测试，包括符合 GB/T 2423.1 要求的最低温测试(试验 Ab)和符合 GB/T 2423.2 要求的最高温测试(试验 Bb)。在不同的安装环境下设备对环境温度要求的应满足：

- a) 室内安装的环境温度要求：
 - 1) 环境温度上限 50 °C，且 24 h 平均温度不超过 35 °C。
 - 2) 环境温度下限是-5 °C。
- b) 室外安装的环境温度要求：
 - 1) 环境温度上限 50 °C，且 24 h 平均温度不超过 35 °C。
 - 2) 环境温度下限是-20 °C。

9.3 环境湿度测试

无线充电设备应设计运行在 5% 和 95% 之间的相对湿度。根据不同的安装环境,应选择如下两个试验之一进行测试:

a) 室内安装的湿度测试

温度为 50 °C 时空气相对湿度不超过 50%。应通过下面的测试:

- 1) 6 个周期为 24 h 的湿热循环试验:符合 GB/T 2423.4, 温度在 $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 95% (试验 Db);
- 2) 2 个周期为 24 h 的盐雾试验:符合 GB/T 2423.17, 温度为 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ (测试 Ka: 盐雾)。

b) 室外安装的湿度测试

温度为 25 °C 时的最高相对湿度可为 100%。

应通过下面的测试条件:

- 1) 5 个周期为 24 h 的湿热循环试验:符合 GB/T 2423.4—2008, 温度在 $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 95% (试验 Db);
- 2) 7 个周期为 24 h 的盐雾试验:符合 GB/T 2423.17, 温度为 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ (测试 Ka: 盐雾)。

9.4 干热测试

按 GB/T 7251.1—2013 中 10.2.3.1 要求进行干热试验。该试验应符合 GB/T 2423.24 中试验 Sa, 过程 B 的要求。

注:干热试验可结合外壳的热稳定性试验。

9.5 低温测试

低温测试应遵循 GB/T 2423.1 中试验 Ab:

- a) 室外使用设备, $-20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 运行 16 h;
- b) 室内使用设备, $-5^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 运行 16 h。

当设备运行的环境比以上规定温度更低时,根据需要针对极端寒冷气候的低温试验按照 GB/T 2423.1 进行(测试 Ab)测试,以制造商定义的额定最低温运行 16 h。

10 安全要求

10.1 一般要求

在本章测试中,涉及电动汽车无线充电系统运行状态下试验,系统应运行在额定电压下,输出最大功率和电流。如果设备设计成可在多个不同额定电压下运行,测试时应运行在所支持的最大额定电压下。

10.2 电击防护要求

10.2.1 一般要求

电击防护的一般要求包括:

- a) 危险带电部件应不可被接触。
- b) 单一故障条件下应实现电击保护措施。
- c) 对于固定安装的电动汽车地面设备,其要求详见 IEC 60364-7-722—2015。
- d) 对于可以同时使用的连接点,每个连接点应使用独立的保护手段(过流保护和故障电流保护)。

10.2.2 接触电流要求

本条款试验时,系统处于运行状态,且无线充电系统供电电压应为标称额定电压的 1.1 倍。

接触电流应在地面设备连接至交流电网的情况下,按照 GB/T 12113—2003 进行测试。

交流电极和可接触金属零件的接触电流应依照 GB 4943.1—2011 进行测试,接触电流值不应超过表 10 给出的数值。

接触电流试验是在完成湿热交变测试 Db 后的 1 h 之内进行测试,其中湿热交变测试应按 GB/T 2423.4 要求进行;或者是在完成湿热稳态测试 Ca 后的 1 h 之内进行测试,其中湿热稳态测试应在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、93% 的相对湿度环境下进行,测试时间为 4 d,应按 GB/T 2423.3 要求进行测试。

无线充电系统由隔离变压器供电,或以与地隔离的方式安装。通过固定电阻连接的电路,或者参考接地的电路,在测试前应断开。

表 10 接触电流

分类	等级 I	等级 II
带电电极和可接触金属零件之间 任一交流相线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 任一交流相线和通常为激活(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
注:带电电极不包括系统工作状态下的原边设备中的线圈及原边设备中线圈的接插件和连接线缆。		

10.2.3 绝缘电阻要求

用开路电压为表 11 中规定电压等级的测试仪器测量,电动汽车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 $500\text{ }\Omega/\text{V}$ 。

10.2.4 绝缘强度要求

10.2.4.1 绝缘耐压强度

电动汽车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 11 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。

10.2.4.2 冲击耐压

电动汽车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所规定标准雷击波的短时冲击电压试验,冲击耐压试验电压等级见表 11。

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 11 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,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%。

表 11 绝缘试验的试验等级

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻测试仪器的电压等级 V	介电强度试验电压 kV	冲击耐压试验电压 kV
≤ 60	250	DC 1.414/AC 1.0	1
$60 < U_i \leq 300$	500	DC 2.828/AC 2.0	± 2.5
$300 < U_i \leq 700$	1 000	DC 3.535/AC 2.5	± 6
$700 < U_i \leq 950$	1 000	AC $2 \times U_i + 1 000$ DC $2.8 \times U_i + 1 400$	± 6

10.2.5 直接接触防护

10.2.5.1 可接触危险部分的防护等级

外壳的 IP 等级至少为 IPXXC。

10.2.5.2 外壳的 IP 等级

非车载功率组件外壳的最小 IP 等级应满足：

- a) 室内使用：IP32；
- b) 室外使用：IP54。

使用手册中应说明使用环境。

10.2.5.3 原边设备的 IP 等级

地理安装和地面安装的原边设备 IP 等级应遵循：

- a) 非公共路段安装的最小的 IP 等级应为：IP67；
- b) 在公共路段安装的最小 IP 等级应为：IP69K、IP67。

10.2.5.4 车载设备的 IP 等级

车载设备 IP 等级应遵循，最小 IP 等级：IP67。

原边设备和非车载功率组件为一体化设计、副边设备和车载设备为一体化设计时，则只做 1 次 IP 等级测试，且应遵循两者中较高的 IP 等级。

10.2.6 能量存储—电容放电

对于便携式无线充电系统，标准插头从标准插座断开后 1 s 内，标准插头任何可触及的导电部分和保护导体之间的电压应不大于 60 V (DC) 或者等效存储电荷应小于或等于 0.2 J。

10.2.7 故障保护

故障保护模式应按 GB/T 16895.21—2011 进行。

10.2.8 保护接地导体

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可导电

部分之间建立等电位连接,该保护接地导体应满足 GB/T 16895.3 的要求。

10.2.9 补充措施

10.2.9.1 附加保护

为避免在基本保护或故障保护失效或用户误操作的情况下引起触电,应附加保护。

除使用电隔离保护措施的电路,地面设备应采用 A 型或者 B 型剩余电流保护器(RCD),RCD 应符合 GB/T 14048.2—2008、GB/T 16917.1—2014、GB/T 16916.1—2014 和 GB/T 22794—2017 的相关要求。

10.2.9.2 手动/自动复位要求

电路断路器,RCD 和其他提供人身保护防止电击的设备不应自动复位。

10.2.10 远程通信网络要求

如果在电动汽车无线充电系统中存在任何远程通信网络或者电信端口,对其测试应符合 GB 4943.1—2011 第 6 章的连接远程通信网络的要求。

10.3 过载保护和短路承受要求

10.3.1 一般要求

过载保护和短路承受要求包括:

- a) 测试应按 GB/T 17627.1—1998 的要求进行。
- b) 过流过压的保护措施应与 GB/T 16895.5—2012、GB/T 16895.10—2010、IEC 60364-7-722—2015 的要求相符。
- c) 短路保护和承受能力应与 GB/T 7251.1—2013 的要求一致。
- d) 本条款试验时,系统应处于运行状态。

10.3.2 接地电阻和连续性测试

接地电阻和连续性测试应符合 GB/T 7251.1—2013 的要求。

10.3.3 接地路径测试

设备的接地路径(保护电路)应符合 GB/T 7251.1—2013 的要求。

10.3.4 短路耐受强度

短路耐受强度的要求应符合 GB/T 7251.1—2013 的要求。

10.4 温升和防止过热要求

10.4.1 概述

温升和防止过热的要求有以下原因:

- a) 无线充电系统可接触部件超过一定温度,造成皮肤烧伤。具体见 10.4.2。
- b) 无线充电系统的部件、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,可能降低无线充电系统的电气、机械或其他特性。具体见 10.4.3。

c) 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 10.4.4。

10.4.2 可触及零部件的表面温度要求

在臂展范围内可触及的零部件不应达到可能导致人体烧伤的温度,其中臂展范围测量值见表 12,最高表面温度不应超过表 13 中规定的值。对于室内测试,测试结果应校正到环境温度为 20 °C 至 25 °C。对于室外安装设备或电动车载设备,测试结果应校正到环境温度为 40 °C ± 2 °C。

对于可能被偶然接触的无线充电设备表面,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,则设备表面最高温度可超过表 13 规定值。

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 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
注:表中的数值为平均值。	

表 13 最高表面温度

位置	金属表面 °C	非金属表面 °C
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

10.4.3 材料的温度限值要求

温升应根据 GB/T 7251.1—2013 测得,温升为该零部件的温度与设备外的环境温度的温差,温升不应对电流承载部件或相邻部件造成危害。

绝缘材料应满足绝缘温度指数(绝缘温度指数通过 GB/T 11026.1—2016 的方法确定)或符合 GB/T 11021—2014 的规定。

材料的温升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 的连续 3 次温度读数,温度变化不大于 2 K。

当设备在额定环境温度(35 °C)运行时,测试中温度不应超过表 14 中显示的上限。

表 14 在正常使用中的温升

部件 ^a	环境温度 35 °C 时的温升 (GB/T 7251.1—2013) 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性材料	30
——漆布	40
支撑件	—
印刷电路板:	—
——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,则材料温升不应超过该材料的温升限制。 ^b 分类与 GB/T 11021—2014 和 GB/T 11026.1—2016 一致;因试验中温度是均值而不是瞬态值,所以表中数值已调整。 ^c 如果使用的绝缘材料不包含于 GB/T 11021—2014 和 GB/T 11026.1—2016,应能通过 10.2.6 的测试。 ^d 如果组件是设备外表面的一部分,该组件的温度不应超过对该设备外表面所要求的温度。 ^e GB/T 33594—2017 规范了充电电缆的绝缘等级。	

10.4.4 异物发热防护要求

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测试对象。对于所定义的测试对象,在可触及的情况下,其温度不应超过 GB/T 16895.2 所规定的最大温度上限,如下:

- a) 金属部件的裸露表面:80 ℃;
- b) 非金属部件表面:90 ℃。

具体的测试对象类型可能界定不同的温度上限,取决于特定的技术和测试对象(例:热容量小的物体,如有金属箔涂层的纸)。

10.5 机械事故的防护要求

安装无线充电系统后,不应有任何锐利的边缘。

10.6 保护区域

定义如下四个保护区域,参考图 8:

- 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)。

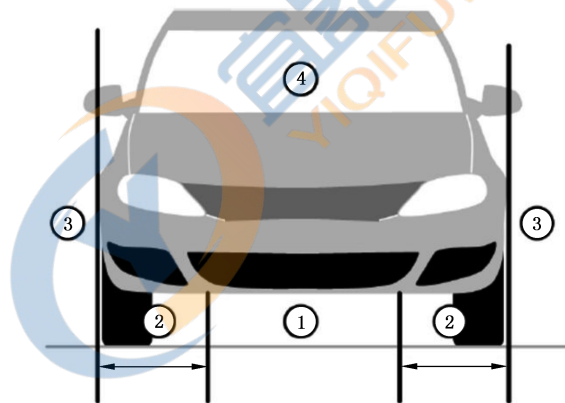


图 8 保护区域示例

11 结构要求

11.1 一般要求

无线充电系统除原边设备之外的地面设备,如果不安装在同一箱体,应符合 GB/T 7251.1—2013 的相关要求。

11.2 开关设备的分断能力要求

11.2.1 开关和隔离开关

开关及隔离开关应符合 GB/T 14048.3—2017 的要求,开关及隔离开关的额定电流应不小于工作

电路额定电流的 1.25 倍,并且:

- a) 在交流应用时,其使用类别应不低于 AC-22A;
- b) 在直流应用时,其使用类别应不低于 DC-21A。

11.2.2 电流接触器

接触器应符合 GB/T 14048.4—2010 的要求,接触器的额定电流应不小于工作电路额定电流的 1.25 倍,并且:

- a) 在交流应用时,其使用类别应不低于 AC-2;
- b) 在直流应用时,其使用类别应不低于 DC-3。

11.2.3 断路器、继电器

断路器和继电器应符合 GB/T 10963.1—2005 的要求。

11.3 车载设备结构要求

车载设备耐温度性能应满足 QC/T 413—2002 中 3.10 相关规定。

车载设备耐温度、湿度变化性能应满足 QC/T 413—2002 中 3.11 相关规定。

车载设备耐振动性能应满足 QC/T 413—2002 中 3.11 相关规定。

11.4 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。

12 材料和部件的强度要求

12.1 防腐蚀保护

无线充电系统正常使用的情况下,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。

实验样本应符合 GB/T 7251.1—2013 中 10.2.2.1 的测试程序所规定的清洁状态,且满足:

- a) 室内设备的严格测试 A,详见 GB/T 7251.1—2013 中 10.2.2.2;
- b) 室内设备的严格测试 B,详见 GB/T 7251.1—2013 中 10.2.2.3。

送检设备应满足 GB/T 7251.1—2013 中 10.2.2.1,10.2.2.4 试验,和 10.2.2.2(室内)或 10.2.2.3(室外)试验。

12.2 外壳检验

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) 参照 GB/T 30789.2、GB/T 30789.3、GB/T 30789.4、GB/T 30789.5 相关规定,确认没有超过规定锈蚀等级 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。

12.3 车辆碾压

该测试方法适用于最大总质量 5 t 以下车辆的测试。

对于地上安装的原边设备,用规格为 P225/75R15 或同等负载的传统汽车轮胎以 $(5\ 000 \pm 250)$ N 的压力,以 (8 ± 2) km/h 的速度压过原边设备,轮胎充气压力为 (220 ± 10) kPa。当车轮从原边设备压过之前,原边设备应随意地以正常方式放在地上,测试中的原边设备应无明显移动,且被施加压力的原边设备不应放置在突出物上。

碾压力应至少施加 3 次,第一步,从设备的一侧开始碾压,通过中间部分,直至设备的另一侧,同时 X 方向和 Y 方向都应进行测试。第二步,碾压方向调转 45° ,进行同样的测试。第三步,再调转 45° ,进行同样的测试。

电缆测试时,电缆应平直,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,电缆的碾压测试不适用。

碾压试验之后,设备或电缆不应有严重的破裂、折损或者变形,不应出现下述情形:

- a) 带电部件被符合 GB/T 4208 的 IPXXC 测试探头接触到;
- b) 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;
- c) 设备或其电缆夹不能为供电电缆提供合适的拉力;
- d) 其他可能会导致火灾或者触电风险的损害。

13 标识和说明要求

13.1 一般要求

标记和说明应符合第 12 章的要求。

设备应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,参见第 12 章。

13.2 设备的标识

地面设备应以清晰的方式进行但不限于如下标记:

- 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) 额定工作频率(kHz);(必选)
- h) 额定输出电流(A)、额定输出电压(V);(必选)
- i) 室内使用或室外使用的标识;(必选)
- j) 互操作性相关信息,至少应包括输入功率等级、工作气隙、额定工作频率、线圈类型、补偿电路拓扑;(必选)
- k) 输入相数;(可选)

- l) IP 等级(防护等级);(可选)
- m) 所有与类别、特性和产品差异化因素相关的必要信息;(可选)
- n) 联系信息(电话号码,承包商地址,安装者或者制造商);(可选)
- o) 过载能力;(可选)
- p) 产品符合的本系列标准版本号。(可选)



附录 A

(资料性附录)

电动汽车无线充电系统框图

电动汽车无线充电系统基本框图如图 A.1 所示。

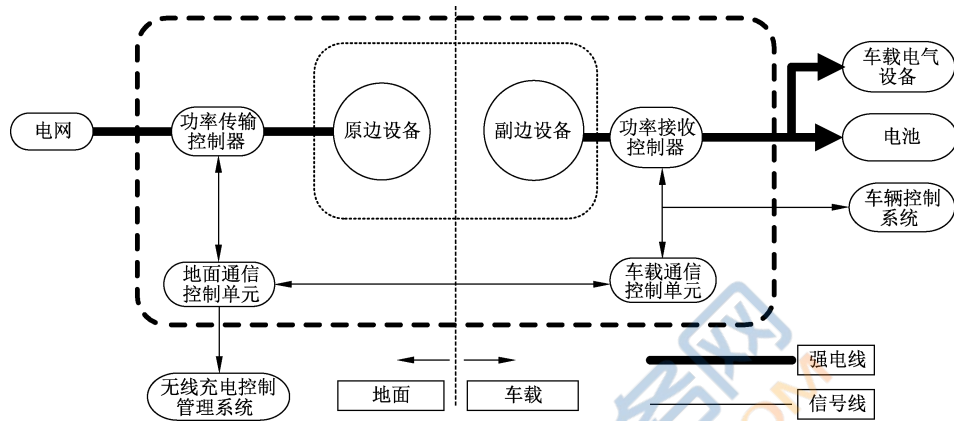


图 A.1 电动汽车无线充电系统框图

图中相关部件的功能如下：

a) 功率传输控制器

电动汽车无线充电系统地面侧功率控制单元，实现电网电能到高频交流的逆变，输出满足电动汽车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，完成电动汽车无线充电过程的控制。

b) 功率接收控制器

电动汽车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动力电池要求的直流电，并根据 BMS 的控制指令，完成电动汽车无线充电过程的控制。

c) 地面通信控制单元

电动汽车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。并可与 WC-CMS 通信，完成电动汽车无线充电系统地面设备的控制管理功能。

d) 车载通信控制单元

电动汽车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。并可与 WC-CMS 通信，完成电动汽车无线充电系统车载设备的控制管理功能。

e) 无线充电控制管理系统

负责一个或多个电动汽车无线充电系统的充电协调控制、运维监控管理、业务运营管理和系统管理等功能。

附录 B
(资料性附录)
磁 耦 合

磁耦合根据不同的磁通形状,可对 MF-WPT 系统进行分类。

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

电动汽车无线充电系统的原边线圈和副边线圈通过交变磁场相互作用。通常以工作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。

图 B.1 所示为一类磁通形状示例。

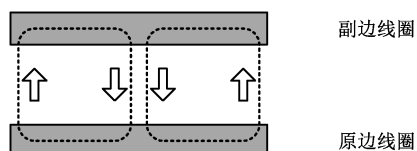


图 B.1 磁通形状示例

注：一种线圈有可能产生多种不同磁通形状。

磁场特性对系统原副边设备的互操作性具有较大的影响,在原、副边线圈设计时,保证了磁场特性的匹配才能够实现系统的互操作性。