



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 电动汽车传导充电安全要求

Safety requirements of conductive charging for electric vehicles

(ISO 17409:2020, Electrically propelled road vehicles—Conductive power transfer—  
Safety requirements, MOD)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 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 .....	1
4 车辆插座、供电插头和电缆的要求 .....	2
4.1 供电插头和电缆（连接方式 A）的要求 .....	2
4.2 车辆插座的要求 .....	3
5 人员触电防护要求 .....	3
5.1 通则 .....	3
5.2 连接外部电源时的基本防护 .....	3
5.3 保护导体 .....	3
5.4 绝缘电阻 .....	5
5.5 未连接外部电源时的要求 .....	5
5.6 绝缘配合 .....	6
5.7 连接外部电源时的接触电流 .....	7
5.8 剩余电流装置（RCD） .....	7
6 热事故防护要求 .....	7
6.1 正常工作条件下的要求 .....	7
6.2 过流保护 .....	7
6.3 直流连接的电弧防护 .....	8
6.4 断开连接后的剩余电能 .....	8
6.5 瞬时过电压 .....	9
7 交流充电的附加要求 .....	9
7.1 正常工作的电压和频率范围 .....	9
7.2 电流特性 .....	9
7.3 功率因数 .....	9
7.4 车辆接口的互锁功能 .....	10
7.5 三相充电的相序 .....	10
8 直流充电的附加要求 .....	10
8.1 通则 .....	10
8.2 断路装置 .....	10
8.3 控制导引功能 .....	10
8.4 车辆绝缘监测系统 .....	11
8.5 车辆插头的锁止 .....	11
8.6 端子温度 .....	11
8.7 抛负载的过电压 .....	11
8.8 绝缘监控系统的兼容性 .....	11
9 功能安全要求 .....	12

9.1 车辆操作 .....	12
9.2 充电操作 .....	12
9.3 电磁抗扰度 .....	12
10 环境条件要求 .....	12
10.1 总则 .....	12
10.2 防护等级 .....	12
10.3 表面温度 .....	13
10.4 电磁骚扰 .....	13
11 用户手册和标记 .....	13
11.1 用户手册 .....	13
11.2 标记 .....	13
12 试验方法 .....	13
12.1 通则 .....	13
12.2 保护导体电阻测试 .....	14
12.3 绝缘电阻测试 .....	14
12.4 耐电压测试 .....	14
12.5 浪涌电流测试 .....	15
12.6 接触电流测试 .....	16
12.7 直流最大电流充电测试 .....	19
12.8 直流功率端子过温测试 .....	19
附录 A (资料性) Y 电容测量 .....	21
A.1 通则 .....	21
A.2 试验设置 .....	21
A.3 试验程序 .....	22
参 考 文 献 .....	23

# 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。

本文件修改采用ISO 17409:2020《电动汽车 传导充放电 安全要求》。

本文件与ISO 17409:2020相比做了下述结构调整：

——第4、5、6、7和8章分别对应ISO 17409:2020中的第5、6、7、8和9章；

——新增第9章；

——第10章对应ISO 17409:2020中的第4章。

本文件与ISO 17409:2020的技术差异及其原因如下：

——规范性引用文件调整为国家标准；

——删除了不适用于我国充电系统的相关要求；

——删除了传导放电的相关要求；

——删除了自动充电的相关要求。

本文件做了下列编辑性改动：

——为与现有标准协调，将标准名称改为《电动汽车传导充电安全要求》；

——用资料性引用的国家和行业标准替换了国际标准。

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/TC114）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 电动汽车传导充电安全要求

## 1 范围

本文件规定了电动汽车传导连接至外部电源进行传导充电的安全要求。

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（或简称“车辆”）。

本文件适用于车辆供电回路为B级电压的可外接充电的电动汽车。车辆供电回路为A级电压的电动汽车可参照执行。

本文件适用于GB/T 18487.1—2015定义的充电模式2、充电模式3和充电模式4。对于充电模式4，本文件适用于与隔离式非车载充电机的传导充电。

注1：本文件没有给出充电模式1的要求。

注2：外部电源不属于车辆。

本文件适用于车辆供电回路的车载部分。也适用于电动汽车传导连接至外部电源专用的充电控制功能。

本文件不适用于制造、维护和修理人员的综合安全注意事项。

注3：电动汽车的一般安全要求见GB 18384。

注4：车辆传导连接至外部直流电源时，限制Y电容不作为触电防护的故障防护。

## 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 2099.1 家用和类似用途插头插座 第1部分：通用要求

GB 18384 电动汽车安全要求

GB/T 30038 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 20234（所有部分） 电动汽车传导充电用连接装置

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 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 16895.23 低压电气装置 第6部分：检验

GB/T XXXXX 电动汽车传导充电电磁兼容性要求和试验方法

## 3 术语和定义

GB 18384、GB/T 18487.1—2015、GB/T 19596、GB/T 20234.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

## 3.1

**功率因数 power factor**

周期状态下，有功功率的绝对值与视在功率的比值。

[来源：GB/T 2900.74—2008，131-11-46]

## 3.2

**截止电流 cut-off current**

允通电流 let-through current

开关设备或熔断器开断操作时达到的最大瞬态电流值。

注：开关设备或熔断器在达不到回路预期峰值电流时开断，这个概念特别重要。

[来源：GB/T 15166.1—2019，2.2.7]

## 3.3

**车辆供电回路 vehicle power supply circuit**

用于连接外部电源的B级电压电路，包括供电插头（连接方式A）或车辆插座（连接方式B和连接方式C），以及与供电插头（连接方式A）或车辆插座（连接方式B和连接方式C）传导连接的所有部分。

注：车辆供电回路包括车辆供电回路的车载部分和归属于外部电源的非车载部分。

## 3.4

**外部电源 external electric power supply**

使用电动汽车供电设备为电动汽车提供电能的车外电源。

## 3.5

**互锁功能 interlock function**

防止供电插座/车辆插头与供电插头/车辆插座的功率端子在达到正确连接位置前带电，以及防止供电插头/车辆插头功率端子的带载分离，或使之在分离前断电的功能。

## 3.6

**剩余电流装置 residual current device**

RCD

在正常运行条件下能接通、承载和分断电流，以及在规定条件下当剩余电流达到规定值时能使触头断开的机械开关器件。

[来源：GB/T 2900.70—2008，442-05-02]

## 3.7

**热切断器 thermal cut-out**

一种温度感应控制装置，可在异常操作的情况下自动断开电路，该装置无用户调节的机构。

用于在非正常工作状态下自动关断电路的温度传感控制装置，不允许用于自行调整。

[来源：GB/T 2900.70—2008，442-01-43]

## 3.8

**热量传感 thermal sensing**

提供电气附件、电缆组件或其部分的温度数据的方式。

## 3.9

**热量传输 thermal transport**

管理电气附件、电缆组件或其部分的散热的方法。

## 4 车辆插座、供电插头和电缆的要求

## 4.1 供电插头和电缆（连接方式A）的要求

- 4.1.1 充电模式 2 用供电插头（连接方式 A）应符合 GB/T 1002 和 GB/T 2099.1。  
 4.1.2 充电模式 3 用供电插头（连接方式 A）应符合 GB/T 20234.1 和 GB/T 20234.2。  
 4.1.3 电动汽车充电专用电缆参见 GB/T 20234.1。

## 4.2 车辆插座的要求

- 4.2.1 交流传导充电用车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）应符合 GB/T 20234.1 和 GB/T 20234.2。  
 4.2.2 直流传导充电用车辆插座（连接方式 C）应符合 GB/T 20234.1 和 GB/T 20234.3。

## 5 人员触电防护要求

### 5.1 通则

车辆没有连接外部电源时，车辆供电回路的车载部分应满足 GB 18384 的相关要求。

### 5.2 连接外部电源时的基本防护

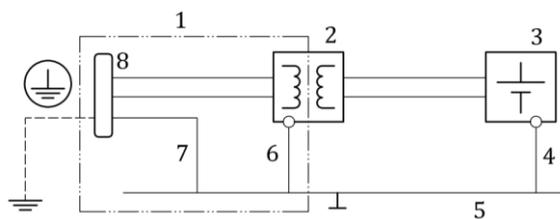
- 5.2.1 连接方式 A 时，供电插头与对应的供电插座连接后，B 级电压带电部分的防护等级应至少满足 GB/T 30038 规定的 IPXXD。若车辆配备符合 GB/T 20234.2 的供电插头，则视为满足此要求。  
 5.2.2 连接方式 B 和连接方式 C 时，车辆插头与对应的车辆插座连接后，B 级电压带电部分的防护等级应至少满足 GB/T 30038 规定的 IPXXD。若车辆配备符合 GB/T 20234.2 和/或 GB/T 20234.3 的车辆插座，则视为满足此要求。  
 5.2.3 应进行符合性检验。

### 5.3 保护导体

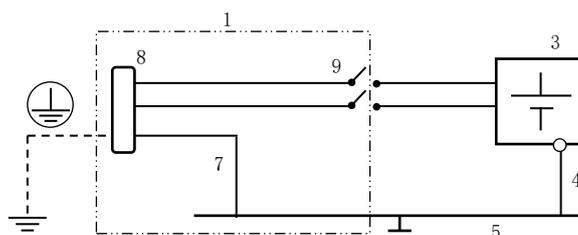
5.3.1 供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）应具有一个用于连接车辆电平台和外部电源保护导体的导体端子。

5.3.2 供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的保护导体端子应连接：

- 具有保护导体的电平台，见图 1；或
- 车辆供电回路中，具有保护导体部件的外露可导电部分，见图 2。



a) 交流充电

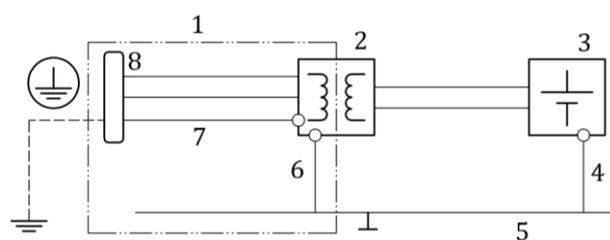


b) 直流充电

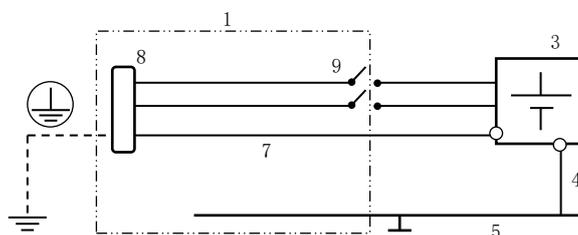
说明：

- 1——车辆供电回路的车载部分；
- 2——隔离式车载充电机；
- 3——可充电储能系统；
- 4——等电位联结；
- 5——电平台；
- 6——保护导体；
- 7——保护导体；
- 8——车辆插座；
- 9——断路装置。

图1 保护导体和电平台之间的连接（方案 1 示意图）



a) 交流充电



b) 直流充电

说明：

- 1——车辆供电回路的车载部分；
- 2——隔离式车载充电机；
- 3——可充电储能系统；
- 4——等电位联结；
- 5——电平台；
- 6——保护导体；
- 7——保护导体；
- 8——车辆插座；
- 9——断路装置。

图2 保护导体和电平台之间的连接（方案 2 示意图）

- 5.3.3 车辆供电回路上部件的所有外露可导电部分均应通过保护导体连接至车辆电平台。
- 5.3.4 保护导体的截面积应依据 GB/T 16895.3 进行设计。
- 5.3.5 车辆供电回路的保护导体应依据相关参数（如故障电流和分断时间）设计，并考虑车辆自身以

及外部电源的能量源。

5.3.6 供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的保护导体端子和车辆电平台之间，以及车辆供电回路上所有外露可导电部分之间的保护导体连接电阻应小于  $0.1 \Omega$ ，并适用于起到保护导体连接功能的所有传导路径。

5.3.7 应按 12.2 规定的方法进行保护导体电阻测试。

## 5.4 绝缘电阻

### 5.4.1 交流连接

5.4.1.1 车辆未连接外部电源时，车辆供电回路的绝缘电阻应不小于  $500 \Omega/V$ ，测量基准电压应为车辆供电回路的最大工作电压。

5.4.1.2 应按 12.3 规定的方法进行符合性测试。

### 5.4.2 直流连接

5.4.2.1 车辆未连接外部电源时，车辆供电回路车载部分的绝缘电阻应符合 GB 18384 的要求。

5.4.2.2 车辆连接非车载充电机时，车辆供电回路的总绝缘电阻应不低于  $100 \Omega/V$ 。车辆连接至外部电源时的安全要求应符合 8.1。

5.4.2.3 应按 12.3 规定的方法进行符合性测试。

## 5.5 未连接外部电源时的要求

### 5.5.1 通则

5.5.1.1 供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的端子未连接外部电源并处于下列状态之一时，应满足 5.5.3 的要求：

- a) 若端子不能被 GB/T 16842 规定的试具 18 触及，则端子断开传导充电连接的 10 s 内；
- b) 若端子符合 GB/T 30038 规定的 IPXXB，则端子断开传导充电连接的 5 s 内；
- c) 若端子不符合 GB/T 30038 规定的 IPXXB，则端子断开传导充电连接的 1 s 内。

5.5.1.2 若供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）具备电子锁止装置，车辆应在达到 5.5.2 和 5.5.3 规定的相关阈值后允许解锁。

5.5.1.3 若供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）不具备电子锁止装置，其端子未连接外部电源并处于下列状态之一时，应满足 5.5.2 的要求：

- a) 若端子不能被 GB/T 16842 规定的试具 18 触及，则端子断开传导充电连接的 10 s 内；
- b) 若端子符合 GB/T 30038 规定的 IPXXB，则端子断开传导充电连接的 5 s 内；
- c) 若端子不符合 GB/T 30038 规定的 IPXXB，则端子断开传导充电连接的 1 s 内。

注1：若端子符合 IPXXD、则视为符合 IPXXB。

注2：锁止装置可属于车辆，也可属于外部电气设备。

### 5.5.2 正常工作

5.5.2.1 供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的端子在未连接外部电源时，应至少满足下列之一：

- a) 端子应符合 GB/T 30038 规定的 IPXXD；
- b) 不符合 GB/T 30038 规定的 IPXXD 时，端子与其他任意端子之间、以及端子与电平台之间的电压应低于  $60 \text{ V DC}$  和  $30 \text{ V AC}$ ；

- c) 不符合 GB/T 30038 规定的 IPXXD 时, 端子与其他任意端子之间、以及端子与电平台之间的稳态接触电流应低于 0.5 mA AC 和 2 mA DC, 且端子与其他任意端子之间、以及端子与电平台之间储存的电能应不造成惊跳反应。其限值应由制造厂依据 GB/T 13870 系列标准进行规定。

注1: 稳态接触电流阈值可参考 GB/T 17045 和 GB/T 13870.1。

注2: 与车载电源(如可充电储能系统)储存的电能无关, 通过足够高的防护阻抗, 限制了触及该电能的接触电流。

注3: 感知阈和痛觉阈在 GB/T 13870.2 中规定。

注4: GB/T 13870.2 给出了痛觉阈的规定电荷或规定电能。GB/T 13870.2 给出的规定电能与插座的故障类型可能不相关。

5.5.2.2 若能通过设计审核证明车载电源(如可充电储能系统)至可触及的导体部分无传导路径, 则可视为满足稳态接触电流的要求。

### 5.5.3 工作在单点失效条件下

5.5.3.1 单点失效条件下, 供电插头(连接方式 A)、车辆插座(连接方式 B 和连接方式 C)的端子在未连接外部电源时, 应至少满足下列之一:

- a) 端子应符合 GB/T 30038 规定的 IPXXD;
- b) 不符合 GB/T 30038 规定的 IPXXD 时, 端子与其他任意端子之间、以及端子与电平台之间的电压应低于 60 V DC 和 30 V AC;

注1: 断电会产生与正常工作条件下相同的电压水平。不同的阈值与单点失效情况无关。

- c) 不符合 GB/T 30038 规定的 IPXXD 时, 端子与其他任意端子之间、以及端子与电平台之间的稳态接触电流应低于 3.5 mA AC 和 10 mA DC, 且端子与其他任意端子之间、以及端子与电平台之间储存的电能应不造成强烈地不自主的肌肉收缩。其限值应由制造厂依据 GB/T 13870 系列标准进行规定。

注2: 稳态接触电流阈值可参考 GB/T 17045 和 GB/T 13870.1。

注3: 与车载电源(如可充电储能系统)储存的电能无关, 通过足够高的防护阻抗, 限制了触及该电能的接触电流。

5.5.3.2 若能通过设计审核证明车载电源(如可充电储能系统)至可触及的导体部分无传导路径, 则可视为满足稳态接触电流的要求。

5.5.3.3 若电压或接触电流和电能等超过正常工作条件下的阈值时, 车辆宜监测并发出警告。

## 5.6 绝缘配合

### 5.6.1 交流连接

- 5.6.1.1 在车辆交流供电回路带电部分与车辆电平台之间, 车辆应提供至少为基本绝缘的防护措施。
- 5.6.1.2 在车辆交流供电回路带电部分与 A 级电压电路之间, 车辆应提供至少为防护分隔的防护措施。
- 5.6.1.3 车辆供电回路的绝缘应根据电路最大工作电压和 GB/T 16935.1 规定的过电压类别 II 进行设计。若车辆供电回路包括限制瞬时过电压至相当低水平的措施, 则部分车辆供电回路可根据电路最大工作电压和 GB/T 16935.1 规定的过电压类别 I 进行设计。
- 5.6.1.4 应按 12.4 规定的方法进行符合性测试。试验过程中不应发生介质击穿和闪络。

### 5.6.2 直流连接

- 5.6.2.1 车辆供电回路车载部分的 DC+ 与保护导体之间以及 DC- 与保护导体之间应根据不低于 2500 V 的额定冲击电压进行设计。
- 5.6.2.2 应按 12.4 规定的方法进行符合性测试。试验过程中不应发生介质击穿和闪络。
- 5.6.2.3 正常工作条件下, 车辆供电回路车载部分 DC+ 与保护导体之间以及 DC- 与保护导体之间的设计最大电压应至少为最大直流工作电压。

5.6.2.4 应考虑外部电源绝缘监测系统的附加电压。

## 5.7 连接外部电源时的接触电流

5.7.1 车辆连接至外部电源时，故障条件下的车辆交流接触电流的有效值不应大于 3.5 mA，直流接触电流不应大于 10 mA。

注：未连接状态的接触电流要求见 5.5。

5.7.2 应按 12.6 规定的方法进行符合性测试。

5.7.3 正常工作条件下的接触电流不应大于 0.5 mA AC 或 2 mA DC。

## 5.8 剩余电流装置 (RCD)

5.8.1 非车载充电机交流输入端应具备剩余电流装置 (RCD)。

5.8.2 与剩余电流装置 (RCD) 的防护配合要求参见 GB/T 18487.1—2015。

## 6 热事故防护要求

### 6.1 正常工作条件下的要求

6.1.1 车辆供电回路带电部分的截面积，以及供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的额定电流，应符合车辆供电回路在正常工作条件下能承载的电流最大值。

6.1.2 对于直流传导充电，在不超过 8.6 规定温度限值时，可减少带电部分的截面积。此时，应提供过热防护以保护车辆供电回路超过温度限值。应考虑车辆的最高环境温度。

6.1.3 可采用监测和控制车辆供电回路温度的适当措施。在直流端子温度符合 8.6 的规定以及车辆供电回路其他车载部分温度符合车辆制造厂规定的情况下，可允许车辆充电电流大于车辆插座及车辆供电回路其他车载部分的额定值。

### 6.2 过流保护

#### 6.2.1 通则

6.2.1.1 车辆供电回路应具有防止由以下情况产生热事故的措施：

- 过载；
- 短路。

6.2.1.2 不同的电路部分可采用不同的过流保护方法。

注1：过流保护不作为一种侦测并切断串联或并联电弧的方法。电弧可造成伤害。适当措施可影响电弧的发生，如保养计划、污染等级、绝缘、电气间隙、爬电距离和其他方式。

注2：外部电源的额定电流可大于车辆供电回路车载部分的额定电流。

#### 6.2.2 过载防护

车辆应提供过载保护，防止电流超过车辆供电回路的额定值，或超过车辆供电回路的温度上限。

注：过载防护方法包括但不限于过载监测和接触器断开功能。

#### 6.2.3 交流连接的短路防护

6.2.3.1 对于由外部电源产生的短路电流，应满足下列要求之一：

- a) 根据外部电源的过流保护特性，车辆供电回路带电导体的截面积应具有一定的短路电流耐受容量值 ( $I^2t$ )。车辆供电回路的短路电流耐受容量值 ( $I^2t$ ) 应不小于 80000  $A^2s$ 。短路电流耐受容量值 ( $I^2t$ ) 应依据 GB/T 16895.5—2012 进行计算。

注：过流保护的分断时间可多达 5 s (见 GB/T 16895.21)。

- b) 车辆供电回路的每路带电导体应提供过流保护 (如熔断器、断路器)。过流保护装置保护的带电导体应具有足够的截面积，以承载该过流保护特性对应的过流值。车辆插座与过流保护装置之间带电导体的截面积应满足 6.2.3.1 的 a)。
- c) 车载充电机在车辆供电回路的每路带电导体上应提供一个过流保护装置 (如熔断器、断路器)。车辆插座与过流保护装置之间带电导体应具有足够的截面积，以承载该过流保护特性对应的过流值。车辆插座与过流保护装置之间的车辆供电回路车载部分应能防止机械损坏，使带电导体与带电导体、带电导体与电平台之间不因单点失效而产生绝缘故障。

6.2.3.2 车辆应由车辆电源产生的短路电流提供短路保护。

## 6.2.4 直流连接的短路防护

### 6.2.4.1 由外部电源产生的短路电能

对于由外部电源产生的短路电流，应符合下列 a) 或 b) 的短路保护要求：

- a) 车辆供电回路的短路电流耐受容量值 ( $I^2t$ ) 应大于 1000000  $A^2s$ 。带电导体的最小截面积应依据 GB/T 16895.5—2012 的公式 (3) 进行计算。

注：短路电流耐受容量值 ( $I^2t$ ) 对应外部电源过流保护装置的特性。给出的短路电流耐受容量值与 NB/T 33001—2018 相协调。

- b) 车辆供电回路应提供过一个过流保护装置 (如熔断器、断路器)。过流保护装置保护的带电导体的截面积应符合该过流保护装置的短路电流分断容量。车辆插座与该过流保护装置之间带电导体的截面积应符合 6.2.4.1 中 a) 的要求。分断短路电流的分断时间应从该过流保护装置的技术参数表中获取。

### 6.2.4.2 由车辆电源产生的短路电流

6.2.4.2.1 车辆应为车辆供电回路和外部电源电路提供过流保护。过流保护应满足下列要求：

- a) 车辆插座端子处由车载电源产生的截止电流应不大于 30 kA；
- b) 车辆应在短路发生后的 1 s 内切断车辆到外部电源的短路电能；
- c) 车辆插座端子处的  $I^2t$  应不大于 5000000  $A^2s$ 。

6.2.4.2.2 过流保护装置与车辆插座之间带电导体的截面积，应符合该过流保护装置的短路电流分断容量。

6.2.4.2.3 带电导体的最小截面积应依据 GB/T 16895.5—2012 的公式 (3) 进行计算。

6.2.4.2.4 应进行符合性检查。

## 6.3 直流连接的电弧防护

8.5 规定的要求可为直流连接提供电弧防护。

## 6.4 断开连接后的剩余电能

车辆与外部电源断开连接后的 1 s 内，供电插头 (连接方式 A)、车辆插座 (连接方式 B 和连接方式 C) 的 B 级电压带电部分储存的电能应小于 20 J。

注 1：该要求不包括电压限值。

注 2：可触及的安全电压也会因储存的电能而变得危险。触电防护见 5.5。

## 6.5 瞬时过电压

车辆供电回路车载部分的DC+端子与DC-端子之间应根据不低于2500 V的额定冲击电压进行设计。

## 7 交流充电的附加要求

### 7.1 正常工作的电压和频率范围

电压范围在标称电压的+10%和-15%偏差内，以及频率范围为50 Hz $\pm$ 1%时，车辆供电回路应正常工作。

注1：电压范围依据GB/T 12325（最大为-10%）和GB/T 16895.6（低压电气装置直接由公共低压配电系统供电：最大为-5%）给出的适用值。

注2：低压电气装置由自备低压电源供电，电压可降低至-19%。电压范围依据GB/T 12325（最大为-10%）、GB/T 16895.6（低压电气装置由自备低压电源供电：最大为-8%）和IC-CPD电缆组件电压降（约为-1%）给出的适用值。

### 7.2 电流特性

#### 7.2.1 充电电流

车辆充电电流应不超过：

——GB/T 18487.1—2015 中 A.2.2 控制导引功能规定的最大允许电流值；

——车载充电机允许的最大充电电流值；

——车辆插头编码电阻确定的电缆组件的最大电流值；

——若车辆使用无 S2 开关的 GB/T 18487.1—2015 控制导引功能，车辆应仅能进行单相交流充电，且车辆实际充电电流应不大于 8 A。

注1：使用标准供电插头的充电模式2的电缆组件最大允许充电电流宜为8 A。

注2：根据GB/T 18487.1—2015的附录A，若电动汽车充电电流超过PWM信号对应的最大供电电流，电动汽车供电设备可切断输出电源。

#### 7.2.2 浪涌电流

##### 7.2.2.1 车辆应限制下列浪涌电流进入车辆供电回路：

a) 事件 1：电动汽车供电设备闭合接触器后出现的峰值供电电压，100  $\mu$ s 内每路带电导体的电流峰值不应超过 230 A。100  $\mu$ s 后到事件 2 发生时，该电流应降低且不超过事件 2 的限值。

注1：事件1的最大浪涌电流值与电动汽车供电设备的开关装置协调，以免粘连。

注2：100  $\mu$ s、230 A的要求为IEC 61851-1和IEC 62752采用的限值。

b) 事件 2：充电机内电容的预充期间，每路带电导体的电流不应超过 30 A (rms)。电流峰值的绝对值不应超过 42.4 A。符合 GB/T 17625.2 或 GB/T 17625.7 的要求时，电流峰值可超过 42.4 A。事件 2 不应超过 1 s。

注3：限制事件2浪涌电流是为了避免小型断路器（MCB）脱扣。30 A (rms) 电流值对应GB/T 10963.1规定的额定电流为10 A的B型MCB。

注4：浪涌电流由下面两种现象产生：事件1期间，浪涌电流由充电机功率模块上游的EMC滤波器产生。事件2期间，浪涌电流由充电机功率模块上直流电路的电容器产生。

##### 7.2.2.2 事件 2 无需紧随事件 1。

##### 7.2.2.3 应按 12.5 规定的方法进行符合性测试。

### 7.3 功率因数

7.3.1 车辆在额定功率时的功率因数应不低于 0.95。

7.3.2 车辆在全功率范围内的功率因数应不低于 0.9，除非实际功率小于额定功率的 5%，或小于 300 W，取较大值。

7.3.3 可在整车级别或部件级别进行符合性测试，应连接阻性负载在测试对象的运行功率范围内进行部件级别测试。

注：对于部件级别测试，仅考虑在整车级别定义的运行功率点。

## 7.4 车辆接口的互锁功能

7.4.1 车辆充电电流大于 16 A 时，车辆插座的电子锁止装置应提供互锁功能。

7.4.2 车辆提供的互锁功能应满足以下要求：

- a) 连接确认电路用于互锁功能时，连接确认电路中 S3 开关断开后的 100 ms 内，车辆应停止充电且通过车辆接口的电流降低至不大于 1 A。
- b) 电子锁止装置用于互锁功能时，充电电流大于 1 A 时车辆应防止车辆插头的拔出。

## 7.5 三相充电的相序

7.5.1 车辆可三相充电时，车辆在下列条件下应能正常工作：

- 当车辆连接顺时针相序（L1-L2-L3）的外部电源时；
- 当车辆连接逆时针相序（L1-L3-L2）的外部电源时。

7.5.2 应进行符合性检查。

## 8 直流充电的附加要求

### 8.1 通则

8.1.1 车辆供电回路车载部分应满足下列可选的防护措施，下列措施应提供基本防护和故障防护：

- 双重绝缘或加强绝缘；
- 基本防护及遮拦或外壳；
- 基本防护及带等电位联结的可导电遮拦或外壳；
- 在车辆寿命期内具有足够机械强度和耐久性的刚性遮拦或外壳。

8.1.2 选择的防护措施或组合防护措施应能提供相应的故障防护。

8.1.3 不同的防护措施可用于不同的电路部分。

8.1.4 防护规定的要求应符合 GB 18384。

注：车辆安全性概念可能影响与非车载充电机的充电互操作性。

### 8.2 断路装置

8.2.1 车辆应为车辆接口的每个 B 级电压端子（不包括保护导体）提供断路装置。断路装置断开时，仅测量电路（如粘连监测）可保持与车辆接口 B 级电压端子连接。断路装置应能承受 20 A 的系统浪涌电流。

8.2.2 根据车辆接口的最大额定电流，断路装置应具有切断充电电流的分断能力。

8.2.3 断路装置应依据 GB/T 18487.1—2015 规定的时序控制。

8.2.4 车辆应基于 GB/T 18487.1—2015 规定的控制导引切断与外部电源的连接。

### 8.3 控制导引功能

车辆应提供 GB/T 18487.1—2015 规定的控制导引功能。

## 8.4 车辆绝缘监测系统

若车辆配备了车辆供电回路用绝缘监测系统，则应不与非车载充电机的绝缘监测装置（IMD）产生冲突。车辆可关闭其绝缘监测系统以防止干扰。

## 8.5 车辆插头的锁止

车辆插头的锁止功能由非车载充电机提供。

## 8.6 端子温度

8.6.1 车辆插座的直流功率端子温度不应超过制造厂规定的温度限值。环境温度为 40 ℃时，充电期间车辆插座直流功率端子温度不应超过 90 ℃。

注：GB/T 20234.1给出了车辆插座型式试验的带电导体截面积。

8.6.2 应按 12.7 规定的方法进行符合性测试。

8.6.3 车辆配备的车辆插座可具有主动冷却功能，该冷却功能可来源于车辆或非车载充电机。

8.6.4 车辆若配备符合 8.6.3 的车辆插座，则应满足下列之一：

a) 车辆应在每个直流功率端子上使用热量传感器。车辆应评估测量的温度值来控制充电电流。车辆应定期检查温度传感器合理性，并在检查失败后给出适当的警告。

注：温度传感器的合理性检查可通过车辆环境温度与车辆插座不工作时的功率端子温度比较来实施。

b) 车辆应为每个直流功率端子提供热切断器。

8.6.5 车辆制造厂应进行风险分析，以确定 8.6.4 的 a) 或 b) 对于车辆的适用性。

8.6.6 应按 12.8 规定的方法进行符合性测试。

## 8.7 抛负载的过电压

相关的B级电压电路部分应能承受车辆请求电压上限值110%的抛负载造成的短时过电压。

注：抛负载是电压在失效后的突然增加。当一个部件提供电能进入电路和高负载突然断开时可产生抛负载。参见 ISO/PAS 19295。

## 8.8 绝缘监控系统的兼容性

8.8.1 车辆供电回路车载部分的总 Y 电容值不应超过 4 μF。

8.8.2 车辆配备最大工作电压超过 500 V DC 的车辆插座时，车辆供电回路车载部分的总 Y 电容值不应超过公式（1）的限值。

$$C_y = \frac{1.6mV}{U} F \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C_y$ ——总Y电容值，单位为法（F）；

$U$ ——车辆插座的最大工作电压，单位为伏（V）。

注1：公式假设绝缘监测装置（IMD）的测量电流为1 mA，每路端子进行单个测量的时间上限为8 s。支撑车辆在30 s 总时间内完成测量循环，不考虑外部电源增加的Y电容。

注2：该要求用于确保绝缘监测装置（IMD）的正常工作。

注3：触电防护的要求见第5章。

8.8.3 应选择适当的设计值来平衡每路端子的 Y 电容。

8.8.4 Y 电容的测量方法参见附录 A。

## 9 功能安全要求

### 9.1 车辆操作

- 9.1.1 车辆与外部电源连接时，车辆应不能通过其自身的驱动系统移动。
- 9.1.2 车辆与外部电源连接断开后，车辆不应直接进入驱动模式。
- 9.1.3 应进行符合性检查。

### 9.2 充电操作

#### 9.2.1 交流充电

- 9.2.1.1 车辆交流传导充电应符合 GB/T 34657.2—2017 中 6.3.4 的要求。
- 9.2.1.2 外部电源的供电电压不小于过压保护值或不大于欠压保护值时，车辆应停止充电。保护值由车辆制造厂规定。
- 9.2.1.3 三相交流外部电源的输入端出现任意相电压缺相时，具备三相充电功能的车辆可降额工作或停止充电。

#### 9.2.2 直流充电

- 9.2.2.1 车辆直流传导充电应符合 GB/T 34657.2—2017 中 6.2.4 的要求。
- 9.2.2.2 当非车载充电机输出的充电电压大于车辆需求电压的 1.2 倍、车辆最高允许充电总电压（依据车辆发送 BHM 报文内容）的 1.05 倍或车辆制造厂规定的过压保护电压时，车辆应发出停止充电的响应。
- 9.2.2.3 非车载充电机输出的充电电压低于车辆需求电压时，车辆应发出不启动充电或停止充电的响应。
- 9.2.2.4 当非车载充电机输出的充电电流大于车辆需求电流的 1.2 倍或车辆制造厂规定过流保护电流时，车辆应发出停止充电的响应。
- 9.2.2.5 充电过程中，车辆应保证车辆供电回路车载部分的电压与电流采样精度。充电电压误差应不大于 $\pm 2\%$ 。充电电流不大于 50 A 时，充电电流误差应不大于 $\pm 1$  A。充电电流大于 50 A 时，充电电流误差应不大于 $\pm 2\%$ 。
- 9.2.2.6 车辆应能监测车辆供电回路车载部分断路装置的状态，当断路装置存在故障时，车辆应发出不启动充电的响应。

### 9.3 电磁抗扰度

车辆应进行 GB/T《电动汽车传导充电电磁兼容性要求和试验方法》的 4.6、4.7 和 4.8 抗扰性试验，试验中，车辆应符合 9.1 和 9.2 的要求，且不应出现非预期的不安全事件。

## 10 环境条件要求

### 10.1 总则

- 10.1.1 在车辆制造厂规定的环境条件范围内，电动汽车均应满足本文件的要求。
- 10.1.2 可充电储能系统在所有可能的荷电状态下，电动汽车均应满足本文件的要求。

### 10.2 防护等级

- 10.2.1 车辆插座在非连接状态时应有配属的防护装置，防护装置工作时，车辆插座的防护等级应符合

GB/T 30038 规定的 IP54。

10.2.2 车辆插座在连接状态时，车辆接口的防护等级应符合 GB/T 30038 规定的 IP55。

10.2.3 车辆具有两个或多个车辆插座时，所有车辆插座应分别符合 10.2.1 和 10.2.2 的要求。

10.2.4 车辆按 GB 18384 进行模拟清洗和模拟涉水试验后，车辆插座的端子内不应存留积水，绝缘电阻应符合 5.4 的要求。

### 10.3 表面温度

10.3.1 充电连接后，充电连接装置可触及的外壳表面温度应符合 GB/T 20234.1 的要求。

10.3.2 充电连接后以及充电结束后的非连接状态，车辆可触及的车身表面温度应符合车辆制造厂的要求。

### 10.4 电磁骚扰

车辆对环境的电磁骚扰要求按 GB/T 《电动汽车传导充电电磁兼容性要求和试验方法》的 4.2~4.5。

## 11 用户手册和标记

### 11.1 用户手册

用户手册中应注明与车辆充电安全相关的内容，至少包括以下方面：

- a) 车辆与外部电源的正常操作和使用说明；
- b) 正确安装固定式供电设备所需要的信息；
- c) 可由用户实施的、非正常情况下的操作与处置方案。

### 11.2 标记

11.2.1 车辆供电回路车载部分的高压标记应符合 GB 18384 的要求。

11.2.2 供电插头（连接方式 A）、车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）应具有符合 GB 18384 的高压标记，且应满足以下要求：

- a) 充电接口连接前的用户操作期间的某个阶段，高压标记应清晰可见；
- b) 充电过程中，高压标记不应被遮挡。

## 12 试验方法

### 12.1 通则

12.1.1 所有试验为型式试验。

12.1.2 室温的温度为  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

12.1.3 若无特别规定，试验对象应为车辆供电回路。

12.1.4 试验对象应在正常工作条件下运行，除非在具体测试方法中另有规定。

12.1.5 试验条件应满足以下要求，除非在具体测试方法中另有规定：

- a) 环境温度为  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 大气压力为  $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ ；
- c) 相对湿度为  $25\% \sim 75\%$ 。

12.1.6 所有测量仪表、设备应具有足够的精度，其精度应高于被测指标精度至少一个数量级或误差小于被测参数允许误差的三分之一。

## 12.2 保护导体电阻测试

12.2.1 应在整车级别或车辆供电回路所有相关部分的部件级别进行测试。

12.2.2 保护导体连接路径电阻的测试电流应不小于 200 mA，测试电压应小于 60 V(DC)。测试电流应流经供电插头（连接方式 A）或车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的保护导体端子、连接的车辆供电回路导电部分和电平台之间至少 5 s。测试的电流路径应与其他非预期的可能路径保持隔离。

## 12.3 绝缘电阻测试

### 12.3.1 预处理和准备

12.3.1.1 测试前，受试设备应在温度为  $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的条件下预处理至少 8 h，而后进行温度为  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度为  $90\%_{\pm 10}$  和大气压力为 86 kPa~106 kPa 条件下的 8 h 准备阶段。

12.3.1.2 如果其他的环境参数可以在测量阶段很快达到露点，则可以采用其他环境参数。

12.3.1.3 绝缘电阻的测量应在出现露点的阶段，以适当的频次进行测量，以便得到绝缘电阻的最小值。

### 12.3.2 绝缘电阻测量

可使用下列方法之一测量车辆供电回路车载部分的绝缘电阻：

- a) GB 18384 规定的测量方法。测量位置为供电插头（连接方式 A）或车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）的端子处；
- b) 可使用车辆的绝缘监测系统，绝缘电阻数据精度应足够高。

## 12.4 耐电压测试

### 12.4.1 通则

12.4.1.1 在车辆供电回路车载部分的供电插头（连接方式 A）或车辆插座（连接方式 B 和连接方式 C）端子处进行测试。

12.4.1.2 若车辆供电回路车载部分包含接触器或断路装置，则应处于闭合状态。测试对象不含可充电储能系统。

12.4.1.3 可按车辆制造厂的要求在部件级别进行耐电压测试。

12.4.1.4 试验前应断开可能影响试验结果的浪涌保护设备 (SPDs)。冲击试验应包括射频干扰滤波器，但在交流试验中若射频干扰滤波器无法承受试验电压，则可以断开它们。

### 12.4.2 预处理和准备

应满足以下要求，除非车辆制造厂依据测试场地环境选择其他条件：

- a) 预处理：在选择温度偏差为  $-0$  至  $+4\text{ K}$  的条件下准备，并保持一定时间直至温度稳定；
- a) 准备：在偏差为  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间、湿度为  $93\% \pm 3\%$  和大气压力为 86 kPa~106 kPa 的条件下放置 48 h。

### 12.4.3 测试步骤

12.4.3.1 测试应包括遮拦和外壳。

12.4.3.2 车辆供电回路车载部分的 B 级电压电路应进行如下设置：

- a) B 级电压电路的所有带电部分应相互连接；
- b) A 级电压电路的所有带电部分、当前受试设备之外的 B 级电压电路的所有带电部分和电平台应相互连接；
- c) 对具有导电外壳的部件，所有部件的外露可导电部分应与电平台连接；

d) 对具有非导电外壳的部件，外壳上包裹的测试电极应与电平台连接。

12.4.3.3 准备完成后，在相互连接的受试设备 B 级电压电路带电部分与电平台之间施加 12.4.4 规定的测试电压。

## 12.4.4 测试电压

### 12.4.4.1 交流连接

12.4.4.1.1 应施加频率为 50 Hz 或 60 Hz 的交流测试电压，电压有效值应在 5 s 内从 0 V 均匀上升至下列要求，并保持至少 60 s：

- a)  $(U_n + 1200)$  V，如采用基本绝缘；
- b)  $2 \times (U_n + 1200)$  V，如采用双重绝缘或加强绝缘。

其中， $U_n$  为中性点接地供电系统的相电压公称值。

注：交流测试电压参考了 GB/T 16935.1 和 GB/T 16895.10。

12.4.4.1.2 可使用等效直流电压代替交流峰值测试电压。等效直流测试电压值为交流电压有效值的 1.41 倍。

12.4.4.1.3 考虑到车辆制造厂规定的具体测试条件，详细测试要求可参考 GB/T 16935.1。

### 12.4.4.2 直流连接

12.4.4.2.1 测试电压应依据部件所连接的相关电路的过电压。若可能，应包括可预期的瞬时过电压，以及其他与电网连接所产生的影响。车辆制造厂应考虑 GB/T 16935 相关部分的要求，规定测试电压和其持续时间。

12.4.4.2.2 应施加频率为 50 Hz 或 60 Hz 的交流测试电压，电压值应在 5 s 内从 0 V 均匀地上升至规定值，并保持至少 60 s。

12.4.4.2.3 可使用等效直流电压代替交流峰值测试电压。等效直流测试电压值为交流电压有效值的 1.41 倍。

## 12.5 浪涌电流测试

### 12.5.1 通则

应施加以下测试条件，检查浪涌电流的符合性：

- a) 供电电压为受试设备的额定电压；
- b) 外部电源的供电系统阻抗（回路阻抗）不大于 150 m $\Omega$ ；
- c) 供电系统阻抗应为相关带电导体之间的回路阻抗。应根据 GB/T 16895.23 在受试设备与外部电源的连接点进行测试。
- d) 外部电源应符合下列之一的要求：
  - 固定安装、测试用开关设备和测试电缆（如连接方式 B 或连接方式 C 的电缆组件）；
  - 固定安装和包含测试电缆（如连接方式 B 或连接方式 C 的电缆组件）的电动汽车供电设备；
  - 专用测试装置（如短路测试装置、变压器）、测试用开关设备和测试电缆（如连接方式 B 或连接方式 C 的电缆组件）。该装置应具有足够预期的短路电流容量，不会影响 150 m $\Omega$ （如 1.5 kA 的电流容量）回路阻抗的超时浪涌电流值。应在开关设备闭合后通过测量受试设备的电压降检查符合性。
- e) 若测量的供电系统阻抗小于 150 m $\Omega$ ，可选用其他测试电缆（如连接方式 B 或连接方式 C 的电缆组件）调节回路阻抗至 150 m $\Omega$ 。

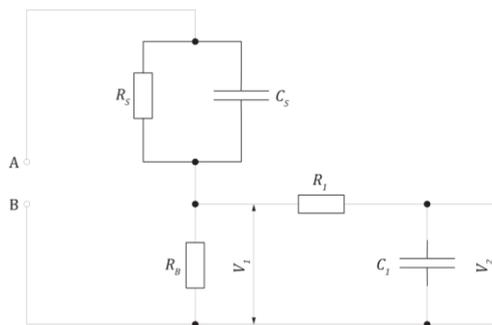
### 12.5.2 测量

- 12.5.2.1 应在整车级别或车辆供电回路所有相关部分的部件级别进行测试。试验对象应在正常工作条件下运行。
- 12.5.2.2 应测量外部电源的电压。对受试设备施加  $90^\circ \pm 5^\circ$  相位角的峰值电压。该条件可通过如触发电动汽车供电设备的开关来实现。
- 12.5.2.3 应连续测量测试期间的电流。
- 12.5.2.4 应测量电源的电压峰值。
- 12.5.2.5 若电源无法提供受试设备的额定电压，则测量可在额定电压范围内的任意电压下进行，结果根据相应的计算得出。
- 12.5.2.6 若重复测量，连续测量之间应留出足够时间，以确保受试设备的电容放电。
- 12.5.2.7 测量仪器应具有适当的精度。
- 12.5.2.8 电源系统阻抗不大于  $150 \text{ m}\Omega$  时，应满足事件 1 和事件 2 的浪涌电流限值要求。

## 12.6 接触电流测试

### 12.6.1 通则

- 12.6.1.1 应在整车级别或车辆供电回路所有相关部分的部件级别进行测试。
- 12.6.1.2 交流连接测试时，应在受试设备连接至交流外部电源后进行接触电流测量。直流连接测试时，应在受试设备连接至直流外部电源后进行接触电流测量。
- 12.6.1.3 进行测试的电缆组件和非车载充电机应符合 GB/T 18487.1—2015。
- 12.6.1.4 应使用图 3（或参见 GB/T 12113）所示的测量网络测量接触电流。



说明：

- A、B——测量网络的端子；
- $R_s$ —— $1.5 \text{ k}\Omega$ ，精度为  $\pm 5\%$ ；
- $R_b$ —— $500 \Omega$ ，精度为  $\pm 5\%$ ；
- $R_1$ —— $10 \text{ k}\Omega$ ，精度为  $\pm 5\%$ ；
- $C_s$ —— $0.22 \mu\text{F}$ ，精度为  $\pm 10\%$ ；
- $C_1$ —— $0.022 \mu\text{F}$ ，精度为  $\pm 10\%$ 。

图3 测量网络

- 12.6.1.5 根据公式（2）计算接触电流：

$$I_{rms} = \frac{V_{2rms}}{500\Omega} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$I_{rms}$ ——接触电流值，单位为安（A）；

$V_{2\text{rms}}$ ——测得电压  $V_2$  的均方根值，单位为伏 (V)，见图3。测量电压时，应使用GB/T 12113规定的仪器。

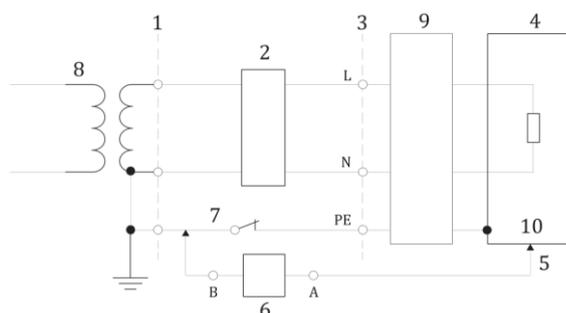
12.6.1.6 若测试的所有接触电流均未超出规定限值，则测试通过。也满足要求，若因保护导体断开充电停止而无法测量接触电流，则视为符合要求。

12.6.1.7 每个测试项目结束后，可重新进入正常工作状态，不应出现故障或损坏。

12.6.1.8 对于通过连接固定阻抗或参考接地而进行监测的电路，由于电路不能连续工作，且车辆供电回路正常工作期间不在保护导体上产生电流，因此，宜在测试前断开该电路的连接。

## 12.6.2 交流充电

12.6.2.1 若受试设备用于连接单相电网，则应连接中性点接地供电系统的相线与中线，见图4。

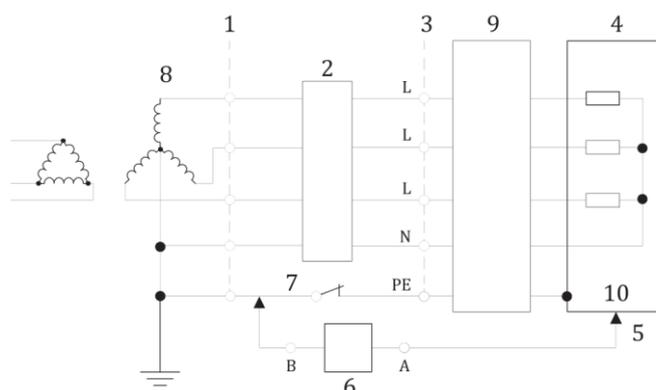


说明：

- 1——连接至外部电源；
- 2——极性转换开关；
- 3——连接受试设备；
- 4——受试设备的外壳；
- 5——测试电极；
- 6——测量网络；
- 7——保护导体；
- 8——外部电源；
- 9——电动汽车供电设备；
- 10——受试设备；
- L——相线端口；
- N——中线端口；
- PE——保护导体端口；
- A、B——测量网络端口。

图4 单相 TN 系统交流充电接触电流测试示意图

12.6.2.2 若受试设备用于连接三相电网，则应连接三相星形供电系统连接，以及接地的中线，见图5。



说明：

- 1——连接至外部电源；
- 2——相线或中线故障开关；
- 3——连接受试设备；
- 4——受试设备的外壳；
- 5——测试电极；
- 6——测量网络；
- 7——保护导体；
- 8——外部电源；
- 9——电动汽车供电设备（不包括充电模式2、连接方式A）；
- 10——受试设备；
- L——相线端口；
- N——中线端口；
- PE——保护导体端口；
- A、B——测量网络端口。

图5 三相 TN 系统交流充电接触电流测试示意图

12.6.2.3 可使用隔离测试变压器。为增加安全性，应使用隔离测试变压器，且受试设备的电源保护接地端子接地。应注意变压器的任何容性漏电流。也可选择测试变压器的次级和受试设备浮地（不接地），在这种情况下，不需考虑测试变压器的容性漏电流。

12.6.2.4 若不使用测试变压器，考虑到电平台和受试设备的外露可导电部分可能存在危险电压，受试设备应安装在绝缘支撑上，并采用适当的安全预防措施。

12.6.2.5 车辆供电回路应以最大额定功率、最大额定频率和最大额定电压的 110% 运行，同时，断开保护导体（打开保护导体开关，见图 4）的连接。若外部电源在极端条件下无法用于测试，则测量可在额定电压范围内的任意电压下进行，结果根据相应的计算得出。

12.6.2.6 测量网络的 B 端口应与测量布置中的保护导体连接。测量网络的 A 端口应与测试电极连接，以及与用于连接测量网络与受试设备外壳的测试电极连接，见图 4。应在受试设备的所有表面进行测量。受试设备外壳的非导电部分应覆盖金属箔，并与受试设备的保护导体端口和测量网络的 A 端口相连接。

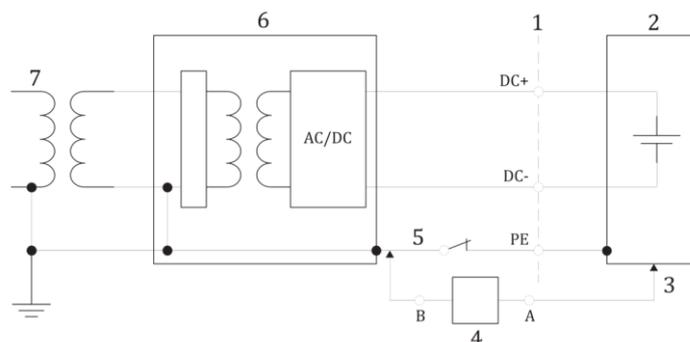
12.6.2.7 应转换载流导体的极性进行重新测量（见图 4 的极性转换开关或图 5 的相线或中线故障开关）。

### 12.6.3 直流充电

12.6.3.1 车辆供电回路应以最大额定功率运行。应开启车辆供电回路上连接的所有交流负载。测试时应断开保护导体。可从车辆上断开或打开保护导体线路上的开关（见图6）。

12.6.3.2 测量网络的B端口应与外部电源的保护导体连接。测量网络的A端口应与测试电极连接，以及与用于连接测量网络与整车级别测试的车辆电平台或部件级别测试的受试设备外壳的测试电极连接。若在部件级别测试，应在受试设备的所有表面进行测量。受试设备外壳的非导电部分应覆盖金属箔，并与受试设备的保护导体端口和测量网络的A端口相连接。

12.6.3.3 为消除非车载充电机和车辆控制电路上从接触电流测量设备流经保护导体的电流，在断开保护导体中断充电后，应断开所有低压电源及信号电路（包括连接确认、通信和辅助电源）。



说明：

- 1——连接车辆或受试设备；
- 2——车辆电平台或受试设备外壳；
- 3——测试电极；
- 4——测量网络；
- 5——保护导体；
- 6——外部电源；
- 7——外部电源；
- 8——车辆或受试设备；
- PE——保护导体端口；
- DC+——正极端口；
- DC-——负极端口；
- A、B——测量网络端口。

图6 直流充电接触电流测试示意图

## 12.7 直流最大电流充电测试

12.7.1 应按车辆制造厂的规定进行车辆直流最大电流充电测试，并连续测量充电接口端子的温度，若可能，测量车辆供电回路车载部分以及可充电储能系统内温度监测点的温度值。

12.7.2 用于测试的非车载充电机输出电压、充电功率应大于被测车辆的实际充电需求。充电电缆组件可采用适当的温度监测和控制措施。

12.7.3 应按车辆制造厂的规定将车辆的可充电储能系统完全放电，再进行充电测试，直至可充电储能系统的最大电能容量。

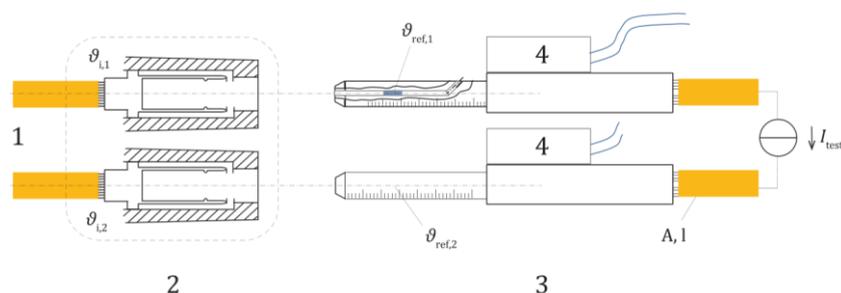
12.7.4 测试环境温度为车辆制造厂规定的充电最大环境温度 $+0/-5$  K。测试前，车辆应在环境温度下准备至少2 h。

## 12.8 直流功率端子过温测试

12.8.1 应使用车辆进行测试。

12.8.2 测试用于验证直流功率端子超过 8.6 规定的温度限值时，车辆停止直流充电的能力。

12.8.3 应使用图 7 规定的量规进行测试。量规配备了表面镀银的直流功率端子插销，安装在 GB/T 20234.3 规定的车辆插上。



说明：

- 1——电缆；
- 2——车辆插座；
- 3——量规；
- 4——加热单元。

图7 测试量规

12.8.4 按车辆制造厂的规定对可充电储能系统进行完全放电。

12.8.5 在室温下进行测试。应避免空气强制对流。车辆应在室温下准备至少 2 h。

12.8.6 车辆以 40 A 的电流进行直流充电。若车辆最大充电电流小于 40 A，则应在车辆制造厂规定的最大充电电流下进行测试。

12.8.7 按下列程序进行测试：

- 程序 a：启动图 7 所示的加热单元，至基准温度传感器指示为 70 °C。调整注入的热量，使温度稳定在 70 °C ± 2 °C 保持 2 min。然后，继续注入热量，达到基准温度传感器指示的 (2 ± 0.5) K/min 的温升速率。
- 程序 b：启动图 7 所示的加热单元，至基准温度传感器指示为 70 °C。调整注入的热量，使温度稳定在 70 °C ± 2 °C 保持 2 min。然后，继续注入热量，达到基准温度传感器指示的 (5 ± 0.5) K/min 的温升速率。

12.8.8 所有直流功率端子应分别进行程序 a 和程序 b 的过温测试。

12.8.9 依据程序 a 和程序 b 测试基准温度传感器的指示，若车辆在直流功率端子超过 8.6 规定的温度限值之前或达到温度限值时停止充电，则视为测试通过。

12.8.10 停止充电包括如关断、请求 0 A 电流、打开接触器或触发热切断器等方式。可通过测试充电电流进行功能验证。

## 附录 A

### (资料性)

### Y 电容测量

#### A.1 通则

A.1.1 以下描述了在供电插头（连接方式A）、车辆插座（连接方式B和连接方式C）处测量车辆供电回路车载部分Y电容值的试验方法。

A.1.2 该试验方法可用于测定车辆供电回路车载部分的总Y电容值，也用于车辆供电回路车载部分的部件（子系统或零件）。

A.1.3 若车辆供电回路车载部分的总Y电容值测量结果不受影响，则可在车辆供电回路车载部分的部件（子系统或零件）或子部分上单独进行测量。车辆供电回路车载部分的总Y电容值可通过单独测量的Y电容值汇总计算得出。

A.1.4 受试设备绝缘电阻按GB 18384规定的方法预先测定。

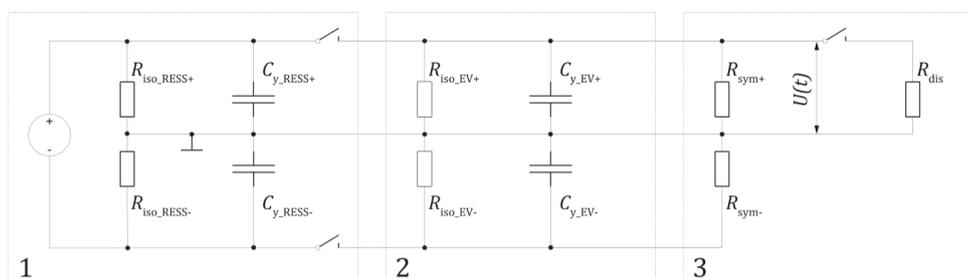
A.1.5 若测量车辆供电回路车载部分的部件（子系统或零件）或子部分的Y电容值，则使用车辆供电回路车载部分的部件或子部分的绝缘电阻值。

A.1.6 受试设备应在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境中储存24 h。

A.1.7 若受试设备包含动力蓄电池，其应按GB/T 31484—2015的6.4进行一次标准循环。

#### A.2 试验设置

A.2.1 带可充电储能系统和外部电路的车辆供电回路简化模型示例，见图1。



说明：

$R_{\text{iso\_RESS}+}$ ,  $R_{\text{iso\_RESS}-}$ ——可充电储能系统的绝缘电阻， $\Omega$ ；

$C_{\text{y\_RESS}+}$ ,  $C_{\text{y\_RESS}-}$ ——可充电储能系统的Y电容，F；

$R_{\text{iso\_EV}+}$ ,  $R_{\text{iso\_EV}-}$ ——包括可充电储能系统的车辆供电回路总绝缘电阻， $\Omega$ ；

$C_{\text{y\_EV}+}$ ,  $C_{\text{y\_EV}-}$ ——车辆供电回路总Y电容，F；

$R_{\text{sym}+}$ ,  $R_{\text{sym}-}$ ——平衡电阻， $\Omega$ ；

$R_{\text{dis}}$ ——放电电阻， $\Omega$ ；

1——简化的可充电储能系统；

2——可选，简化的车辆供电回路；

3——测量电路；

$U(t)$ —— $R_{\text{sym}}$ 的测量电压。

图A.1 试验设置的车辆供电回路简化模型示意图

A. 2.2 试验设置用平衡电阻 $R_{sym+} = R_{sym-}$ 平衡受试设备。平衡电阻由车辆制造厂选择，并满足公式 (A. 1) 和公式 (A. 2) 的要求：

$$R_{iso\_total+} > 500 \Omega / V \dots\dots\dots (A. 1)$$

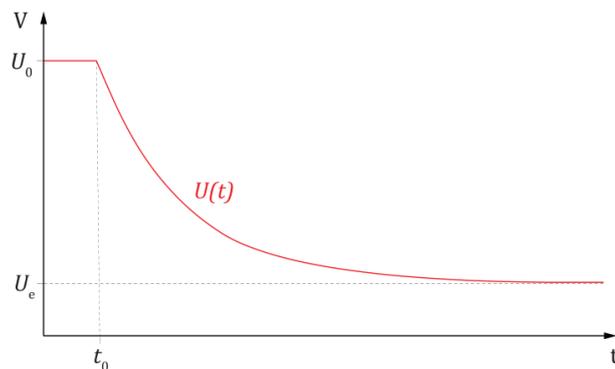
$$\frac{1}{R_{iso\_total+}} = \frac{1}{R_{iso\_RESS+}} + \frac{1}{R_{iso\_EV+}} + \frac{1}{R_{sym+}} \approx \frac{1}{R_{sym+}} \approx \frac{1}{R_{iso\_total-}} \dots\dots\dots (A. 2)$$

注：放电电阻 $R_{dis}$ 由制造厂选择，考虑到测量的总绝缘电阻和测量设备的特性，保证测试精度。100 kΩ的放电电阻 $R_{dis}$ 使得放电在几秒内完成。

A. 2.3 测量设备应具备足够的内阻（不小于10 MΩ）和测量精度。

A. 3 试验程序

A. 3.1 应记录图A. 1的 $U(t)$ 。在 $t_0$ 时刻关闭测量电路的开关后，会出现电荷均衡。电压时间曲线见图A. 2的示意图。



说明：

$U_0$ ——关闭开关前的初始电压；

$t_0$ ——关闭开关时刻的时间；

$U_e$ ——电荷均衡后的结果电压；

$U(t)$ ——记录的 $R_{sym+}$ 电压。

图A. 2 关闭开关后的电压曲线

A. 3.2 测量时间应足够长以确保平衡电压 $U_e$ 的读数稳定。

A. 3.3 使用公式 (A. 3) 和公式 (A. 4) 计算总Y电容值 ( $C_{y\_total}$ )。

$$C_{y\_total} = \frac{2 \cdot E}{(U_0 - U_e)^2} \dots\dots\dots (A. 3)$$

$$E = \int_{t_0}^{\infty} \frac{[U(t) - U_e]^2}{R} dt \cong \sum_{t_0}^{t_e} \frac{[U(t) - U_e]^2}{R} \cdot \Delta t \dots\dots\dots (A. 4)$$

A. 3.4 也可使用公式 (A. 5) 代替公式 (A. 3) 和公式 (A. 4)，计算总Y电容值 ( $C_{y\_total}$ )。

$$U(t) = (U_0 - U_e) \cdot e^{-\frac{t_0 - t}{\tau}} + U_e \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

$\tau$ 表示 $C_{y\_total}$ 、 $R_{iso\_total+}$ 和 $R_{dis}$ 所构成的时间常数。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.70—2008 电工术语 电器附件
  - [2] GB/T 2900.74—2008 电工术语 电路理论
  - [3] GB/T 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
  - [4] GB/T 12113 接触电流和保护导体电流的测量方法
  - [5] GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
  - [6] GB/T 13870.1 电流对人和家畜的效应 第1部分：通用部分
  - [7] GB/T 15166.1—2019 高压交流熔断器 第1部分：术语
  - [8] GB/T 16895.6 低压电气装置 第5-52部分：电气设备的选择和安装 布线系统
  - [9] GB/T 16895.21 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护
  - [10] GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分
  - [11] GB/T 31484—2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法
  - [12] NB/T 33001—2018 电动汽车非车载传导式充电机技术条件
  - [13] IEC 62893-3, Charging cables for electric vehicles for rated voltages up to and including 0,6/1 kV - Part 3: Cables for AC charging according to modes 1, 2 and 3 of IEC 61851-1 of rated voltages up to and including 450/750 V
-