

# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 电动汽车用传导式车载充电机

Conductive on-board charger for electric vehicles

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

20190102

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。  
本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。  
本标准由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）归口。  
本标准起草单位：  
本标准主要起草人：

# 电动汽车用传导式车载充电机

## 1 范围

本标准规定了电动汽车传导式车载充电机（以下简称车载充电机）的术语与定义、技术要求、试验方法。

本标准适用于可外接充电的电动汽车用车载充电机。

## 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，仅所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）适用于本标准。

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.4—2008 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（12h+12h 循环）

GB/T 2423.6 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Eb 和导则：碰撞

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB 4824 工业、科学和医疗（ISM）射频设备 骚扰特性 限值和测量方法

GB/T 16935.1—2008 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 $\leq 16A$ ）

GB/T 17625.2 电磁兼容 限值 对每相额定电流 $\leq 16A$  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 $\leq 75A$  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 16A 小于等于 75A 连接到公用低压系统的设备产生的谐波电流限值

GB/T 17626.3 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 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 17626.11 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 18384.3—2015 电动汽车 安全要求 第3部分：人员触电防护

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 28046.3—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

ISO 10605:2008 Road vehicles—Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge

### 3 术语与定义

GB/T 19596界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

##### **车载充电机 on-board charger**

固定安装在电动汽车上，将公共电网的电能变换为车载储能装置所要求的直流电，并给车载储能装置充电的设备。

#### 3.2

##### **双向车载充电机 bi-directional on-board charger**

固定安装在电动汽车上，具有车载充电机的全部功能外，还能将车载储能装置的直流电变换为与公共电网相同的交流电。

#### 3.3

##### **功率因数 power factor**

车载充电机的输入有功功率与输入视在功率的比值。

#### 3.4

##### **效率 charging efficiency**

输出功率与输入有功功率比值的百分数。

#### 3.5

##### **输出电压误差 output voltage tolerance**

实际输出电压值和输出电压设定值之间的差值与设定电压值比值的百分数。

#### 3.6

##### **输出电流误差 output current tolerance**

实际输出电流值和输出电流设定值之间的差值与设定电流值比值的百分数。

#### 3.7

##### **电压纹波因数 DC ripple factor**

车载充电机输出直流脉动电压的峰值与谷值之差的一半，与该直流电压平均值之比。

### 4 技术要求

#### 4.1 外观要求

4.1.1 车载充电机外表面应平整，应无明显的划伤、变形等缺陷。

4.1.2 车载充电机的接线端或引出线应完整无损，紧固件连结应牢固。

4.1.3 车载充电机易触及的表面应无锈蚀、毛刺、飞边及类似尖锐边缘。

#### 4.2 充电特性要求

#### 4.2.1 交流输入电压额定值

车载充电机的交流输入额定电压和频率要求应符合表1的规定。

表1 交流输入额定值

交流额定频率	交流额定相电压	三相交流额定线电压
50 Hz	220 Vac	380 Vac

#### 4.2.2 交流输入条件范围

4.2.2.1 交流输入电压允许波动范围为额定值的±15%。

4.2.2.2 三相交流电压允许不平衡度不大于5%。

4.2.2.3 交流电压频率允许波动范围 50 Hz±1 Hz。

#### 4.2.3 功率因数

车载充电机在额定输入条件下的功率因数应符合表2的要求。

表2 功率因数要求

额定功率输出时的功率因数	50%的额定功率输出时的功率因数
不小于0.98	不小于0.95

#### 4.2.4 启动输入冲击电流

车载充电机启动时交流输入的冲击电流峰值应不超过额定负载稳定工作时输入电流峰值的120%。

#### 4.2.5 直流输出限压特性

具有恒压输出特性的车载充电机运行时，当直流输出电压达到输出限压设定值时，应自动限制其输出电压的增加。

#### 4.2.6 直流输出限流特性

具有恒流输出特性的车载充电机运行时，当直流输出电流达到输出限流设定值时，应自动限制其输出电流的增加。

#### 4.2.7 限功率特性

车载充电机运行时，当输出功率达到额定功率时，应自动限制其输出功率的增加；

车载充电机的输入交流电流达到充电设施能提供的最大电流值时，应自动限制其输出功率的增加。

#### 4.2.8 直流输出电压误差

车载充电机在恒压输出状态下运行时，其输出电压误差应不超过±1%。

#### 4.2.9 直流输出电流误差

车载充电机在恒流输出状态下运行时，当输出电流大于10 A时，输出电流误差应不超过±5%；当输出电流不大于10 A时，输出电流的偏差应不超过±0.5 A。

#### 4.2.10 输出电压纹波因数

车载充电机在恒压输出状态下运行时，其输出电压纹波因数应不大于5%。

#### 4.2.11 启动输出过冲

车载充电机应具备软启动功能，限压工作开机启动过程中，输出电压过冲应不大于限压设定值的10%；

限流工作开机启动过程中，输出电流过冲应不大于限流设定值的1 A。

#### 4.2.12 输出电压响应

车载充电机在额定负载工作时，输出突变为空载，输出电压过冲应不大于输出电压过压保护值。

#### 4.2.13 充电效率

车载充电机在额定功率输出电压范围内，按照5.2.12进行试验，平均效率按照能效分级，各级能效的效率应满足表3的要求。

表3 效率要求

一级能效	二级能效	三级能效
不低于96%	不低于94%	不低于92%

### 4.3 保护功能

#### 4.3.1 交流输入过压、欠压保护

车载充电机的交流输入电压大于过压保护值或小于欠压保护值时，应关闭输出，不得有任何损坏。交流电压恢复到4.2.2范围内，车载充电机可以正常工作。交流输入过压保护值和欠压保护值应符合产品技术文件规定。

#### 4.3.2 缺相保护

车载充电机为三相交流输入且电网出现缺相时，应不得有任何损坏，车载充电机可降额工作或停止输出。交流电网恢复到4.2.2范围内，车载充电机可以正常工作。

#### 4.3.3 直流输出过压、欠压保护

车载充电机的直流输出电压大于过压保护值或小于欠压保护值时，应关闭输出，不得有任何损坏。电压恢复到输出范围内，车载充电机可以正常工作。直流输出过压保护值和欠压保护值应符合产品技术文件规定。

#### 4.3.4 输出短路保护

车载充电机应输出端应具备短路保护，当输出端发生短路，不得有任何损坏，且停止输出。故障排除后，车载充电机可以正常工作。

#### 4.3.5 过温保护

车载充电机应具备过温保护，当内部温度达到保护值时，应采取降功率或停止输出，不得出现任何损坏。温度保护值应符合产品技术文件规定。

#### 4.3.6 输出反接保护

对于输出端口回路未做任何结构防反处理的车载充电机，直流输出端正负极与车载储能装置的正负

极反接时，通电后应不启动，不得有任何损坏。故障排除后，车载充电机应能正常工作。

#### 4.4 电气安全

##### 4.4.1 绝缘电阻

在车载充电机的交流端口回路对地（金属外壳）、高压直流端口回路对地（金属外壳）、交流端口回路对高压直流端口回路之间按照 5.4.1 进行绝缘电阻试验，绝缘电阻应不小于 10 M $\Omega$ 。

##### 4.4.2 耐电压性

在车载充电机的交流端口回路对地（金属外壳）、高压直流端口回路对地（金属外壳）、交流端口回路对高压直流端口回路之间按照 5.4.2 进行耐电压性试验，试验过程中不应发生介质击穿或电弧现象。

##### 4.4.3 接触电流

车载充电机的交流端口任一交流相线和彼此相连的可触及金属部分之间的接触电流应不大于 3.5 mA。

#### 4.5 电磁兼容

##### 4.5.1 电磁抗扰性

###### 4.5.1.1 功能等级说明

完成电磁抗扰性试验后将车载充电机表现分为4个等级：

等级A：试验中和试验后能够完成设计功能；

等级B：试验中不能完成设计功能，但试验后能够自动恢复到常态；

等级C：试验中不能完成设计功能，但试验后在没有试验人员的简单操作下，无法恢复到常态；

等级D：试验中不能完成设计功能，试验后需要较复杂的操作才能恢复到常态，对产品的功能不应造成任何永久性损坏。

注：此处的：“功能”是指电气电子执行的功能。

###### 4.5.1.2 静电放电抗扰度

车载充电机应能承受表4中试验项目和对应的功能等级要求。

表4 静电放电抗扰度试验项目及功能等级要求

项目	试验严酷等级		功能等级要求
静电放电抗扰度	通电试验	±8 kV（接触） ±15 kV（空气）	等级 A
	不通电试验	±8 kV（接触） ±15 kV（空气）	

###### 4.5.1.3 射频电磁场辐射抗扰度

车载充电机应能承受GB/T 17626.3—2016第五章规定的试验严酷等级3级的射频电磁场辐射抗扰度试验要求，其功能等级应不小于等级B。

#### 4.5.1.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度

车载充电机的交流端口应能承受GB/T 17626.4—2018第五章规定的试验严酷等级3级（重复频率100kHz）的电快速脉冲群抗扰度试验要求，其功能等级应不低于等级B。

#### 4.5.1.5 浪涌（冲击）抗扰度

车载充电机的交流端口应能承受浪涌（冲击）抗扰度试验要求，应满足表5中试验项目和对应的功能等级要求。

表5 浪涌（冲击）抗扰度试验项目及功能等级要求

试验项目	试验严酷等级	功能等级要求
差模试验（相线对相线）	1 kV	不低于等级B
共模试验（相线对地）	2 kV	不低于等级B

#### 4.5.1.6 电压暂降和短时中断抗扰度

车载充电机应能承受电网故障导致电压暂降和短时中断抗扰度，应满足表6中试验项目和对应的功能等级要求。

表6 电压暂降和短时中断试验项目及功能等级要求

电压暂降、短时中断的试验电压和持续时间		功能等级要求
交流输入试验电压（额定电压百分比）	持续时间（工频周期）	
80%	250/300 周期	不低于等级 B
70%	25/30 周期	不低于等级 B
40%	10/12 周期	不低于等级 C
0%	250/300 周期	等级 C

#### 4.5.2 电磁发射骚扰要求

##### 4.5.2.1 交流端口传导发射骚扰要求

车载充电机在充电状态下，交流供电端口传导发射测试应至少满足GB 4824—2013中5.1试验B类设备电源端传导骚扰限值的要求。

##### 4.5.2.2 辐射发射骚扰要求

车载充电机辐射发射测试应至少满足GB/T 18655—2018中表7等级3的限值要求。

##### 4.5.2.3 谐波电流发射的限值要求

车载充电机正常工作时通过输入交流线注入到公共电网中谐波电流的限值应符合以下要求：

- 若车载充电机的额定输入电流不大于16 A，应满足GB 17625.1的要求；
- 若车载充电机的额定输入电流大于16 A，应满足GB/T 17625.8的要求。

##### 4.5.2.4 电压波动和闪烁的限值要求

车载充电机正常工作时产生的交流电压波动和闪烁的限值应以下要求：

- 若车载充电机的额定输入电流不大于16 A，应满足GB/T 17625.2的要求；
- 若车载充电机的额定输入电流大于16 A，应满足GB/T 17625.7的要求。

## 4.6 环境适应性

### 4.6.1 环境条件

#### 4.6.1.1 环境温度

若无特殊要求，宜按表7规定的温度限值。

表7 环境温度

低温储存环境温度	低温工作环境温度	高温储存环境温度	高温工作环境温度	
-40 ℃	-20 ℃	85 ℃	65 ℃（水冷散热）	55 ℃（风冷散热）
注1：其他工作环境温度要求由供需双方需求而定。				
注2：水冷系统水温由供需双方需求而定。				

#### 4.6.1.2 相对湿度范围

相对湿度5%~95%。

#### 4.6.1.3 海拔

海拔高度不高于2000 m。

海拔超过2000 m车载充电机的电气间隙和爬电距离等应符合GB/T 16935.1—2008的要求。

### 4.6.2 耐高、低温性能

车载充电机的工作温度及储存温度范围应符合表5要求。

温度试验按照5.6.1试验方法进行，试验过程中及试验后，应不得有任何损坏，且应能正常工作。

### 4.6.3 耐湿热性能

车载充电机的耐湿热要求应符合供需双方需求。若无要求，应按5.6.2进行湿热试验。试验过程中及试验结束后，车载充电机外观无明显变化，且能正常工作，绝缘电阻与耐电压性均满足要求。

### 4.6.4 耐盐雾性能

车载充电机的耐盐雾要求应符合供需双方需求。若无要求，应按5.6.3进行盐雾试验。试验过程中及试验结束后，车载充电机外观无明显变化，且能正常工作，绝缘电阻与耐电压性均满足要求。

### 4.6.5 耐振动性能

车载充电机在不工作状态下，按5.6.4试验方法进行振动试验。经振动试验后，零部件应无损坏，紧固件应无松脱现象，应满足绝缘电阻及耐电压性的试验要求，并且车载充电机应能正常工作。

### 4.6.6 耐机械冲击性能

车载充电机在不工作状态下，按5.6.5试验后，不应因永久或暂时变形而使带电部分和外壳相接触，且应能正常工作，绝缘电阻与耐电压性满足要求。

## 4.7 耐久性

车载充电机耐久性要求，应符合供需双方需求。如无特殊要求，对于水冷散热系统，环境温度65 ℃，冷却水45 ℃，满功率应持续运行不小于1000 h；对于风冷散热系统，应在其最高允许工作温度，满功率持续运行不小于1000 h。

## 5 试验方法

### 5.1 试验条件

#### 5.1.1 环境条件

无特殊环境规定时，试验应在下面的环境条件下进行：

- 温度：18 ℃~28 ℃；
- 相对湿度：25%~75%；
- 气压：86 kPa~106 kPa。

#### 5.1.2 仪器设备要求

试验用仪器仪表设备应采用比受试设备技术指标至少高一个等级，且具有足够的分辨率、准确度和稳定性。除另外规定外，应满足下列要求：

- a) 一般使用的仪表精度应根据被测量的误差等级按照表8进行选择。
- b) 测量温度用仪表误差精度为 $\pm 1$  ℃。
- c) 测量时间用仪表：当测量时间大于1 s时，相对误差不大于0.5%；测量时间小于1 s，相对误差不大于0.1%。
- d) 恒温、恒湿试验箱要求温控误差精度为 $\pm 2$  ℃，湿度控制误差精度为 $\pm 3\%$ 。
- e) 其他测试仪器仪表的精度应符合有关标准的要求，并在计量认证的有效期内。

表8 测量仪器、仪表要求

误差	$\leq 0.5\%$	0.5%~1.5%	1.5%~5%	7.5%
仪表精度	0.1级	0.2级	0.5级	1.0级
数字仪表精度	6位半	5位半	4位半	4位半

### 5.2 充电特性试验方法

充电试验基本原理图见图1。

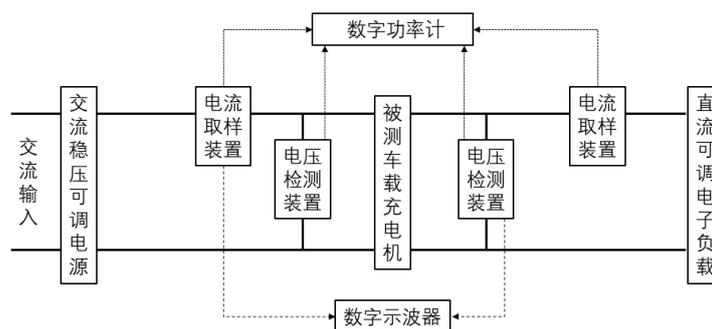


图1 充电试验基本原理图

#### 5.2.1 交流输入电压和频率试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路，电子负载设置为恒压负载模式。
- b) 在额定输入条件下开启车载充电机，使其工作在额定输出状态下。
- c) 调节交流输入电压分别为额定电压值的85%、115%，车载充电机应能保持额定负载输出状态。

d) 调节交流输入频率分别为49 Hz、51 Hz，车载充电机应能保持额定负载输出状态。

### 5.2.2 功率因数试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路，电子负载设置为恒压负载模式。
- b) 在额定输入条件下开启车载充电机，使其工作在额定输出状态下。
- c) 分别测量额定负载和50%负载状态下的功率因数，应符合4.2.3的要求。

### 5.2.3 启动冲击电流试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路，电子负载设置为恒压负载模式。
- b) 在额定输入条件下开启车载充电机，使其工作在额定输出负载状态，使用示波器测量开启过程中的输入电流峰值和稳定工作后的交流输入电流峰值。
- c) 对被测车载充电机反复启动3次，相临两次测试间隔不小于2分钟，启动冲击电流最大值应符合4.2.4要求。

注：由于EMI电路所产生的 $\mu\text{s}$ 级冲击电流不考虑。

### 5.2.4 输出限压特性试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路。
- b) 设定车载充电机输出限压值。开启车载充电机，使其在恒流状态下运行，调整负载，使输出电压增加，当输出电压达到限压设定值后，应能限制输出电压的增加。

### 5.2.5 输出限流特性试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路。
- b) 设定车载充电机输出限流值。开启车载充电机，使其在恒压状态下运行，调整负载，使输出电流增加，当输出电流达到限流设定值后，应能限制输出电流的增加。

### 5.2.6 限功率特性试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路。
- b) 设定车载充电机输出限压值为最大电压值，设定输出限流值为最大限流值。开启车载充电机，使其在限流状态下运行，调整负载，使输出电压增加，当输出功率达到额定负载时，应能限制输出功率的增加。

### 5.2.7 输出电压误差试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图1接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。
- b) 在额定的条件下开启车载充电机，使其工作在恒压输出状态下，输出电压为车载充电机输出范围内的某设定值 $U_{zo}$ 。
- c) 调节输入交流电压分别为额定值的85%、100%、115%时；调节输出负载分别为额定负载的10%、50%、100%时，分别测量车载充电机的实际输出电压 $U_z$ ，按公式（1）计算输出电压误差，计算结果应符合4.2.8的要求。

$$\xi u = \frac{U_z - U_{zo}}{U_{zo}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\xi u$  ——输出电压误差；

$U_z$  —— 实际输出电压值（V）；

$U_{zo}$  —— 输出电压设定值（V）。

## 5.2.8 输出电流误差试验

试验方法及步骤：

- 按照图1接好试验电路，电子负载设置为恒压负载模式。
- 在额定的条件下开启车载充电机，使其工作在恒流输出状态下，输出电流为车载充电机输出范围内的某设定值 $I_{zo}$ 。
- 调节车载充电机输入电压分别为额定值的85%、100%、115%时；调节电子负载恒压值分别在车载充电机输出电压范围内的下限值、额定值、上限值时，分别测量车载充电机的实际输出电流 $I_z$ ，按公式（2）计算输出电流误差，计算结果应符合4.2.9的要求。

$$\xi I = \frac{I_z - I_{zo}}{I_{zo}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\xi I$  ——输出电流误差；

$I_z$  —— 实际输出电压值（A）；

$I_{zo}$  —— 输出电压设定值（A）。

## 5.2.9 电压纹波试验

试验方法及步骤：

- 按照图1接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。
- 在额定的条件下开启车载充电机，使其工作在恒压输出模式下，额定负载状态。
- 用示波器测量车载充电机的输出电压端。将示波器设置为AC电压检测模式，带宽设置为20 MHz，波形扫描速度应不小于0.5 s/div，电压探头应尽量靠近输出端口。
- 调节车载充电机输入电压分别为额定值的85%、100%、115%时；调节输出电流分别在额定负载电流的10%、50%、100%时，测量车载充电机直流输出电压平均值 $U_{dc}$ ，输出电压的交流分量峰-峰值 $U_{pp}$ （示波器所示值）。按公式（3）计算输出电压纹波因数，计算结果应符合4.2.10的要求。

$$U\delta = \frac{U_{pp}}{2 \cdot U_{dc}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$U\delta$  —— 电压纹波因数；

$U_{pp}$  —— 输出电压交流分量峰-峰值；

$U_{dc}$  —— 直流输出电压平均值。

### 5.2.10 启动输出过冲试验

试验方法及步骤:

- a) 按照图1接好试验电路。
- b) 在额定输入条件下, 车载充电机在恒压模式下开机, 使用示波器测量输出电压的过冲值应符合4.2.11的要求。
- c) 在额定输入条件下, 车载充电机在恒流模式下开机, 使用示波器测量输出电流的过冲值应符合4.2.11的要求。

### 5.2.11 输出电压响应试验

试验方法及步骤:

- a) 按照图1接好试验电路。
- b) 在额定输入条件下, 车载充电机在额定功率输出工作, 使用示波器测量输出电压的波形。
- c) 将输出负载突然断开, 示波器测量输出电压过冲值应符合4.2.12的要求。

### 5.2.12 充电效率试验

试验方法及步骤:

- a) 按照图1接好试验电路, 电子负载设置为恒压负载模式。
- b) 在额定输入的条件下启动, 使车载充电机工作在额定负载状态下。
- c) 在额定负载的输出电压范围内, 均等分10个输出电压值。
- d) 调节输出电压, 使其分别工作在10个输出电压值, 用功率计分别测量各输出电压下的额定负载效率;
- e) 计算各效率的平均值, 应符合4.2.13的要求。

## 5.3 充电保护功能试验

### 5.3.1 交流输入过、欠压及缺相保护功能试验

试验方法及步骤:

- a) 按照图1接好试验电路, 电子负载设置为恒压负载模式。
- b) 在额定的输入条件下开启车载充电机, 使其工作在额定输出满载状态下。
- c) 逐步调节交流输入电压至过压保护值或欠压保护值, 车载充电机应符合4.3.1的要求。
- d) 逐步调节交流输入电压值从过压或欠压保护点恢复至4.2.2范围内, 车载充电机应符合4.3.1的要求。
- e) 对三相交流输入的车载充电机, 人为制造缺相状态, 车载充电机应符合4.3.2的要求。
- f) 将缺相状态恢复至正常, 检查车载充电机应符合4.3.2的要求。

### 5.3.2 直流输出过、欠压保护功能试验

试验方法及步骤:

- a) 按照图1接好试验电路, 电子负载设置为恒压负载模式。
- b) 在额定的输入条件下开启车载充电机, 输出额定满载条件下运行。
- c) 改变车载充电机的输出电压设定值大于输出过压保护值, 车载充电机使其处于限流工作状态, 调节电子负载电压, 使其逐步达到车载充电机直流输出过压保护值或欠压保护值, 车载充电机应符合4.3.3的要求。
- d) 调节电子负载电压值至正常电压范围内, 车载充电机应符合4.3.3的要求。

### 5.3.3 输出短路保护试验

#### a) 启动前的短路保护试验

将车载充电机输出直流正负极进行短接，在额定的输入条件下，开启车载充电机，车载充电机应符合4.3.4的要求。

#### b) 工作过程中的短路保护试验

在额定输入条件下，开启车载充电机，使其处于工作状态，车载充电机输出直流正负极进行短接，车载充电机应符合4.3.4的要求。

### 5.3.4 反接保护试验

将车载充电机的输出正极与电池负极相连、车载充电机输出负极与电池正极相连，在额定输入条件下，开启车载充电机，车载充电机应符合4.3.6的要求。

## 5.4 电气安全试验

### 5.4.1 绝缘电阻试验

车载充电机准备和测量应按照GB/T 18384.3—2015中7.2.1的要求试验。

在车载充电机未工作的状态下，分别在4.4.1要求的各端口回路之间施加测量电压，测量电压应不小于车载充电机最大工作电压的直流电压，并施加足够长的时间以获得稳定的绝缘电阻，测试绝缘电阻结果应符合4.4.1的要求。

### 5.4.2 耐电压性试验

试验条件按照GB/T 18384.3—2015中7.3.2规定的条件。

在车载充电机未工作的状态下，分别在4.4.2要求的各端口回路之间施加试验电压1min:

试验电压按照GB/T 18384.3—2015中7.3.3.2的要求。

测试结果应符合4.4.2的要求。

### 5.4.3 接触电流试验

车载充电机在额定输入电压的115%条件下，额定电压输出状态下，依据GB 4943.1-2011中5.1的测试方法，测量车载充电机保护地的接触电流应不大于3.5 mA。

## 5.5 电磁兼容试验

### 5.5.1 电磁抗扰性试验

#### 5.5.1.1 静电放电抗扰度试验

测试布置及试验方法依照标准ISO 10605—2008进行。

#### 5.5.1.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

测试布置及试验方法依照标准GB/T 17626.3进行。

#### 5.5.1.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

测试布置及试验方法依照标准GB/T 17626.4进行。

#### 5.5.1.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

测试布置及试验方法依照标准GB/T 17626.5进行。

#### 5.5.1.5 电压暂降和短时中断抗扰度试验

测试布置及试验方法依照标准GB/T 17626.11进行。

#### 5.5.2 电磁骚扰性试验

##### 5.5.2.1 交流端口传导发射骚扰限值试验

测试布置及试验方法依照标准GB 4824进行。

##### 5.5.2.2 辐射发射骚扰限值试验

测试布置及试验方法依照标准GB/T 18655进行。

##### 5.5.2.3 谐波电流发射试验

车载充电机的额定输入电流小于等于16 A，测试布置及试验方法依照标准GB 17625.1进行；

车载充电机的额定输入电流大于16 A，测试布置及试验方法依照标准GB/T 17625.8进行。

##### 5.5.2.4 电压波动及闪烁试验

车载充电机的额定输入电流小于等于16 A，测试布置及试验方法依照标准GB/T 17625.2进行；

车载充电机的额定输入电流大于16 A，测试布置及试验方法依照标准GB/T 17625.7进行。

#### 5.6 环境性能试验

##### 5.6.1 高、低温试验

###### 5.6.1.1 低温储存试验

将车载充电机在未接线束的情况下放入初始温度为室温的温箱中，调节温箱温度使其达到 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后保持24小时，之后调节温箱缓慢升温至室温后将车载充电机从温箱中取出，放置在5.1.1的环境条件中静止1小时。试验结束后，车载充电机应能满足4.6.2的要求。

###### 5.6.1.2 低温工作试验

将车载充电机放入初始温度为室温的温箱中并将所有电气线束连接完好后，调节温箱温度使其达到 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 并保持2小时后，启动车载充电机，使其工作在额定负载状态，并持续工作12小时后，温箱内复测车载充电机应能满足4.6.2的要求。

###### 5.6.1.3 高温储存试验

将车载充电机在未接线束的情况下放入初始温度为室温的温箱中，调节温箱温度使其达到 $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后保持24小时，之后调节温箱降温至室温后将车载充电机从温箱中取出，放置在5.1.1的环境条件中1小时。试验结束后，车载充电机应能满足4.6.2的要求。

###### 5.6.1.4 高温工作试验

将车载充电机放入初始温度为室温的温箱中并将所有电气线束连接完好后，调节温箱温度使其达到表7中高温工作环境温度，并保持2小时后，启动车载充电机，使其工作在额定负载状态，并持续工作12小时后，箱内复测车载充电机应能满足4.6.2的要求。

###### 5.6.1.5 过温保护试验

若无特殊规定，车载充电机的过温保护试验按以下规定：

风冷散热的车载充电机，在高温工作试验后，继续逐步升高温箱温度，使车载充电机达到过温保护，停止输出功率，满足4.3.5的要求。将温箱恢复到表7要求的范围内，车载充电机可正常工作。

液冷散热的车载充电机，在高温工作试验后，逐步提升冷却液的温度，使车载充电机达到过温保护，停止输出功率，满足4.3.5的要求。将冷却液温度恢复到可工作的温度范围内，车载充电机可正常工作。

## 5.6.2 湿热试验

### 5.6.2.1 湿热循环试验

按GB/T 2423.4—2008中试验Db方法1进行试验。若无特殊规定，最高温度按 $(80 \pm 3)$  °C，试验进行5个循环。

试验期间车载充电机电气线束连接完好，处于不工作状态，试验结束后车载充电机应满足4.6.3的要求。

### 5.6.2.2 恒定湿热试验

按GB/T 2423.3进行试验。若无特殊规定，试验温度按 $(40 \pm 2)$  °C，相对湿度按 $(93 \pm 3)$  %RH，试验时间持续21天。试验期间车载充电机处于不工作状态持续20天23小时，最后1小时车载充电机处于额定工作状态。

试验结束后车载充电机应满足4.6.3的要求。

## 5.6.3 耐盐雾试验

按GB/T 2423.17—2008试验Kaj及图2所示循环进行。一个循环持续24 h。对车载充电机喷盐雾8 h，然后停止喷盐雾16 h。在一个循环的第4小时和第5小时之间车载充电机工作在额定状态，其余时间不工作。工进行6个循环。



其中：

t——时间，单位小时（h）；

a——额定工作状态；

b——非工作状态；

c——打开（喷盐雾）；

d——关闭（停止喷盐雾）；

e——一个循环。

图2 盐雾试验（单次循环）

## 5.6.4 振动试验

### 5.6.4.1 扫频振动

车载充电机应能经受X、Y、Z三个方向的扫频振动试验，若无特殊规定，根据安装部位，车载充电机扫频振动试验的严酷度等级应满足表9的规定。

表9 扫频振动试验严酷等级

安装部位	频率 Hz	振幅 mm	加速度 m/s <sup>2</sup>	扫频速率 oct/min	每一个方向试验时间 h
发动机上	10~50	2.5		1	8
	50~200	0.16			
	200~500		250		
其他部位	10~25	1.2		1	8
	25~500		30		

注1：表中振幅和加速度适用于“Z”方向，对于“X”和“Y”方向，其振幅和加速度可以除以2。  
注2：振动试验时的“Z”方向规定为：安装在发动机上的产品为与发动机缸孔轴线方向平行的方向；安装在其他部位的产品则为与汽车的垂直方向平行的方向。

车载充电机通常在不通电状态下经受试验。振动试验的检测点一般定为试验夹具与试验台的结合处。试验后应满足4.6.5的要求。

#### 5.6.4.2 随机振动

车载充电机应经受X、Y、Z三个方向的随机振动试验，若无特殊规定，根据安装部位，车载充电机的严酷度限值及试验持续时间应参照GB/T 28046.3-2011中4.1.2试验的规定。

车载充电机通常在不通电状态下经受试验。振动试验的检测点一般定为试验夹具与试验台的结合处。试验后应满足4.6.5的要求。

#### 5.6.5 机械冲击试验

若无特殊规定，车载充电机的机械冲击试验按以下规定进行。

车载充电机处于不工作状态，参照GB/T 2423.6，采用下列参数进行机械冲击试验：

——冲击脉冲形式：半正弦波

——加速度：500 m/s<sup>2</sup>；

——持续时间：6 ms；

——冲击次数：每个试验方向10次。

试验后应满足4.6.6的要求。

附 录 A  
(规范性附录)  
具有逆变输出功能的车载充电机技术要求

## A.1 技术要求

### A.1.1 逆变特性要求

#### A.1.1.1 交流输出额定电压及频率

若无特殊要求，车载双向充电机的逆变交流输出额定值按表A.1要求。

表A.1 交流输出额定值

交流额定频率	单相交流额定电压	三相交流额定线电压
50 Hz	220 Vac	380 Vac

#### A.1.1.2 直流输入电压范围

在输入直流电压允许范围内，车载双向充电机应能正常工作。直流电压范围由整车厂需求而定。

#### A.1.1.3 直流输入过、欠压保护

车载双向充电机的直流输入电压大于过压保护值或小于欠压保护值时，应关闭输出。直流过、欠压保护值由整车厂需求而定。

#### A.1.1.4 交流输出电压精度

在输入直流电压允许的范围内，输出在各种负载工况下，其输出正弦波交流电压精度应不超过额定交流电压的 $\pm 5\%$ 。

#### A.1.1.5 交流输出频率

在输入直流电压允许的范围内，输出在各种负载稳定工作工况下，其输出正弦波交流电压的频率应为 $(50 \pm 0.5)$  Hz。

#### A.1.1.6 交流输出负载动态响应

由于负载电流突变引起的交流输出电压变化值应不超过额定交流电压的 $\pm 15\%$ ，电压变化响应恢复时间应不大于20 ms。

注：恢复时间是指输出交流电压超出电压精度范围开始，到恢复至电压精度范围内的时间。

#### A.1.1.7 交流输出电压波形畸变率

在输入直流电压允许的范围内，其输出端电压波形总畸变率在纯阻性负载下不大于5%。

#### A.1.1.8 交流输出电压不平衡度

对于三相交流输出，其输出电压不平衡度应不大于5%。

#### A.1.1.9 交流输出电压相位偏差

对于三相交流输出，其输出电压相位偏差不应大于 $3^\circ$ 。

#### A. 1. 1. 10 交流输出短路保护

车载双向充电机应具备交流输出端短路保护，当输出端发生短路，应不得有任何损坏，停止输出。故障排除后，应能正常工作。

#### A. 1. 1. 11 逆变效率要求

在额定输入条件、额定功率输出状态下，逆变效率应不小于92%。

#### A. 1. 1. 12 空载损耗

在输入直流电压在允许的范围内，输出交流电压为额定值，负载为空载时，其直流输入功率为空载损耗，此空载损耗应不大于额定功率的1%。

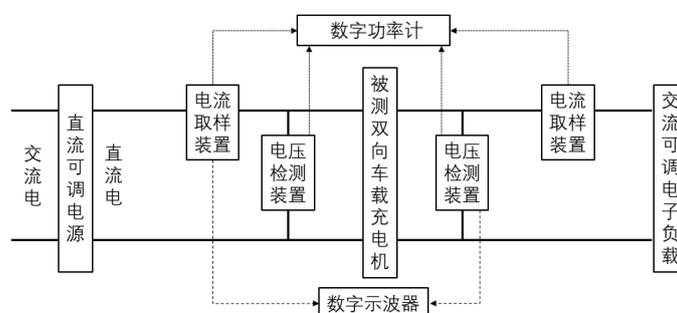
#### A. 1. 2 耐高、低温逆变工作性能

车载双向充电机增加在逆变工作状态下的高、低温试验。实验方法按照5. 6. 1. 2和5. 6. 1. 4的规定操作。

### A. 2 试验方法

#### A. 2. 1 逆变要求试验方法

逆变试验基本原理图见图A. 1。



图A. 1 放电试验基本原理图

#### A. 2. 2 直流输入电压范围及过、欠压保护试验

试验方法及步骤：

- 按照图A. 1接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。
- 在输入额定直流电压下开启车载双向充电机，输出交流带额定负载条件下运行。输入电压在A. 1. 1. 2规定的范围内，应正常工作。
- 调节直流输入电压值至过压保护点或欠压保护点，车载双向充电机应符合A. 1. 1. 3的要求。

#### A. 2. 3 交流输出电压误差及输出频率试验

试验方法及步骤：

- 按照图A. 1接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。
- 在额定输入条件下开启车载双向充电机，输出额定交流电压。

- c) 调节车载双向充电机的直流输入电压在A. 1. 1. 2范围内的下限值、额定值、上限值；调节交流输出负载分别为额定负载的0%、50%、100%处，测量其输出交流电压误差，应符合A. 1. 1. 4的要求，测量其交流输出频率应符合A. 1. 1. 5的要求。

#### A. 2. 4 交流输出负载动态响应试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图A. 1接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。  
b) 在额定输入电压条件下，开启车载双向充电机，使其输出负载在0%~100%~0%之间进行突变，用数字示波器观察其输出电压的动态响应应符合A. 1. 1. 6的要求。

#### A. 2. 5 交流输出电压波形畸变率、不平衡度、相位偏差试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图A. 1接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。  
b) 在输入直流电压允许的范围内，开启车载双向充电机。  
c) 调节车载双向充电机的直流输入电压为下限值、额定值、上限值；调节交流输出负载分别为额定负载的0%、50%、100%处，用电能质量分析仪测量其交流输出的电压波形畸变率应满足A. 1. 1. 7的要求，其交流输出电压的不平衡度应符合A. 1. 1. 8的要求，其交流输出电压相位偏差应符合A. 1. 1. 9的要求。

#### A. 2. 6 交流输出短路试验

- a) 启动前的短路保护试验

将车载双向充电机输出交流两端进行短接，在额定直流输入条件下，开启车载双向充电机，应符合A. 1. 1. 10的要求。

- b) 工作过程中的短路保护试验

在额定直流输入条件下，开启车载双向充电机，使其处于输出额定负载工作状态后，将其输出交流两端短接，车载双向充电机应符合A. 1. 1. 10的要求。

#### A. 2. 7 逆变效率及空载损耗试验

试验方法及步骤：

- a) 按照图2接好试验电路，电子负载设置为恒阻负载模式。  
b) 开启车载双向充电机，输入直流电压为额定电压，使其工作在额定输出满载状态下。  
c) 根据功率计测量车载双向充电机交流输出功率与直流输入功率的比值，计算得到车载双向充电机的效率，应符合A. 1. 1. 11的要求。  
d) 调节输出为空载，调节输入在允许的电压范围内变化，其空载损耗应符合A. 1. 1. 12的要求。

附 录 B  
(资料性附录)  
检验规则

### B.1 检验型式

车载充电机的检验分为出厂检验和型式试验，检验项目见表B.1。

表B.1 车载充电机检验项目

序号	检验项目	出厂 检验	型式 检验	技术要求	试验方法
1	交流输入电压范围	√	√	4.2.2	5.2.1
2	交流输入频率范围	√	√	4.2.2	5.2.1
3	功率因数	√	√	4.2.3	5.2.2
4	启动冲击电流		√	4.2.4	5.2.3
5	直流输出限压特性	√	√	4.2.5	5.2.4
6	直流输出限流特性	√	√	4.2.6	5.2.5
7	限功率特性	√	√	4.2.7	5.2.6
8	输出电压误差		√	4.2.8	5.2.7
9	输出电流误差		√	4.2.9	5.2.8
10	输出电压纹波因数		√	4.2.10	5.2.9
11	启动输出过冲	√	√	4.2.11	5.2.10
12	输出电压响应	√	√	4.2.12	5.2.11
14	充电效率	√	√	4.2.13	5.2.12
15	交流输入过压、欠压保护	√	√	4.3.1	5.3.1
16	缺相保护		√	4.3.2	5.3.1
17	直流输出过压、欠压保护		√	4.3.3	5.3.2
18	输出短路保护		√	4.3.4	5.3.3
19	反接保护		√	4.3.6	5.3.4
20	绝缘电阻	√	√	4.4.1	5.4.1
21	耐电压性	√	√	4.4.2	5.4.2
22	接触电流		√	4.4.3	5.4.3
23	电磁抗扰性		√	4.5.1	5.5.1
24	电磁发射骚扰要求		√	4.5.2	5.5.2
25	耐高、低温性能		√	4.6.2	5.6.1
26	耐湿热性能			4.6.3	5.6.2
27	耐盐雾性能		√	4.6.4	5.6.3
28	耐振动性能		√	4.6.5	5.6.4
29	耐机械冲击性能		√	4.6.6	5.6.5

## B.2 附加检验

车载双向充电机不仅要检验表B.1中的项目，还应增加检测项目见表B.2。

表B.2 车载双向充电机附加检验项目

序号	检验项目	出厂 检验	型式 检验	技术要求	试验方法
1	直流输入电压范围	√	√		
2	直流输入过、欠压保护	√	√		
3	交流输出电压精度	√	√		
4	交流输出频率	√	√		
5	交流输出负载动态响应		√		
6	交流输出电压波形畸变率		√		
7	交流输出电压不平衡度		√		
8	交流输出电压相位偏差		√		
9	交流输出短路保护		√		
10	逆变效率		√		
11	空载损耗		√		