

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40428—2021

---

## 电动汽车传导充电电磁兼容性 要求和试验方法

Electromagnetic compatibility requirements and test methods of  
conductive charging for electric vehicles

2021-08-20 发布

2022-03-01 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
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 要求 .....	2
4.1 通用要求 .....	2
4.2 宽带电磁辐射发射特性 .....	2
4.3 沿 AC 电源线的谐波发射特性 .....	4
4.4 沿 AC 电源线的电压变化、电压波动和闪烁发射特性 .....	5
4.5 沿 AC 电源线的射频传导发射特性 .....	5
4.6 电磁辐射的抗扰性 .....	6
4.7 沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群的抗扰性 .....	6
4.8 沿 AC 电源线浪涌的抗扰性 .....	7
5 试验方法 .....	7
5.1 通用规定 .....	7
5.2 电磁辐射发射 .....	8
5.3 沿 AC 电源线的谐波发射 .....	14
5.4 沿 AC 电源线的电压变化、电压波动和闪烁发射 .....	15
5.5 沿 AC 电源线的射频传导发射 .....	16
5.6 电磁辐射的抗扰性 .....	20
5.7 沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群的抗扰性 .....	24
5.8 沿 AC 电源线浪涌的抗扰性 .....	25
附录 A (规范性) 谐波电流的特定条件 .....	27
附录 B (规范性) 电源和设备要求 .....	28
附录 C (资料性) 车辆放电操作方法 .....	29
参考文献 .....	30
图 1 宽带电磁辐射发射限值(10 m 法) .....	3
图 2 宽带电磁辐射发射限值(3 m 法) .....	3
图 3 车辆接口在侧面的电磁辐射发射试验布置(交流充电) .....	9
图 4 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射发射试验布置(交流充电) .....	10
图 5 车辆接口在侧面的电磁辐射发射试验布置(直流充电) .....	11
图 6 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射发射试验布置(直流充电) .....	12
图 7 车辆接口在侧面的电磁辐射发射试验布置(测试对象为系统) .....	13
图 8 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射发射试验布置(测试对象为系统) .....	14

图 9	沿 AC 电源线的谐波、电压变化、波动和闪烁发射试验布置	16
图 10	沿 AC 电源线的谐波、电压变化、电压波动和闪烁发射试验布置(测试对象为系统)	16
图 11	车辆接口在侧面的射频传导发射测试布置	17
图 12	车辆接口在车头/车尾的射频传导发射测试布置	18
图 13	车辆接口在侧面的射频传导发射测试布置(测试对象为系统)	19
图 14	车辆接口在车头/车尾的射频传导发射测试布置(测试对象为系统)	20
图 15	车辆接口在侧面的电磁辐射抗扰测试布置(交流充电)	21
图 16	车辆接口在车头/车尾的电磁辐射抗扰测试布置(交流充电)	22
图 17	车辆接口在侧面的电磁辐射抗扰测试布置(直流充电)	23
图 18	车辆接口在车头/车尾的电磁辐射抗扰测试布置(直流充电)	24
图 19	沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群和浪涌抗扰测试布置(车辆接口在侧面)	25
图 20	沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群和浪涌抗扰测试布置(车辆接口在车头/车尾)	26
表 1	宽带电磁辐射发射限值(10 m 法)	3
表 2	宽带电磁辐射发射限值(3 m 法)	3
表 3	每相输入电流 $\leq 16$ A 的谐波限值	4
表 4	每相输入电流 $> 16$ A 且 $\leq 75$ A 的谐波限值(单相供电)	4
表 5	每相输入电流 $> 16$ A 且 $\leq 75$ A 的谐波限值(三相供电)	5
表 6	每相输入电流 $> 16$ A 且 $\leq 75$ A 的谐波限值(特定条件)	5
表 7	沿 AC 电源线的射频传导发射限值	6
表 8	沿 AC 电源线的射频传导发射限值(工业环境)	6
表 9	车辆测试状态选择	7

## 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。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114)归口。

本文件起草单位：中国汽车技术研究中心有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、安徽安凯汽车股份有限公司、中汽研汽车检验中心(天津)有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、东风汽车有限公司东风日产乘用车公司、丰田汽车(中国)投资有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、威马汽车科技集团有限公司、上汽大众汽车有限公司、上海蔚来汽车有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院。

本文件主要起草人：徐泉、柳海明、程金华、丁一夫、胡建、高新杰、杨永强、张君、张旭、臧朋朋、刘坚坚、王志伟、邹映雪、刘克涛、刘新亮、黄雪梅、冯来兵、周宇、邓福启、何佳伟。

## 引 言

电动汽车在传导充电时会产生电磁骚扰,对无线电业务和供电网络存在潜在影响。同时,电动汽车在传导充电过程中也可能会受到环境中多种电磁现象的干扰,导致充电故障和车辆安全风险。本文件给出了电动汽车传导充电时的电磁骚扰限值、抗扰度要求以及相应的试验方法,可促进电磁环境的良好管控,确保传导充电的功能与安全。

电动汽车在行驶状态下的电磁兼容性要求和试验方法,已在相关标准中给予规定。行驶状态下的辐射骚扰见 GB/T 18387(150 kHz~30 MHz)和 GB 34660(30 MHz~1 GHz),行驶状态下的辐射抗扰见 GB 34660。

# 电动汽车传导充电电磁兼容性 要求和试验方法

## 1 范围

本文件规定了电动汽车进行传导充电时的电磁兼容性要求和试验方法。

本文件适用于可外接充电的电动汽车(或简称车辆),也适用于车辆与供电设备组成的系统。

本文件适用于车辆插座(连接方式 B 和连接方式 C)符合 GB/T 20234.2 和/或 GB/T 20234.3,以及供电插头(连接方式 A)符合 GB/T 1002 和/或 GB/T 20234.2 的电动汽车。

本文件不适用于采用顶部接触式充电系统的电动客车。

## 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 1002 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB/T 6113.102 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-2 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 传导骚扰测量的耦合装置

GB/T 6113.201 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 2-1 部分:无线电骚扰和抗扰度测量方法 传导骚扰测量

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 $\leq 16$  A)

GB/T 17625.2 电磁兼容 限值 对每相额定电流 $\leq 16$  A 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制

GB/T 17625.7 电磁兼容 限值 对额定电流 $\leq 75$  A 且有条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制

GB/T 17625.8 电磁兼容 限值 每相输入电流大于 16 A 小于等于 75 A 连接到公用低压系统的设备产生的谐波电流限值

GB/T 17626.4 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 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统 第 1 部分:通用要求

GB/T 18655 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法

GB/T 19596 电动汽车术语

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 20234.2 电动汽车传导充电用连接装置 第 2 部分:交流充电接口

GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第 3 部分:直流充电接口

GB/T 27930—2015 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议

GB/T 29259 道路车辆 电磁兼容术语

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 18487.1—2015、GB/T 18655、GB/T 19596、GB/T 20234.1 和 GB/T 29259 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **传导充电 conductive charging**

利用电传导给可充电储能系统进行充电的方式。

[来源:GB/T 19596—2017,3.4.2.1,有修改]

#### 3.2

##### **供电设备 electric vehicle supply equipment; EVSE**

由交流充电桩、非车载充电机和/或充电连接装置组成的为电动汽车提供电能的设备。

[来源:GB/T 18487.1—2015,3.1.5,有修改]

#### 3.3

##### **充电模式 charging mode**

连接外部电源到电动汽车给车辆供电的方法。

注:可包括模式1、模式2、模式3和模式4。模式1仅通过电缆连接车辆并提供交流电源,模式2和模式3分别使用缆上控制保护装置与充电桩为车辆提供交流电源,模式4使用非车载充电机为车辆提供直流电源。

[来源:GB/T 18487.1—2015,3.1.2,有修改]

#### 3.4

##### **连接方式 type of connection**

使用充电连接装置将电动汽车接入电网(电源)的方法。

注:可包括连接方式A、连接方式B和连接方式C。连接方式A的充电连接装置与车辆永久连接在一起,带有供电插头。连接方式B的充电连接装置带有车辆插头和供电插头,是独立的活动组件。连接方式C的充电连接装置与交流充电桩或非车载充电机永久连接在一起,带有车辆插头。

[来源:GB/T 18487.1—2015,3.1.3,有修改]

### 4 要求

#### 4.1 通用要求

4.1.1 电动汽车采用 GB/T 20234.2 的车辆接口时,车辆应按 5.2~5.8 的方法进行试验,试验结果应分别满足 4.2~4.8 的要求。

4.1.2 电动汽车采用 GB/T 20234.3 的车辆接口时,车辆应按 5.2 和 5.6 的方法进行试验,试验结果应分别满足 4.2 和 4.6 的要求。

4.1.3 电动汽车采用连接方式 A 时,车辆应按 5.2~5.8 的方法进行试验,试验结果应分别满足 4.2~4.8 的要求。

4.1.4 电动汽车可与供电设备组成系统,共同作为测试对象。系统为测试对象时,系统应按 5.2~5.5 的方法进行试验,试验结果应分别满足 4.2~4.5 的要求。

#### 4.2 宽带电磁辐射发射特性

4.2.1 采用 10 m 法试验时,准峰值检波器带宽为 120 kHz,宽带电磁辐射发射特性应不超过表 1 和图 1 的限值要求。

表 1 宽带电磁辐射发射限值(10 m 法)

频段 $f$ MHz	30~75	75~400	400~1 000
发射限值 $E$ dB $\mu$ V/m	32	$32 + 15.13 \lg(f/75)$	43

注：在 75 MHz~400 MHz 频率范围内，限值随频率的对数呈线性增加。

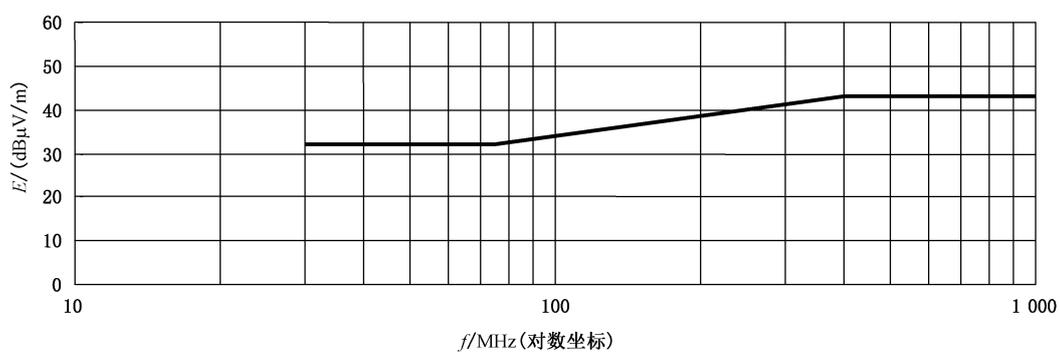


图 1 宽带电磁辐射发射限值(10 m 法)

4.2.2 采用 3 m 法试验时，准峰值检波器带宽为 120 kHz，宽带电磁辐射发射特性应不超过表 2 和图 2 的限值要求。

表 2 宽带电磁辐射发射限值(3 m 法)

频段 $f$ MHz	30~75	75~400	400~1 000
发射限值 $E$ dB $\mu$ V/m	42	$42 + 15.13 \lg(f/75)$	53

注：在 75 MHz~400 MHz 频率范围内，限值随频率的对数呈线性增加。

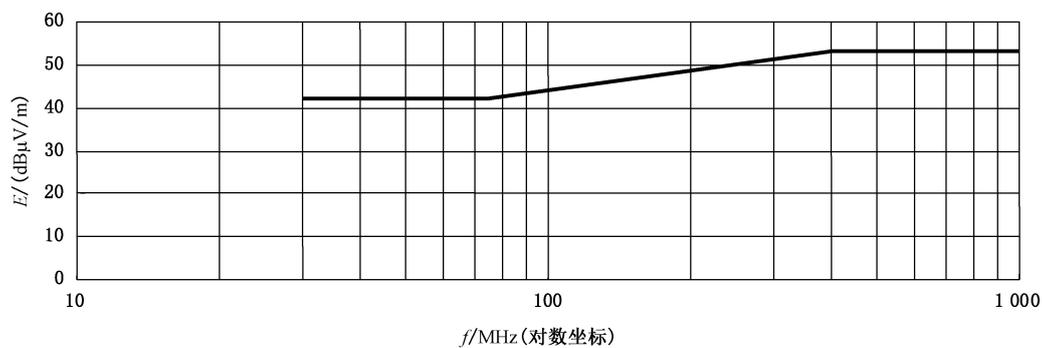


图 2 宽带电磁辐射发射限值(3 m 法)

4.3 沿 AC 电源线的谐波发射特性

4.3.1 交流供电(单相或三相)的每相输入电流 $\leq 16$  A 时,沿 AC 电源线的谐波发射应不超过表 3 的限值要求。

表 3 每相输入电流 $\leq 16$  A 的谐波限值

谐波次数 $n$	最大允许谐波电流/A
奇次谐波	
3	2.3
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \times 15/n$
偶次谐波	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \times 8/n$

4.3.2 交流供电的每相输入电流 $> 16$  A 且 $\leq 75$  A 时,沿 AC 电源线的谐波发射应满足以下要求:

- a) 单相交流供电时,沿 AC 电源线的谐波发射不超过表 4 的限值要求;
- b) 三相交流供电时,沿 AC 电源线的谐波发射不超过表 5 的限值要求;
- c) 三相交流供电且符合附录 A 的特定条件时,沿 AC 电源线的谐波发射不超过表 6 的限值要求。

表 4 每相输入电流 $> 16$  A 且 $\leq 75$  A 的谐波限值(单相供电)

最小 $R_{sc}$	可接受的单次谐波电流( $I_n/I_1$ ) <sup>a</sup> /%						可接受的谐波电流畸变率/%	
	$I_3$	$I_5$	$I_7$	$I_9$	$I_{11}$	$I_{13}$	THD	PWHD
33	21.6	10.7	7.2	3.8	3.1	2	23	23
66	24	13	8	5	4	3	26	26
120	27	15	10	6	5	4	30	30
250	35	20	13	9	8	6	40	40
$\geq 350$	41	24	15	12	10	8	47	47
<p>注 1: 12 次及以下偶次谐波的电流值不超过<math>(16/n)\%</math>。12 次以上偶次谐波与奇次谐波同样用 THD 和 PWHD 考虑。</p> <p>注 2: 允许在两个连续 <math>R_{sc}</math> 间线性插值。</p> <p>注 3: 表中符号及缩略语见 GB/T 17625.8。</p>								
<p><sup>a</sup> <math>I_1</math> 为基波参考电流值,<math>I_n</math> 为谐波电流分量。</p>								

表 5 每相输入电流  $>16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$  的谐波限值(三相供电)

最小 $R_{\text{scc}}$	可接受的单次谐波电流 $(I_n/I_1)^a/\%$				可接受的谐波电流畸变率 $/\%$	
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$	$THD$	$PWHD$
33	10.7	7.2	3.1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
$\geq 350$	40	25	15	10	48	46

注 1: 12 次及以下偶次谐波的电流值不超过  $(16/n)\%$ 。12 次以上偶次谐波与奇次谐波同样用  $THD$  和  $PWHD$  考虑。

注 2: 允许在两个连续  $R_{\text{scc}}$  间线性插值。

注 3: 表中符号及省略语见 GB/T 17625.8。

<sup>a</sup>  $I_1$  为基波参考电流值,  $I_n$  为谐波电流分量。

表 6 每相输入电流  $>16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$  的谐波限值(特定条件)

最小 $R_{\text{scc}}$	可接受的单次谐波电流 $(I_n/I_1)^a/\%$				可接受的谐波电流畸变率 $/\%$	
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$	$THD$	$PWHD$
33	10.7	7.2	3.1	2	13	22
$\geq 120$	40	25	15	10	48	46

注 1: 12 次及以下偶次谐波的电流值不超过  $(16/n)\%$ 。12 次以上偶次谐波与奇次谐波同样用  $THD$  和  $PWHD$  考虑。

注 2: 允许在两个连续  $R_{\text{scc}}$  间线性插值。

注 3: 表中符号及省略语见 GB/T 17625.8。

<sup>a</sup>  $I_1$  为基波参考电流值,  $I_n$  为谐波电流分量。

#### 4.4 沿 AC 电源线的电压变化、电压波动和闪烁发射特性

沿 AC 电源线的电压变化、电压波动和闪烁发射应满足如下要求:

- $P_{\text{st}}$  值不大于 1.0;
- $P_{\text{lt}}$  值不大于 0.65;
- 在电压变化期间  $d(t)$  值超过 3.3% 的时间不大于 500 ms;
- 相对稳态电压变化  $d_{\text{c}}$  不超过 3.3%;
- 最大相对电压变化  $d_{\text{max}}$  不超过 6%。

注: 4.4 中符号见 GB/T 17625.2。

#### 4.5 沿 AC 电源线的射频传导发射特性

##### 4.5.1 沿 AC 电源线的射频传导发射应不超过表 7 的准峰值和平均值限值要求。

表 7 沿 AC 电源线的射频传导发射限值

频段/MHz	限值[dB( $\mu$ V)] <sup>a</sup> 和检波器
0.15~0.5	66~56(准峰值) 56~46(平均值) 限值随频率的对数呈线性减小
0.5~5	56(准峰值) 46(平均值)
5~30	60(准峰值) 50(平均值)
注：射频应用的基波频率及发射限值参考 GB 4824 的相关规定。	
<sup>a</sup> 在过渡频率处应采用较严格的限值。	

4.5.2 仅能连接工业环境的电网时,沿 AC 电源线的射频传导发射应不超过表 8 的准峰值和平均值限值要求。

注：工业环境是指非家用或不直接连接到住宅低压供电网。例如：仅在专用充电场站充电的环卫车和公交车,以及不直接连接住宅低压供电网的充电站。

表 8 沿 AC 电源线的射频传导发射限值(工业环境)

频段/MHz	限值[dB( $\mu$ V)] <sup>a</sup> 和检波器		
	额定功率 $\leq$ 20 kW	20 kW<额定功率 $\leq$ 75 kW	额定功率>75 kW
0.15~0.50	79(准峰值) 66(平均值)	100(准峰值) 90(平均值)	130(准峰值) 120(平均值)
0.50~5	73(准峰值) 60(平均值)	86(准峰值) 76(平均值)	125(准峰值) 115(平均值)
5~30	73(准峰值) 60(平均值)	90~73(准峰值) 80~60(平均值) 限值随频率的对数呈线性减小	115(准峰值) 105(平均值)
注：射频应用的基波频率及发射限值参考 GB 4824 的相关规定。			
<sup>a</sup> 在过渡频率处应采用较严格的限值。			

#### 4.6 电磁辐射的抗扰性

4.6.1 在 20 MHz~2 000 MHz 的 90%以上频段内,场强应为 30 V/m(均方根值),其他剩余频段内场强应不低于 25 V/m(均方根值)。

4.6.2 抗扰度试验中,非驻车状态的车辆应不能通过其自身的驱动系统移动,驻车状态的车辆其驻车功能应正常,车辆充电过程应不中断。抗扰度试验后,车辆行驶和驻车功能应正常。

#### 4.7 沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群的抗扰性

4.7.1 开路试验电压 $\pm$ 2 kV。脉冲波形上升时间 5 ns,持续时间 50 ns,重复频率 5 kHz。单极性脉冲群试验的持续时间应不小于 1 min。

4.7.2 抗扰度试验中,非驻车状态的车辆应不能通过其自身的驱动系统移动,驻车状态的车辆其驻车功能

应正常,车辆充电功能在抗扰度试验后应能自行恢复。抗扰度试验后,车辆行驶和驻车功能应正常。

#### 4.8 沿 AC 电源线浪涌的抗扰性

4.8.1 线-地之间开路试验电压 $\pm 2$  kV,线-线之间开路试验电压 $\pm 1$  kV,试验电压逐级施加。浪涌波形上升时间 $1.2 \mu\text{s}$ ,持续时间 $50 \mu\text{s}$ 。分别在 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 和 $270^\circ$ 相位施加正、负极性各5次的浪涌脉冲。连续脉冲间的时间间隔应不大于1 min。

4.8.2 抗扰度试验中,非驻车状态的车辆应不能通过其自身的驱动系统移动,驻车状态的车辆其驻车功能应正常,车辆充电功能在抗扰度试验后应能通过简单的手动操作恢复。抗扰度试验后,车辆行驶和驻车功能应正常。

### 5 试验方法

#### 5.1 通用规定

##### 5.1.1 试验方案

5.1.1.1 试验前应制定试验计划,计划至少包括运行状态、激励功能、监控功能、判定准则以及有意发射等情况。

5.1.1.2 电动汽车采用 GB/T 20234.2 的车辆接口时,应使用附录 B 中 B.2 规定的交流模拟供电设备。

5.1.1.3 电动汽车采用 GB/T 20234.3 的车辆接口时,应使用 B.3 规定的直流模拟供电设备。

5.1.1.4 电动汽车采用连接方式 A 时,应使用 B.1 规定的交流供电电源或 B.2 规定的交流模拟供电设备。

5.1.1.5 电动汽车与供电设备组成的系统为试验对象时,应使用 B.1 规定的交流供电电源。

5.1.1.6 车辆可两个或两个以上充电接口同时工作时,应在接口同时工作时进行试验。其中,车辆为测试对象的传导发射和传导抗扰试验时,应测量所有工作的电源回路。

注:交流和直流充电接口一般不能同时工作。

5.1.1.7 车辆与供电设备组成的系统为测试对象时,传导发射类项目的测试布置可根据需要进行调整。

5.1.1.8 应在试验报告中详细记录测试布置、电源和设备参数配置、电缆连接等试验条件。

##### 5.1.2 车辆状态

5.1.2.1 试验开始前,车辆可充电储能系统的荷电状态应处在较低水平,可参照附录 C 的操作方法进行车辆放电。试验过程中,车辆可充电储能系统的荷电状态应处在 $20\% \sim 80\%$ 之间。

5.1.2.2 试验时,车辆应静止,发动机(如有)应处于关闭状态。所有与测试功能无关且可由驾驶员或乘员长时关闭的设备应处于关闭状态。

5.1.2.3 试验时,若有需要,可关闭直流充电车辆充电电路的绝缘监测系统。若关闭,宜考虑其他的安全防护措施。

5.1.2.4 抗扰度测试前,应操作车辆,使车辆驱动系统处于不同工作状态,在所有可能的状态下进行充电功能验证,选择可进行正常充电且优先级较高的状态作为车辆抗扰度测试状态,车辆测试状态选择见表 9。

表 9 车辆测试状态选择

车辆工作状态 <sup>a</sup>	车辆电源关闭	辅助电源接通	驱动系统电源接通
测试优先级	低 → 高		
<sup>a</sup> 车辆可能存在不同的工作状态。			

5.1.2.5 抗扰度测试时,车辆驻车制动系统应满足:

- a) 若车辆驻车制动系统可手动或自动松开,则驻车制动系统应处在非驻车状态;
- b) 若车辆驻车制动系统无法手动或自动松开,则驻车制动系统可处在驻车状态。

5.1.2.6 抗扰度测试过程中,应对车辆进行监控,以检查车辆的符合性。除必要的试验设备外,车辆应为空载。

5.1.2.7 应在试验报告中记录试验开始和结束时车辆可充电储能系统的荷电状态。应在试验报告中记录抗扰度试验中车辆驱动系统状态和驻车制动系统状态。

### 5.1.3 充电状态

5.1.3.1 进行 5.2~5.5 的发射类测试时,交流充电的充电电流应不小于车辆持续最大充电电流值的 80%;进行 5.2 的发射类测试时,直流充电的充电电流应不小于 20 A 或车辆持续最大充电电流值的 20%,取两者较大值。除非另有规定。

5.1.3.2 进行 5.6~5.8 的抗扰度测试时,交流充电的充电电流应不小于车辆持续最大充电电流值的 20%;进行 5.6 的抗扰度测试时,直流充电的充电电流应不小于 20 A 或车辆持续最大充电电流值的 20%,取两者较大值。

5.1.3.3 应在试验报告中记录试验开始和结束时的充电电流。

## 5.2 电磁辐射发射

5.2.1 模拟交流充电桩或模拟非车载充电机可位于测试场地内或测试场地外。

5.2.2 在测试场地内使用模拟供电设备时,设备侧的电缆应垂直落下,与人工电源网络、人工网络和/或阻抗稳定网络之间的多余长度电缆应尽可能贴近场地地平面,且宜折成“Z”字形,无法折成“Z”字形时,应在试验报告中准确记录电缆的布置。

5.2.3 在测试场地内使用交流供电电源接线盒或直流充电电缆接线盒时,接线盒应位于场地地平面上,与人工电源网络、人工网络和/或阻抗稳定网络之间的电缆应尽可能短,且尽可能贴近场地地平面。

5.2.4 交流电源应使用符合 GB/T 6113.102 规定的  $50\ \Omega/50\ \mu\text{H}$  人工电源网络(V 型,适用频段 0.15 MHz~30 MHz)。直流电源应使用符合 GB/T 18655 规定的  $5\ \mu\text{H}/50\ \Omega$  车辆充电直流高压人工网络。人工电源网络或人工网络应直接放置在测试场地地平面上,外壳应与场地地平面搭接。未与测量设备连接的测量端口应端接  $50\ \Omega$  的负载。

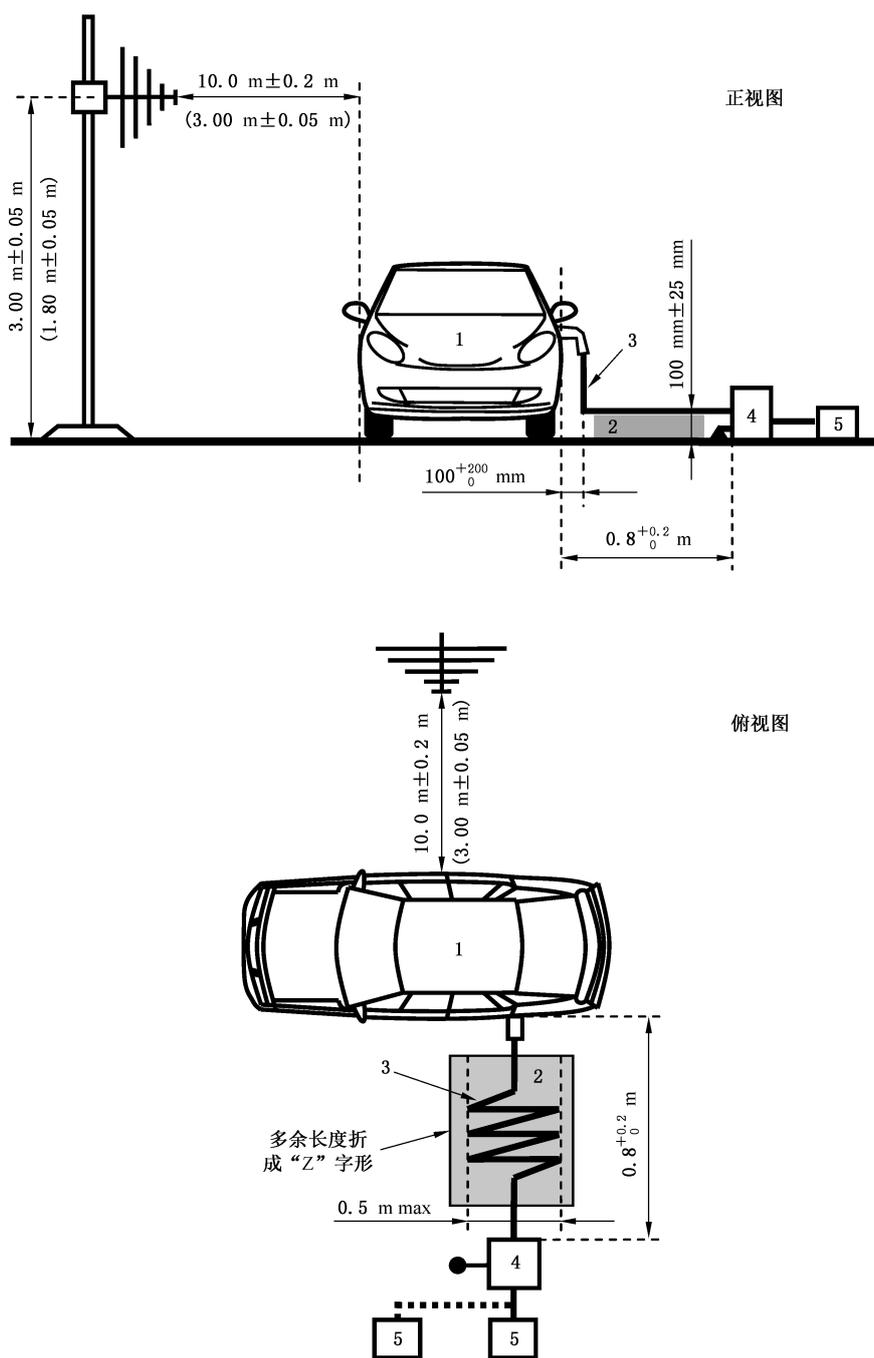
5.2.5 车辆为测试对象时,充电通信电缆宜经阻抗稳定网络与车辆连接。应使用符合 GB/T 18655 规定的阻抗稳定网络。阻抗稳定网络应直接放置在测试场地地平面上,外壳应与场地地平面搭接。未与测量设备连接的测量端口应端接  $50\ \Omega$  的负载。

5.2.6 人工电源网络、人工网络和/或阻抗稳定网络与车辆之间的充电电缆在水平面上的投影应呈直线状,并垂直于车辆纵向方向,投影长度为  $0.8^{+0.2}_0$  m。多余长度电缆宜折成宽度不大于 0.5 m 的“Z”字形,无法折成“Z”字形时,应在试验报告中准确记录电缆的布置。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0$  mm 处垂直落下。电缆应放置的非导电的、低相对介电常数( $\epsilon_r \leq 1.4$ )、高度  $100\ \text{mm} \pm 25\ \text{mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.2.7 车辆交流充电时的测试布置见图 3 和图 4,车辆直流充电时的测试布置见图 5 和图 6,系统的测试布置见图 7 和图 8。

5.2.8 天线对准被测对象外廓纵向尺寸的中心位置。天线有效波瓣宽度应能覆盖测试对象,如果不能覆盖,则应增加测量位置。

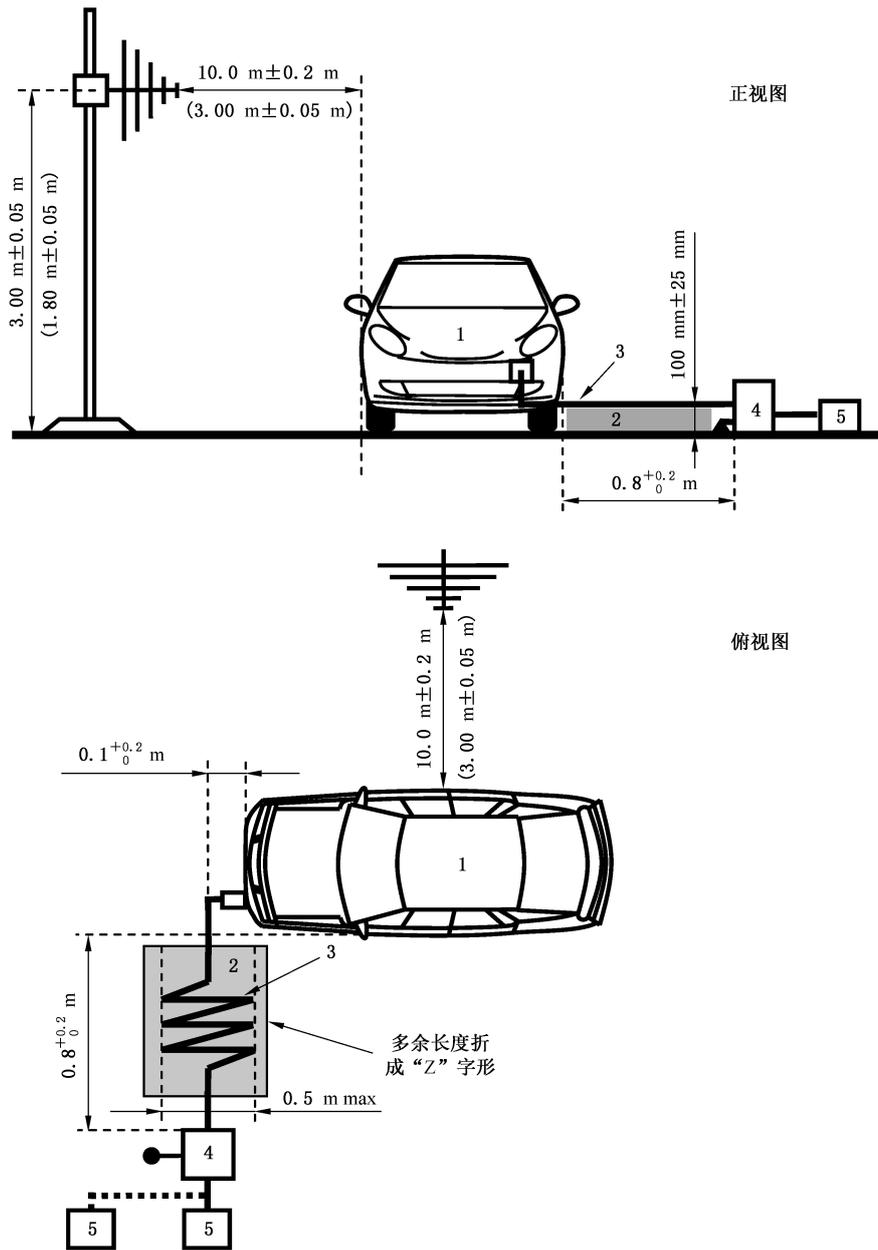
5.2.9 如无其他规定,按 GB 34660 的规定进行试验。



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——接地的人工电源网络；
- 5——模拟交流充电桩。

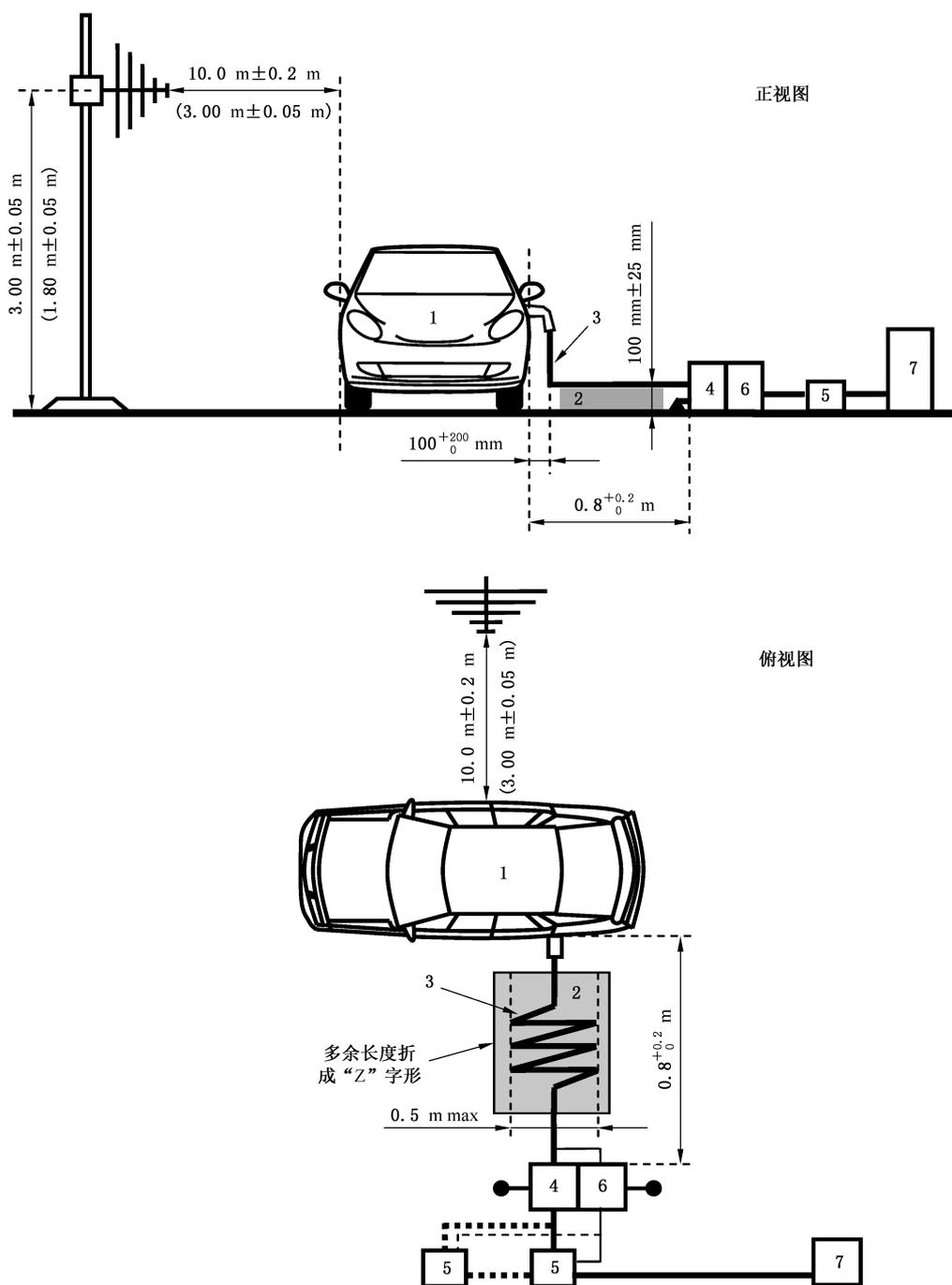
图 3 车辆接口在侧面的电磁辐射发射试验布置(交流充电)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——接地的人工电源网络；
- 5——模拟交流充电桩。

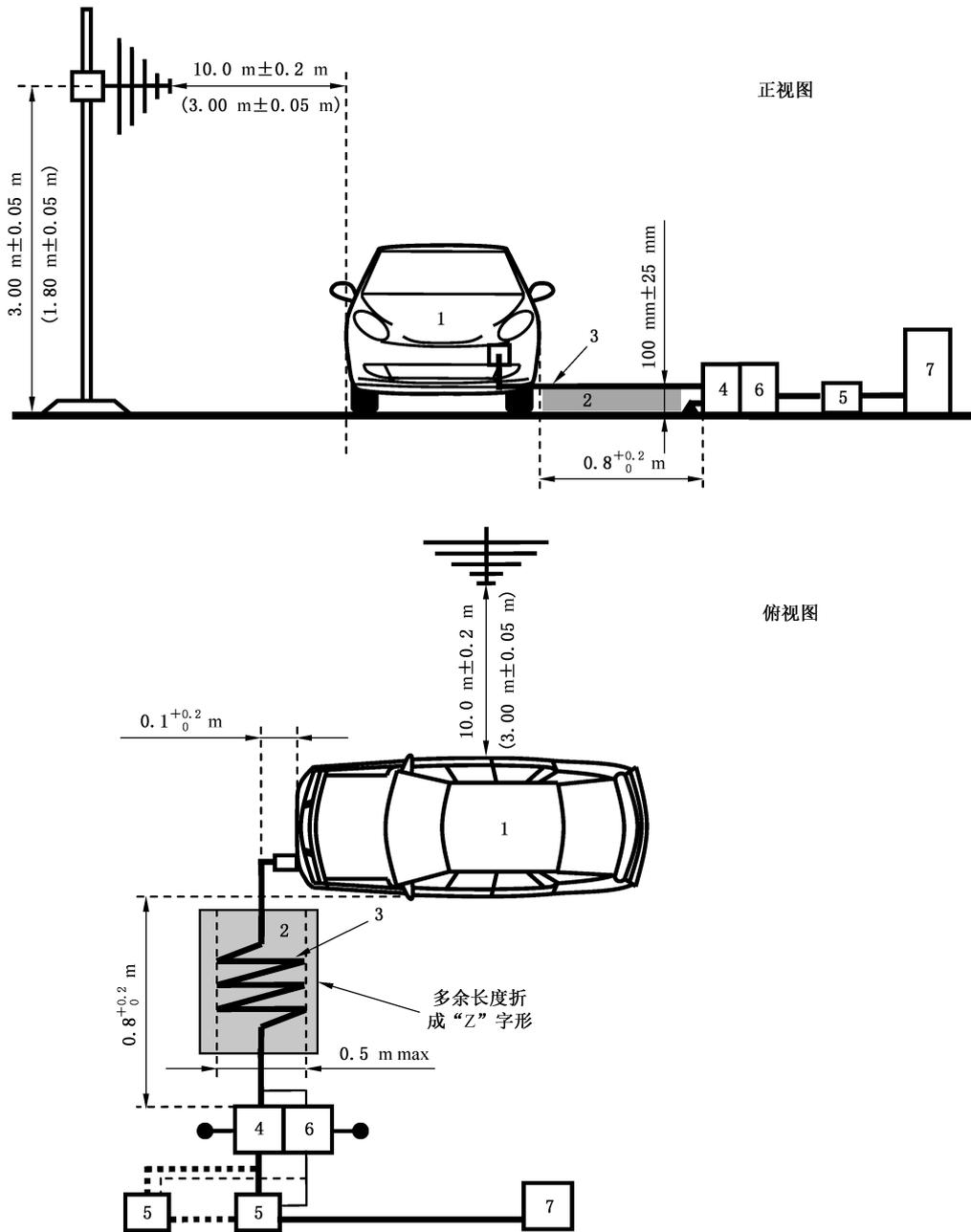
图 4 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射发射试验布置(交流充电)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电/通信电缆；
- 4——接地的直流人工网络；
- 5——直流充电电缆接线盒(可选)；
- 6——接地的阻抗稳定网络(可选)；
- 7——模拟非车载充电机。

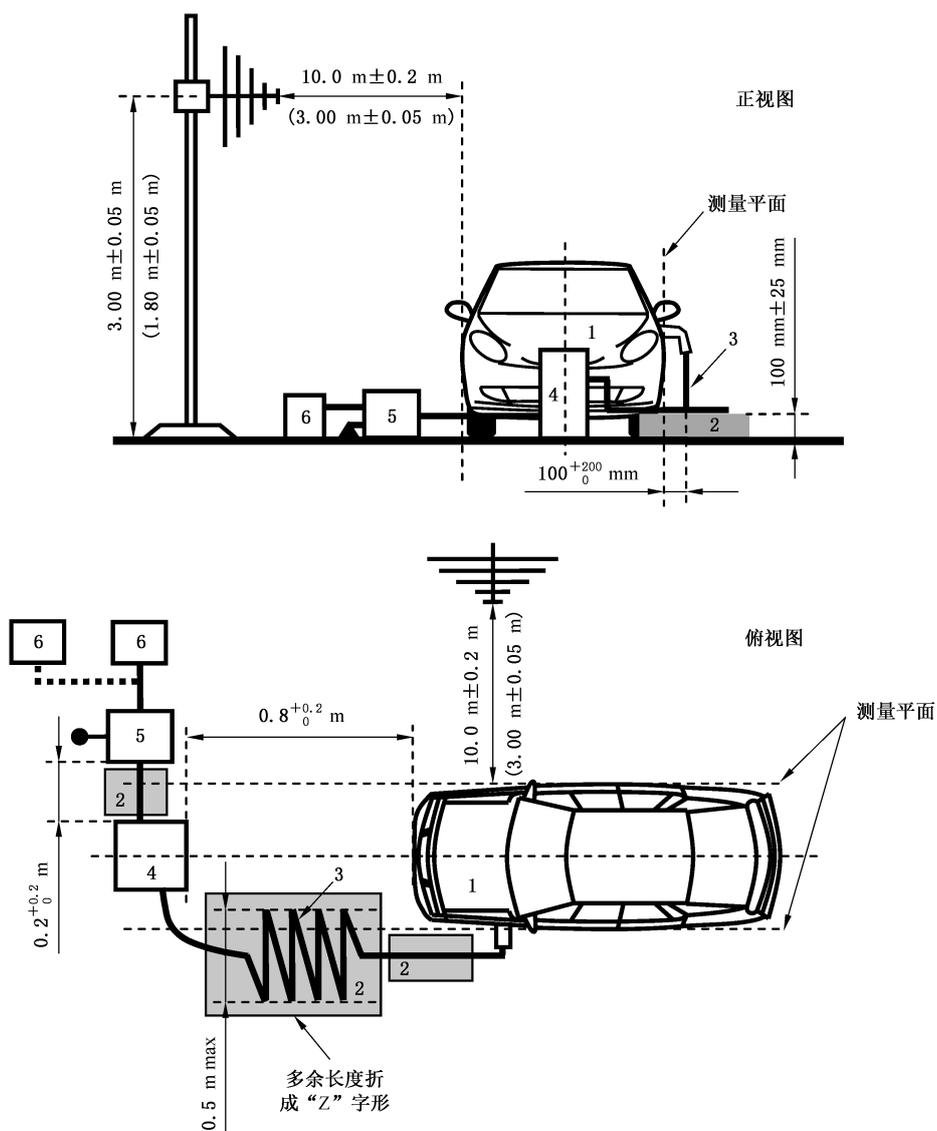
图 5 车辆接口在侧面的电磁辐射发射试验布置(直流充电)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电/通信电缆；
- 4——接地的直流人工网络；
- 5——直流充电电缆接线盒(可选)；
- 6——接地的阻抗稳定网络(可选)；
- 7——模拟非车载充电机。

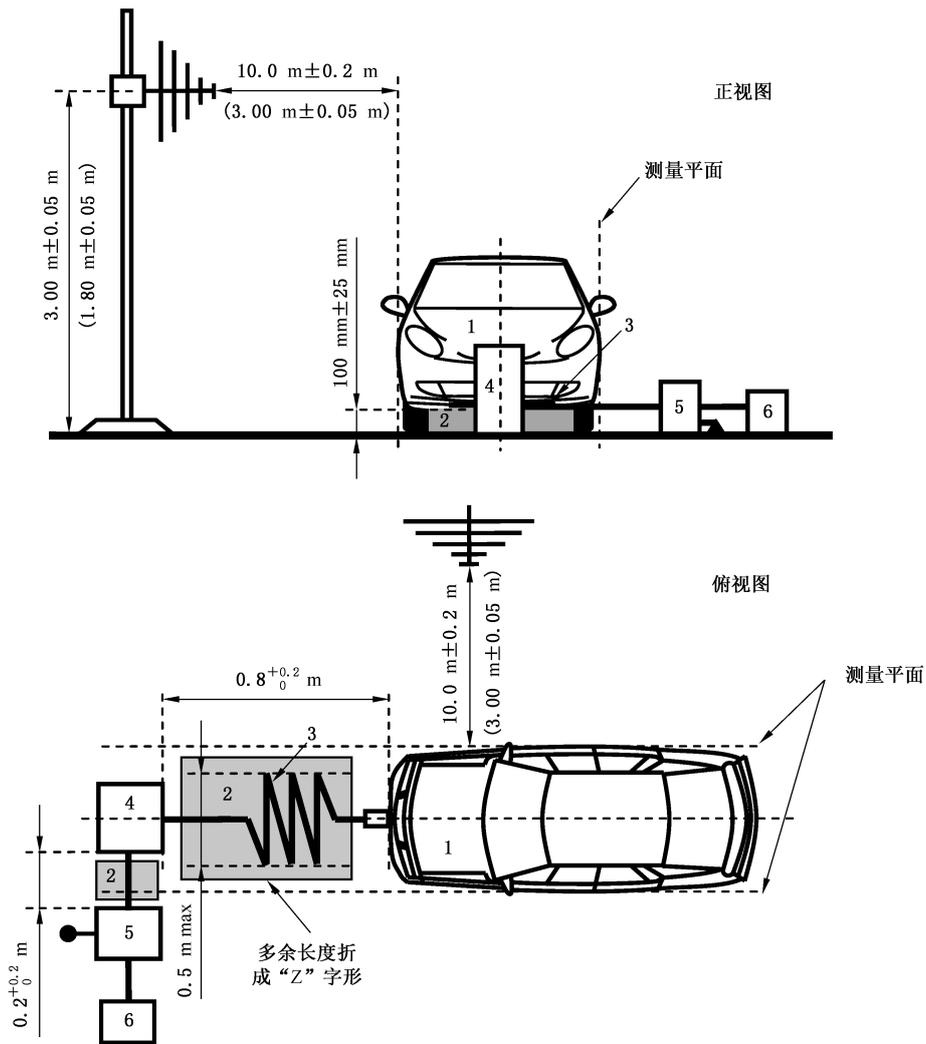
图 6 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射发射试验布置(直流充电)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——交流充电桩/缆上控制保护装置(置于绝缘支撑上)/非车载充电机；
- 5——接地的人工电源网络；
- 6——交流供电电源。

图 7 车辆接口在侧面的电磁辐射发射试验布置(测试对象为系统)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——交流充电桩/缆上控制保护装置(置于绝缘支撑上)/非车载充电机；
- 5——接地的人工电源网络；
- 6——交流供电电源。

图 8 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射发射试验布置(测试对象为系统)

### 5.3 沿 AC 电源线的谐波发射

5.3.1 测试对象可在单相和/或三相交流供电电源条件下工作时，测试应在所有可能的供电条件下分别进行。

5.3.2 车辆为测试对象时，车辆的测试条件应满足以下要求：

- a) 若车辆每相持续最大充电电流  $\leq 16$  A, 应按 5.3.6 a) 进行试验；
- b) 若车辆每相持续最大充电电流  $> 16$  A 且  $\leq 75$  A, 应设置模拟供电设备, 使车辆的每相输入电流分别为：
  - $\geq 12.8$  A 且  $\leq 16$  A, 应按 5.3.6 a) 进行试验；

—— $>16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$ , 应按 5.3.6 b) 进行试验。

5.3.3 车辆与供电设备组成的系统为测试对象时, 在供电设备与交流供电电源之间测量系统的每相输入电流, 系统的测试条件应满足以下要求:

- a) 若系统每相持续最大输入电流  $\leq 16\text{ A}$ , 应按 5.3.6 a) 进行试验;
- b) 若系统每相持续最大输入电流  $> 16\text{ A}$ , 则测试条件为:
  - 系统每相实际输入电流  $\leq 16\text{ A}$  时, 应按 5.3.6 a) 进行试验;
  - 系统每相实际输入电流  $> 16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$  时, 应按 5.3.6 b) 进行试验;
  - 系统每相实际输入电流  $> 75\text{ A}$  时, 无需进行谐波发射测试。

5.3.4 车辆插头至测量设备之间的充电电缆总长度应不大于  $10\text{ m}$ 。多余长度电缆应折成“Z”字形。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0\text{ mm}$  处垂直落下。电缆应放置在高度  $100\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.3.5 车辆充电时的测试布置见图 9, 系统的测试布置见图 10。

5.3.6 如无其他规定, 应按以下要求进行试验:

- a) 每相输入电流  $\leq 16\text{ A}$  时, 应按 GB 17625.1 的规定进行试验, 试验观察周期按准稳态设备运行的类型;
- b) 每相输入电流  $> 16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$  时, 应按 GB/T 17625.8 的规定进行试验, 试验观察周期按准稳态设备运行的类型。

#### 5.4 沿 AC 电源线的电压变化、电压波动和闪烁发射

5.4.1 测试对象可在单相和/或三相交流供电电源条件下工作时, 测试应在所有可能的供电条件下分别进行。

5.4.2 车辆为测试对象时, 车辆的测试条件应满足以下要求:

- a) 若车辆每相持续最大充电电流  $\leq 16\text{ A}$ , 应按 5.4.6 a) 进行试验;
- b) 若车辆每相持续最大充电电流  $> 16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$ , 应设置模拟供电设备, 使车辆的每相输入电流分别为:
  - $\geq 12.8\text{ A}$  且  $\leq 16\text{ A}$ , 应按 5.4.6 a) 进行试验;
  - $> 16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$ , 应按 5.4.6 b) 进行试验。

5.4.3 车辆与供电设备组成的系统为测试对象时, 在供电设备与交流供电电源之间测量系统的每相输入电流, 系统的测试条件应满足以下要求:

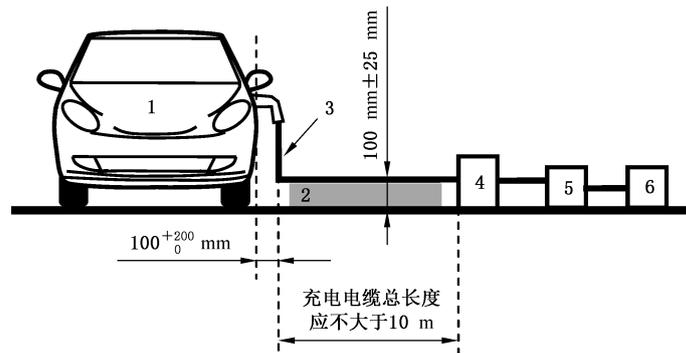
- a) 若系统每相持续最大输入电流  $\leq 16\text{ A}$ , 应按 5.4.6 a) 进行试验;
- b) 若系统每相持续最大输入电流  $> 16\text{ A}$ , 则测试条件为:
  - 系统每相实际输入电流  $\leq 16\text{ A}$  时, 应按 5.4.6 a) 进行试验;
  - 系统每相实际输入电流  $> 16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$  时, 应按 5.4.6 b) 进行试验;
  - 系统每相实际输入电流  $> 75\text{ A}$  时, 无需进行电压变化、电压波动和闪烁发射测试。

5.4.4 车辆插头至测量设备之间的充电电缆总长度应不大于  $10\text{ m}$ 。多余长度电缆应折成“Z”字形。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0\text{ mm}$  处垂直落下。电缆应放置在高度  $100\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.4.5 车辆充电时的测试布置见图 9, 系统的测试布置见图 10。

5.4.6 如无其他规定, 应按以下要求进行试验:

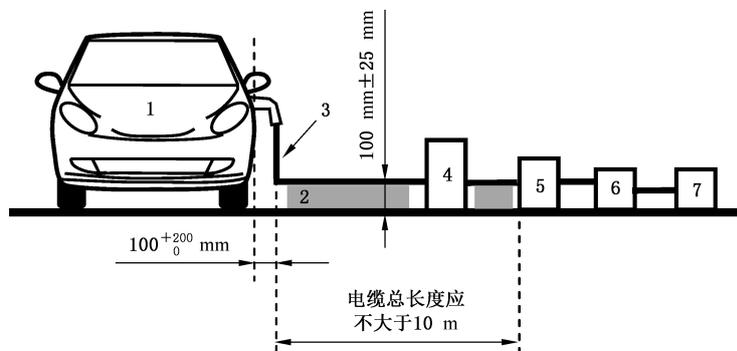
- a) 每相输入电流  $\leq 16\text{ A}$  时, 应按 GB/T 17625.2 的规定进行试验;
- b) 每相输入电流  $> 16\text{ A}$  且  $\leq 75\text{ A}$  时, 应按 GB/T 17625.7 的规定进行试验。



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——测量设备；
- 5——测试用交流电源；
- 6——模拟交流充电桩。

图 9 沿 AC 电源线的谐波、电压变化、波动和闪烁发射试验布置



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——交流充电桩/缆上控制保护装置(置于绝缘支撑上)/非车载充电机；
- 5——测量设备；
- 6——测试用交流电源；
- 7——交流供电电源。

图 10 沿 AC 电源线的谐波、电压变化、电压波动和闪烁发射试验布置(测试对象为系统)

## 5.5 沿 AC 电源线的射频传导发射

5.5.1 测试对象可在单相和/或三相交流供电电源条件下工作时,应在所有可能的供电条件下分别进行测试。

5.5.2 应使用频谱分析仪或扫描接收机进行测试,设备参数应符合 GB/T 18655 的规定。

5.5.3 应使用平均值检波器和准峰值/峰值检波器进行测量。使用峰值检波器时,准峰值与峰值测量之间的修正系数为+20 dB。

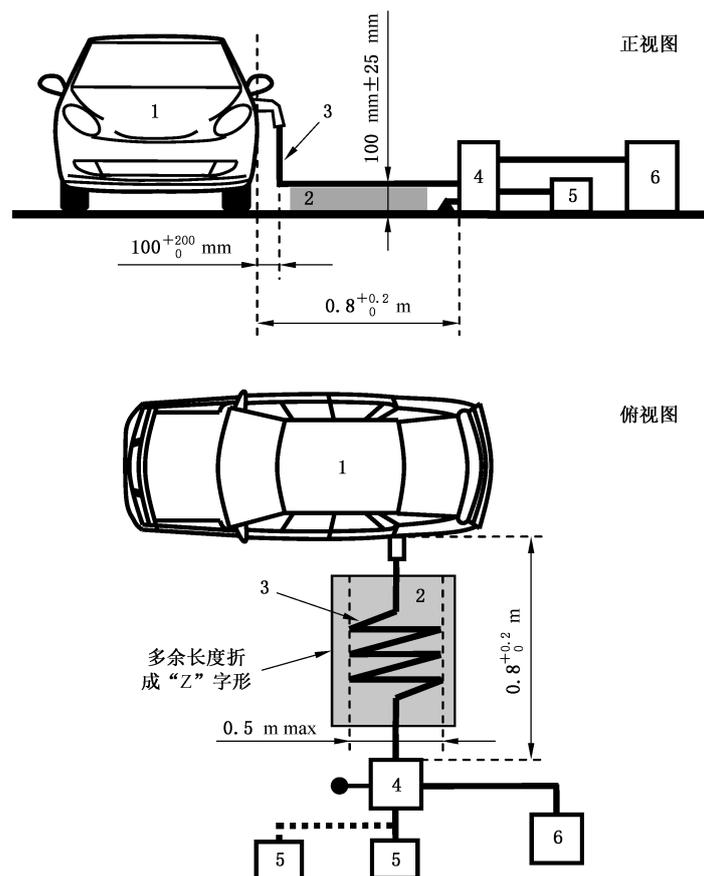
5.5.4 应使用符合 GB/T 6113.102 规定的  $50\ \Omega/50\ \mu\text{H}$  人工电源网络(V型,适用频段 0.15 MHz~30 MHz)。人工电源网络应直接放置在测试场地地面上,外壳应与场地地平面搭接。未与测量设备连接的测量端口应端接  $50\ \Omega$  的负载。

5.5.5 人工电源网络与车辆之间的充电电缆在水平面上的投影应呈直线状,并垂直于车辆纵向方向,投影长度为  $0.8^{+0.2}_0\ \text{m}$ 。多余长度电缆应折成宽度不大于 0.5 m 的“Z”字形。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0\ \text{mm}$  处垂直落下。电缆应放置在非导电的、低相对介电常数( $\epsilon_r \leq 1.4$ )、高度  $100\ \text{mm} \pm 25\ \text{mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.5.6 应按 GB/T 6113.201 规定的落地式设备进行测试。

5.5.7 车辆充电时的测试布置见图 11 和图 12,系统的测试布置见图 13 和图 14。

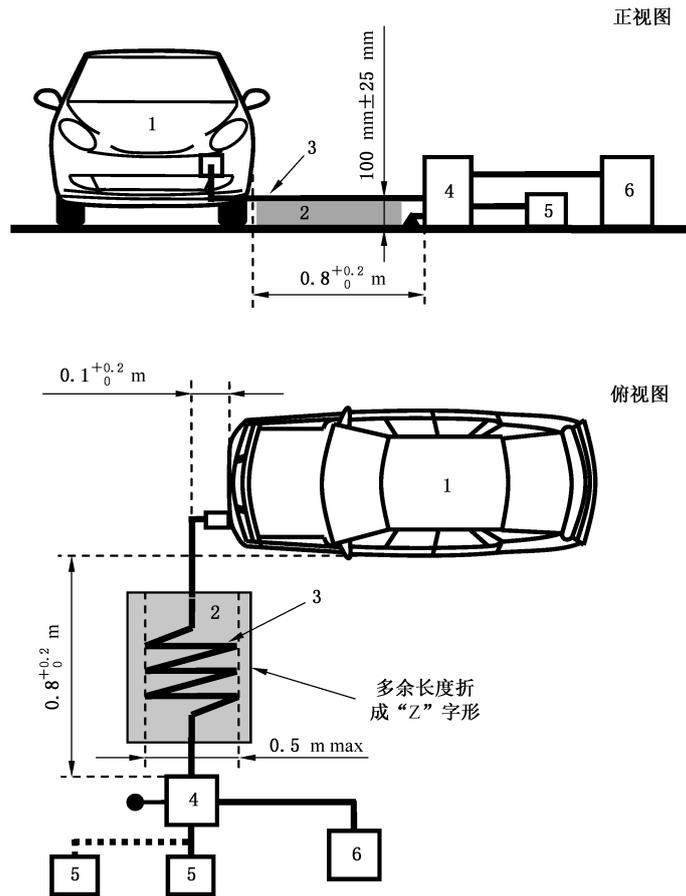
5.5.8 如无其他规定,应按 GB/T 6113.201 的规定进行试验。



标引序号说明:

- 1——车辆;
- 2——绝缘支撑;
- 3——充电线缆;
- 4——接地的人工电源网络;
- 5——模拟交流充电桩;
- 6——测量接收机。

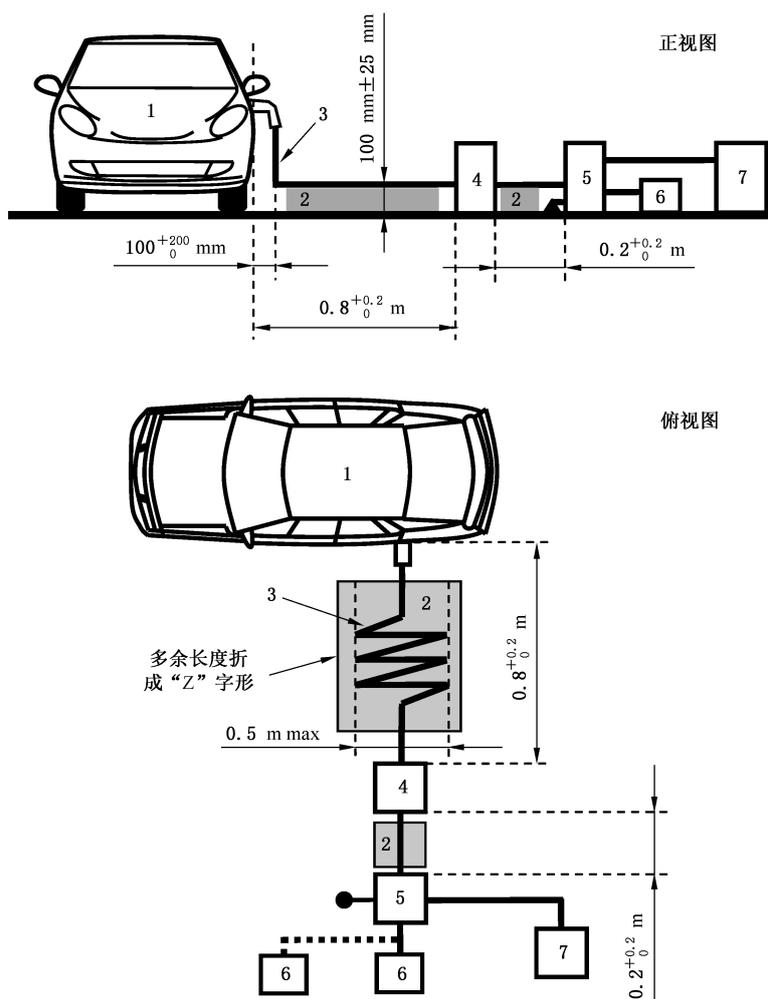
图 11 车辆接口在侧面的射频传导发射测试布置



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电线缆；
- 4——接地的人工电源网络；
- 5——模拟交流充电桩；
- 6——测量接收机。

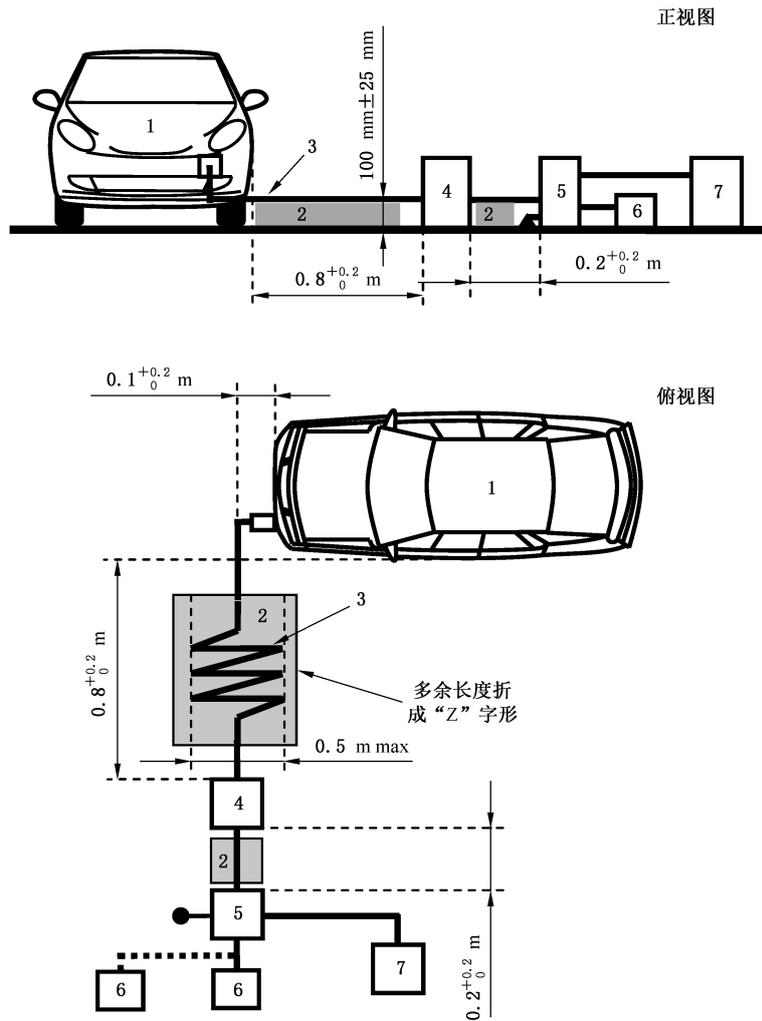
图 12 车辆接口在车头/车尾的射频传导发射测试布置



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电线缆；
- 4——交流充电桩/缆上控制保护装置(置于绝缘支撑上)/非车载充电机；
- 5——接地的人工电源网络；
- 6——交流供电电源；
- 7——测量接收机。

图 13 车辆接口在侧面的射频传导发射测试布置(测试对象为系统)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电线缆；
- 4——交流充电桩/缆上控制保护装置(置于绝缘支撑上)/非车载充电机；
- 5——接地的人工电源网络；
- 6——交流供电电源；
- 7——测量接收机。

图 14 车辆接口在车头/车尾的射频传导发射测试布置(测试对象为系统)

## 5.6 电磁辐射的抗扰性

5.6.1 模拟交流充电桩或模拟非车载充电机可位于测试场地内或测试场地外。

5.6.2 在测试场地内使用模拟供电设备时,设备侧的电缆应垂直落下,与人工电源网络、人工网络和/或阻抗稳定网络之间的多余长度电缆应尽可能贴近场地地平面,且宜折成“Z”字形,无法折成“Z”字形时,应在试验报告中准确记录电缆的布置。

5.6.3 在测试场地内使用交流供电电源接线盒或直流充电电缆接线盒时,接线盒应位于场地地平面上,与人工电源网络、人工网络和/或阻抗稳定网络之间的电缆应尽可能短,且尽可能贴近场地地平面。

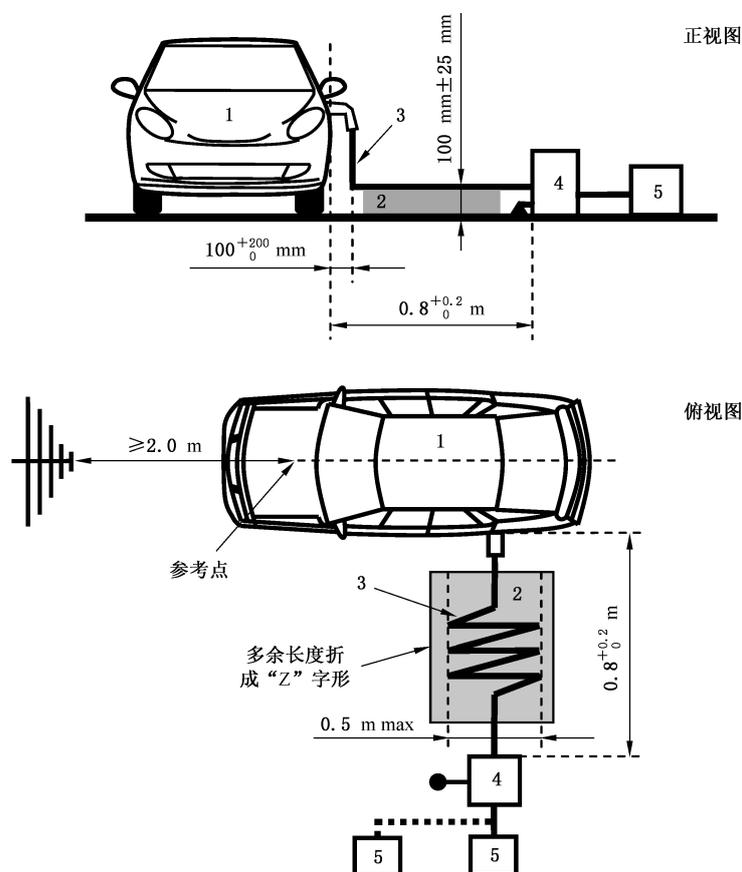
5.6.4 交流电源应使用符合 GB/T 6113.102 规定的  $50\ \Omega/50\ \mu\text{H}$  人工电源网络(V 型, 适用频段  $0.15\ \text{MHz}\sim 30\ \text{MHz}$ )。直流电源应使用符合 GB/T 18655 规定的  $5\ \mu\text{H}/50\ \Omega$  车辆充电直流高压人工网络。人工电源网络或人工网络应直接放置在测试场地地平面上, 外壳应与场地地平面搭接。未与测量设备连接的测量端口应端接  $50\ \Omega$  的负载。

5.6.5 充电通信电缆宜经阻抗稳定网络与车辆连接。应使用符合 GB/T 18655 规定的阻抗稳定网络。阻抗稳定网络应直接放置在测试场地地平面上, 外壳应与场地地平面搭接。未与测量设备连接的测量端口应端接  $50\ \Omega$  的负载。

5.6.6 人工电源网络、人工网络和/或阻抗稳定网络与车辆之间的充电电缆在水平面上的投影应呈直线状, 并垂直于车辆纵向方向, 投影长度为  $0.8^{+0.2}_0\ \text{m}$ 。多余长度电缆宜折成宽度不大于  $0.5\ \text{m}$  的“Z”字形, 无法折成“Z”字形时, 应在试验报告中准确记录电缆的布置。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0\ \text{mm}$  处垂直落下。电缆应放置非导电的、低相对介电常数( $\epsilon_r \leq 1.4$ )、高度  $100\ \text{mm} \pm 25\ \text{mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.6.7 车辆交流充电时的测试布置见图 15 和图 16, 车辆直流充电时的测试布置见图 17 和图 18。

5.6.8 如无其他规定, 应按 GB 34660 的规定进行试验。

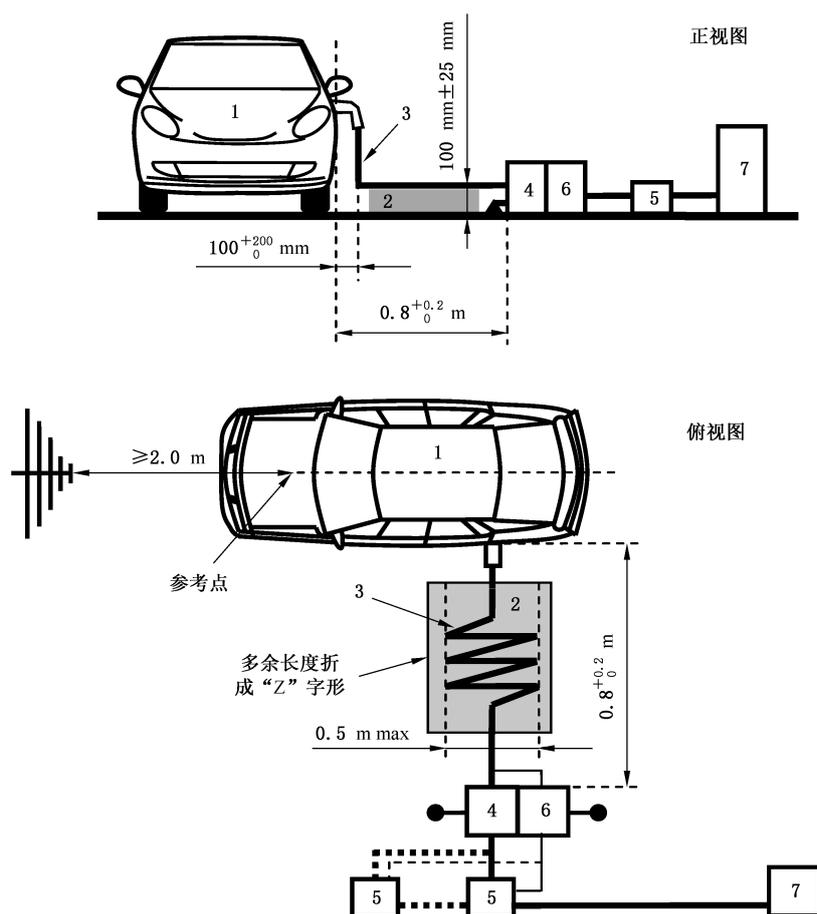


标引序号说明:

- 1——车辆;
- 2——绝缘支撑;
- 3——充电电缆;
- 4——接地的人工电源网络;
- 5——模拟交流充电桩。

图 15 车辆接口在侧面的电磁辐射抗扰测试布置(交流充电)

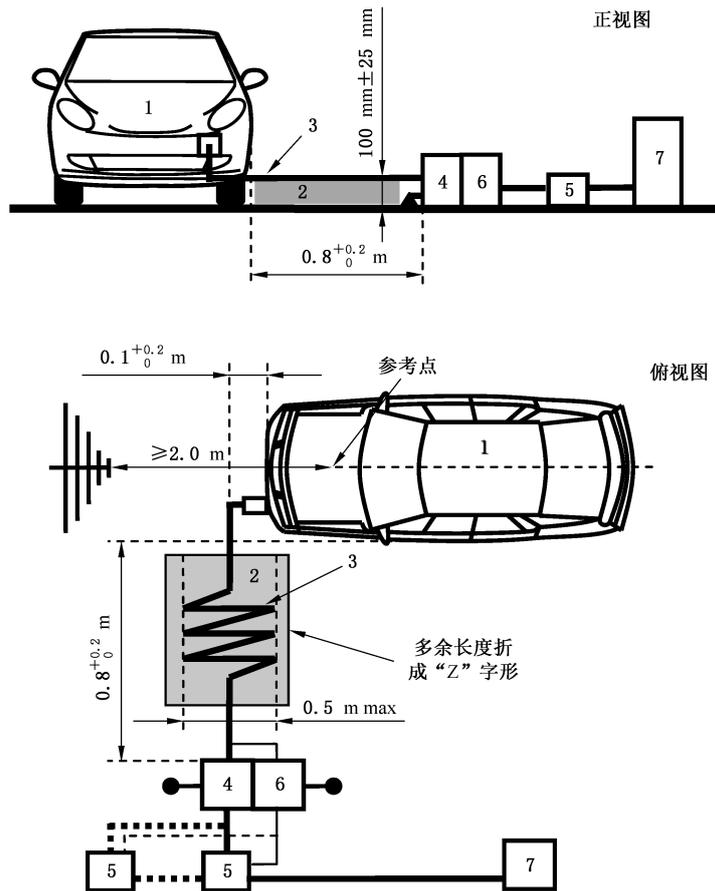




标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电/通信电缆；
- 4——接地的直流人工网络；
- 5——直流充电电缆接线盒(可选)；
- 6——接地的阻抗稳定网络(可选)；
- 7——模拟非车载充电机。

图 17 车辆接口在侧面的电磁辐射抗扰测试布置(直流充电)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电/通信电缆；
- 4——接地的直流人工网络；
- 5——直流充电电缆接线盒(可选)；
- 6——接地的阻抗稳定网络(可选)；
- 7——模拟非车载充电机。

图 18 车辆接口在车头/车尾的电磁辐射抗扰测试布置(直流充电)

### 5.7 沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群的抗扰性

5.7.1 测试对象可在单相和/或三相交流供电电源条件下工作时,应在所有可能的供电条件下分别进行测试。

5.7.2 耦合/去耦网络与车辆之间的充电电缆在水平面上的投影应呈直线状,且垂直于车辆纵向方向,投影长度为  $0.8^{+0.2}_0$  m。多余长度电缆应折成宽度不大于 0.5 m 的“Z”字形。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0$  mm 处垂直落下。电缆应放置在高度  $100\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.7.3 车辆应直接放置在金属接地平板上,平板应大于车体垂向投影尺寸,且平板边缘距车身水平距离应不小于 20 cm。

5.7.4 测试布置见图 19 和图 20。

5.7.5 如无其他规定,应按 GB/T 17626.4 的规定进行试验。

## 5.8 沿 AC 电源线浪涌的抗扰性

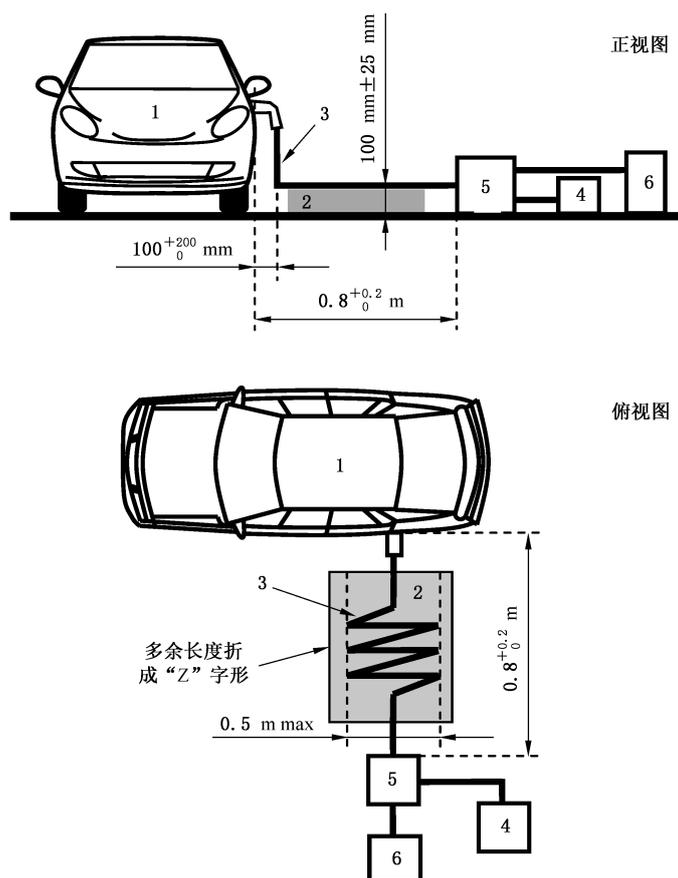
5.8.1 测试对象可在单相和/或三相交流供电电源条件下工作时,应在所有可能的供电条件下分别进行测试。

5.8.2 耦合/去耦网络与车辆之间的充电电缆在水平面上的投影应呈直线状,且垂直于车辆纵向方向,投影长度为  $0.8^{+0.2}_0$  m。多余长度电缆应折成宽度不大于 0.5 m 的“Z”字形。车辆侧的充电电缆应在距车体  $100^{+200}_0$  mm 处垂直落下。电缆应放置在高度  $100\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$  的绝缘支撑材料上。

5.8.3 车辆应直接放置在金属接地平板上,平板应大于车体垂向投影尺寸,且平板边缘距车身水平距离应不小于 20 cm。

5.8.4 测试布置见图 19 和图 20。

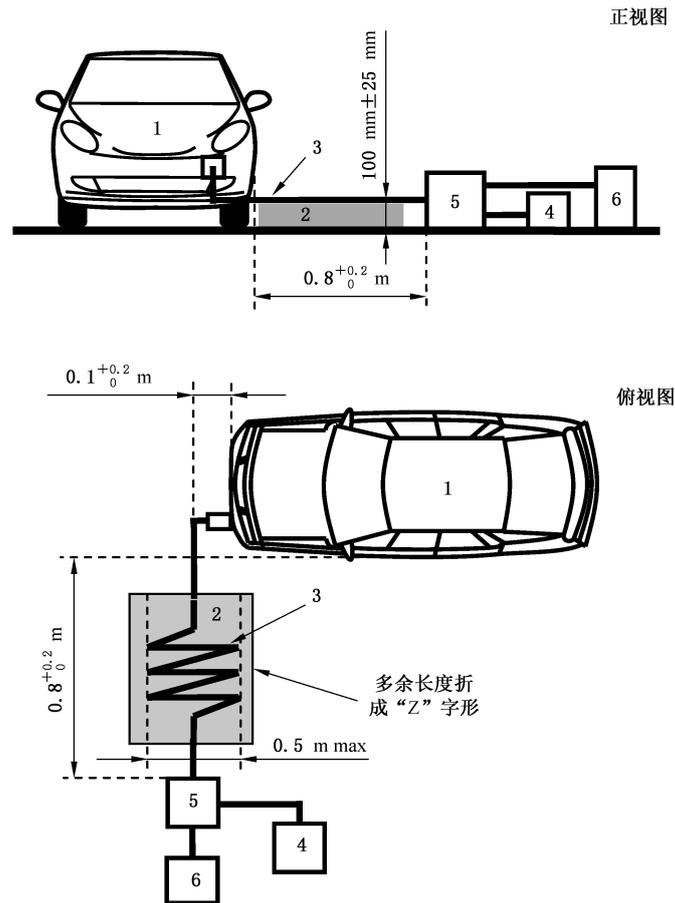
5.8.5 如无其他规定,应按 GB/T 17626.5 的规定进行试验。



标引序号说明:

- 1——车辆;
- 2——绝缘支撑;
- 3——充电电缆;
- 4——电快速瞬变脉冲群发生器/浪涌发生器;
- 5——耦合/去耦网络;
- 6——模拟交流充电桩。

图 19 沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群和浪涌抗扰测试布置(车辆接口在侧面)



标引序号说明：

- 1——车辆；
- 2——绝缘支撑；
- 3——充电电缆；
- 4——电快速瞬变脉冲群发生器/浪涌发生器；
- 5——耦合/去耦网络；
- 6——模拟交流充电桩。

图 20 沿 AC 电源线电快速瞬变脉冲群和浪涌抗扰测试布置(车辆接口在车头/车尾)

附 录 A  
(规范性)  
谐波电流的特定条件

测试对象满足下列条件之一时,可适用特定条件下的谐波电流限值:

a) 在整个观察期,相对于基波相电压,5次谐波电流的相角在 $90^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间;

注1:带有不可控整流桥和包括3%交流或4%直流电抗的容性滤波器的设备,通常会满足这个条件。

b) 如果设备5次谐波电流的相角没有主导值,可在整个区间 $[0^{\circ}, 360^{\circ}]$ 上任意取值;

注2:全控晶闸管桥构成的整流器通常可满足这一条件。

c) 在整个观察周期,5次和7次谐波电流均小于基波参考电流的5%。

注3:12脉动设备通常满足这一条件。

**附 录 B**  
(规范性)  
电源和设备要求

**B.1 交流供电电源**

测试场地的交流供电电源应经滤波,电能质量为:

- a) 频率:50 Hz±0.5 Hz;
- b) 电压:220 V/380 V,允许偏差±5%;
- c) 电流:符合本文件的相关要求。

**B.2 交流模拟供电设备**

**B.2.1** 充电模式应为模式 3,连接方式应为连接方式 B 或连接方式 C,车辆插头和/或供电接口应符合 GB/T 20234.2。

注:模拟交流充电桩可由充电控制装置和交流供电电源接线盒代替。

**B.2.2** 输出电源应为符合 B.1 要求的单相或三相交流电,并具备充电电流调整功能。

**B.2.3** 导引电路及控制原理应符合 GB/T 18487.1—2015 中附录 A 的相关要求。

**B.2.4** 若模拟交流充电桩置于测试场地内,则模拟交流充电桩工作时的电磁发射水平应低于规定限值至少 6 dB。

**B.3 直流模拟供电设备**

**B.3.1** 充电模式应为模式 4,连接方式应为连接方式 C,车辆插头应符合 GB/T 20234.3。

**B.3.2** 导引电路及控制原理应符合 GB/T 18487.1—2015 的附录 B,通信协议应符合 GB/T 27930—2015,低压辅助供电回路电压为 12.0 V±0.6 V,电流为 10 A,且 PE 和 A—应电气隔离。

**B.3.3** 若模拟非车载充电机置于测试场地内,则模拟非车载充电机工作时的电磁发射水平应低于规定限值至少 6 dB。

**B.3.4** 模拟非车载充电机与直流人工电源网络之间应使用带屏蔽的充电电缆。

**B.3.5** 模拟非车载充电机与车辆之间宜使用带屏蔽的双绞通信线。

附 录 C  
(资料性)  
车辆放电操作方法

### C.1 通则

按车辆制造厂指定的方法对车辆可充电储能系统进行放电。

### C.2 操作方法

如车辆制造厂未提供具体放电方案,则可通过车辆行驶(道路或台架上)进行放电操作,可参考的放电终止条件为:

- a) 对于纯电动汽车或可手动选择纯电动模式的插电式混合动力电动汽车:
  - 车辆不能以 30 min 最高车速的 65% 行驶时,或
  - 车辆因低荷电状态,提醒驾驶员将车辆停止时,或
  - 行驶 100 km 后;
- b) 对于不可手动选择纯电动模式的插电式混合动力电动汽车:
  - 车速稳定在  $50 \text{ km/h} \pm 2 \text{ km/h}$ ,直到车辆的发动机自行起动(发动机宜在自行起动后 10 s 内停机),或
  - 如果不起动发动机车辆不能达到  $50 \text{ km/h} \pm 2 \text{ km/h}$  稳定车速,可降低到保证车辆能够稳定行驶的合适车速,并且在规定时间或距离(测试机构和制造厂之间确定)内发动机不起动。

参 考 文 献

- [1] GB 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
  - [2] GB/T 18387 电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法
-