

ICS 点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX

电动汽车安全要求

Electrically propelled road vehicles-Safety specifications

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2017 年 12 月)

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

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 电压等级	3
5 安全要求	3
5.1 人员触电防护要求	3
5.2 功能安全防护	6
6 试验方法	7
6.1 直接接触防护测试	7
6.2 绝缘电阻测试	7
6.3 绝缘监测功能验证测试	9
6.4 电位均衡测试	10
6.5 电容耦合测试	10
6.6 整车防水测试	11
6.7 功能安全防护测试	11
附录 A（规范性附录） 检测机构确认车辆遇水后绝缘电阻符合要求的文档验证方法	12
附录 B（资料性附录） 驱动系统电源接通和断开程序示例	14

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。

本标准负责起草单位：

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：

电动汽车安全要求

1 范围

本标准针对电动汽车所特有的危险规定了操作安全和故障防护的要求,并规定了电动汽车电力驱动系统和与其传导连接的辅助系统(如果有)防止车内和车外人员触电的要求。

本标准适用于车载驱动系统的最大工作电压是B级电压的电动汽车。

本标准不适用于非道路车辆,例如物料搬运车和叉车。

本标准不适用于行驶过程中持续与电网连接的道路车辆。

本标准不适用于指导电动汽车的装配、维护和修理。

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)适用于本文件。

GB/T 4208 外壳防护等级(IP)代码

GB/T 19596-2017 电动汽车术语

3 术语和定义

GB/T 19596-2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可充电储能系统 rechargeable energy storage system, REESS

可充电的且可以提供电能能量存储系统,如蓄电池、电容等。

3.2

A级电压电路 voltage class A electric circuits

最大工作电压小于或等于30 Va. c. (rms), 或小于或等于60 Vd. c. 的电力组件或电路。

3.3

B级电压电路 voltage class B electric circuits

最大工作电压大于30 Va. c. (rms) 且小于或等于1000 Va. c. (rms), 或大于60 Vd. c. 且小于或等于1500 Vd. c. 的电力组件或电路。

3.4

直接接触 direct contact

人或动物与带电部分的接触。

3.5

间接接触 indirect contact

人或动物在与基本绝缘失效情况下变为带电的外露可导电部分的接触。

3.6

外壳 enclosure

用来防止设备受到某种外部影响或任何方向直接接触的部件。

3.7

遮栏 barrier

能够在任何通常的进入方向上防止直接接触的部件。

3.8

电位均衡 potential equalization

电气设备的外露可导电部分之间电位差最小化。

3.9

可导电零部件 conductive part

外露面是可导电的零部件,通常情况下是不带电的,但当绝缘电阻下降或者失效的情况下,将有可能带电。

3.10

基本绝缘 basic insulation

带电部分上对触电(在没有故障的状态下)起基本防护作用的绝缘。

注:基本绝缘不必包括功能性绝缘。

3.11

电平台 electric chassis

将可导电零部件电气连接在同一个可导电体上,并且将该导电体的电势作为参考电势。

3.12

维修断开装置 service disconnect

用来断开电路的装置,在检查或者维修电池包、燃料电池堆时使用。

3.13

传导连接到电网 conductive connected to the grid

采用导体与电网直接接触相连接,进行车辆与电网之间的能量传递。

3.14

非传导连接到电网 non-conductive connected to the grid

采用隔离变压器与电网进行耦合连接,实现车辆与电网之间的能量传递。

4 电压等级

根据最大工作电压，将电气元件或电路分为以下等级，见表1。

表1 电压等级

单位为伏

电压等级	最大工作电压 U	
	直流	交流 (rms)
A	$0 < U \leq 60$	$0 < U \leq 30$
B	$60 < U \leq 1500$	$30 < U \leq 1000$

对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台相连，且其它任一带电部分与这一极的最大电压值 ≤ 30 Va. c. (rms) 且 ≤ 60 Vd. c.，则该传导连接电路不完全属于B级电压电路，只有以B级电压运行的部分才被认定为B级电压电路。

5 安全要求

5.1 人员触电防护要求

人员触电防护要求包括如下三个部分：

- 高压标记要求；
- 直接接触防护要求；
- 间接接触防护要求。

5.1.1 高压标记要求

5.1.1.1 高压警告标记要求

B级电压的电能存储系统，如REESS和燃料电池堆，应标记图1所示符号。对于相互传导连接的电路，当电路中直流带电部件的一极与电平台连接，且满足其它任一带电部分与这一极的最大电压值 ≤ 30 Va. c. (rms) 且 ≤ 60 Vd. c. 的情况，则REESS不需标记图1所示符号；否则，REESS无论是否存在B级电压，都应标记图1所示符号。符号的底色为黄色，边框和箭头为黑色。



图1 高压警告标记

当移开遮栏或外壳可以露出B级电压带电部分时，遮栏和外壳上也应有同样的符号清晰可见。当评估是否需要此符号时，应当考虑遮栏或外壳可进入和可移开的情况。

5.1.1.2 B级电压电线标记要求

B级电压电路中电缆和线束的外皮应用橙色加以区别，外壳里面或遮栏后面的除外。

5.1.2 直接接触防护要求

5.1.2.1 遮栏或外壳要求

如果通过遮栏或外壳提供触电防护，则带电部分应当布置在外壳里或遮栏后，防止从任何方向上接近带电部分。

遮栏或外壳需要满足如下要求：

- a) 乘客舱内、货舱内满足 IPXXD 防护等级要求；
- b) 乘客舱外、货舱外满足 IPXXB 防护等级要求；
- c) 通常，遮栏和外壳只能通过工具才能打开或者去掉；
- d) 若遮栏和外壳在不使用工具的情况下可以打开或者去掉，则要有某种方法使其中的 B 级电压带电部分在遮栏和外壳打开后 1 s 内至少满足如下两种要求之一：
 - 交流电路电压应降到不超过 30 Va. c. (rms), 直流电路电压应降到不超过 60 Vd. c.，或；
 - B 级电路存储总能量小于 0.2 J。

5.1.2.2 连接器要求

高压连接器在不使用工具的情况下，无法打开，但以下三种情况除外：

- 高压连接器分开后，应满足 IPXXB 的防护等级要求；或
- 高压连接器至少需要两个不同的动作才能将其从相互的对接端分离。且高压连接器与其它某个机构有机械锁止关系，在高压连接器打开前，该锁止机构必须要使用工具才能打开；或
- 在高压连接器分开之后，连接器中带电部分的电压能在 1s 内降低到不超过 30 Va. c. (rms) 或 60 Vd. c.。

5.1.2.3 高压维修断开装置要求

对于装有高压维修断开装置的车辆，若高压维修断开装置可以在不使用工具的情况下打开或者拔出，那么在其打开或者拔出后，其中的高压带电部分要满足 GB/T 4208 中规定的 IPXXB 的防护等级要求，或在分离后 1s 内降低到不超过 30 Va. c. (rms) 或 60 Vd. c.。

5.1.2.4 充电插座要求

车辆充电插座在断开时应至少满足下述一种要求：

- 在断开后 1s 内，充电插座高压带电部分电压降低到不超过 30 Va. c. (rms) 或 60 Vd. c. 或电路存储的总能量小于 0.2 J；
- 或满足 GB/T 4208 中规定的 IPXXB 的要求并在 1 min 的时间内，充电插座高压带电部分电压降低到不超过 30 Va. c. (rms) 或 60 Vd. c. 或电路存储的总能量小于 0.2 J。

5.1.3 间接接触防护要求

5.1.3.1 绝缘电阻要求

在最大工作电压下，直流电路绝缘电阻的最小值应大于 100 Ω /V，交流电路应大于 500 Ω /V。

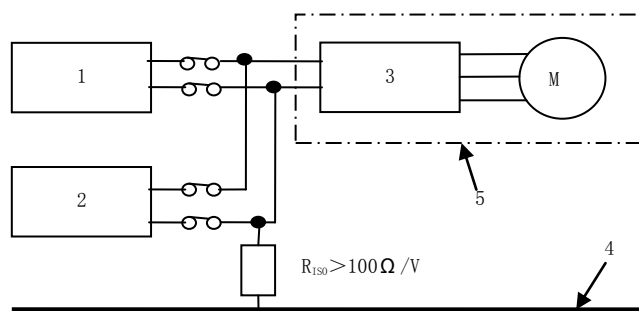
如果直流和交流的 B 级电压电路可导电的连接在了一起，则应满足绝缘电阻大于 500 Ω /V 的要求。对于燃料电池电动汽车，如图 2 中所示若交流电路增加有附加防护，则组合电路至少满足 100 Ω /V 的要求。

附加防护方法:

- 用双重绝缘或加强绝缘替代基本绝缘;
- 附加一层或多层绝缘体、遮拦和/或外壳;

对于相互传导连接的电路,当电路中直流带电部件的一极与电平台连接,且其它任一带电部分与这一极的最大电压值 ≤ 30 Va. c. (rms)且 ≤ 60 Vd. c.,则绝缘电阻的要求对该电路(包括直流部分和交流部分)不适用。

充电插座的绝缘电阻要求见5.1.3.5.1章节。



说明:

- 1——燃料电池系统;
- 2——动力电池;
- 3——逆变器;
- 4——电平台;
- 5——交流电路。

图2 燃料电池汽车绝缘电阻要求

5.1.3.2 绝缘电阻监测要求

车辆应有绝缘电阻监测功能并通过6.3的绝缘监测功能验证测试。在车辆未与外部电源传导连接时,该装置能够持续或者间歇地检测车辆的绝缘电阻值,当该绝缘电阻值小于厂家规定的阈值时,应通过一个明显的信号(例如:声或光信号)装置提醒驾驶员,并且厂家规定的阈值不应低于5.1.3.1的要求。

5.1.3.3 电位均衡要求

所有外露的导体,例如可导电外壳和遮拦,应传导连接到电平台。且满足如下两点要求:

所有外露导体与电平台间的连接阻抗应不超过 0.1Ω 。

电位均衡通路中,任意两个可以被同时触碰到的外露可导电部分,即距离不超过 2.5 m的两个可导电部分间电阻应不超过 0.2Ω 。

若采用焊接的连接方式,则视作满足上述要求。

5.1.3.4 直流电容耦合要求

直流电容耦合应满足下述选项之一:

- 任何带电的B级电压带电部件和电平台之间的总电容在其最大工作电压时所存储的能量应不大于 0.2 J。总电容的计算应依据相关部分和部件的设计值;
- 直流B级电压电路采用机械或其他电气方法防止人员接触。

5.1.3.5 充电插座要求

5.1.3.5.1 传导连接到电网的车辆充电插座

传导连接到电网的车辆充电插座，应有一个端子将电平台与电网的接地部分连接。

车辆充电插座的绝缘电阻，包括充电时传导连接到电网的电路，当充电接口断开时，至少要求达到 $1M\Omega$ 。

5.1.3.5.2 非传导连接到电网的车辆充电插座

车辆充电插座的绝缘电阻，包括充电时传导连接到车辆充电插座的电路，当充电接口断开时，应满足5.1.3.1的要求。

应有端子将车辆电平台和外接电源的保护接地（PE）相连接。

5.1.4 防水要求

车辆应具备一定防水性能。车辆在遇水后应仍能满足5.1.3.1中的绝缘电阻要求。

车辆制造厂应至少满足以下二个要求中的任意一个：

- a) 车辆制造厂向检测机构提供附录A要求的证明材料，如果所提供的证明材料不满足要求，那么该制造厂应按照附录A中A.2章节要求进行试验。
- b) 按照6.6的试验方法对车辆进行模拟清洗和模拟涉水试验，每次试验后，在车辆仍是潮湿的情况下，应按照6.2中的试验方法进行绝缘电阻测量，绝缘电阻应满足5.1.3.1的要求。另外，在车辆放置24 h后，再按照6.2中的试验方法进行绝缘电阻测量，绝缘电阻应满足5.1.3.1的要求。

5.2 功能安全防护

5.2.1 驱动系统电源接通和断开程序

车辆从驱动系统电源切断状态到“可行驶模式”应至少经过两次有意识的不同动作，包括但不限于附录B.1的示例。

从“可行驶模式”到驱动系统电源切断状态只需要一个动作，包括但不限于附录B.2的示例。

应连续的或间歇的向驾驶员指示，车辆已经处于“可行驶模式”。当驾驶员离开车辆时，如果驱动系统仍处于“可行驶模式”，则应该通过一个明显的信号（例如：声或光信号）装置提醒驾驶员。

车辆停止时，驱动系统自动或手动关掉后，只能通过上述程序重新进入“可行驶模式”。

5.2.2 行驶

5.2.2.1 功率降低提示

如果电驱动系统采取了自动限制和减少车辆驱动功率的措施，驱动功率的限制和降低影响到了车辆的行驶，应通过一个明显的信号（例如：声或光信号）装置向驾驶员提示。

5.2.2.2 REESS 低电量提示

如果REESS的低电量影响到车辆的行驶，应通过一个明显的信号（例如：声或光信号）装置向驾驶员提示。

5.2.2.3 REESS 热事故报警

如果REESS将要发生热失控的安全事故时，应通过一个明显的信号（例如：声或光信号）装置向驾驶员提示。

5.2.3 反向行驶

如果是通过改变电机旋转方向来实现前进和倒车两个行驶方向转换的，应满足以下要求：

- 前进和倒车两个行驶方向的转换，应通过驾驶员两个不同的操作动作来完成，或者；
- 如果仅通过驾驶员的一个操作动作来完成，应使用一个安全措施使模式转换只能在车辆静止或低速速度才能够完成。车速判断以车内仪表显示为准。

如果前进和倒车两个行驶方向的转换不是通过改变电机的旋转方向来实现的，则反向行驶要求不适用。

5.2.4 驻车

切断电源后车辆即不能产生由自身电驱动系统造成的不期望的行驶。

5.2.5 车辆与外部传导连接锁止

当车辆传导连接到位置固定的外部电源或负载时，车辆不能通过其自身的驱动系统移动。

6 试验方法

6.1 直接接触防护测试

在进行直接接触防护测试过程中，车辆应处于整车断电状态，且车辆所有遮栏和外壳完好。

测试过程中，检测人员在不使用其它工具的前提下，按照GB 4208中IPXXD和IPXXB的测试方法，仅使用探针或试指对车外和车内的开口和连接器等进行IP等级测试。

此外，可通过目测并结合厂家说明进行实操验证连接器、高压维修断开装置以及车辆充电插座对于直接接触防护要求的符合性。

6.2 绝缘电阻测试

6.2.1 整车绝缘电阻测试

电压检测工具的内阻不小于 $10\text{ M}\Omega$ 。此外，在测量时应将车辆的绝缘监测功能关闭或者将绝缘电阻监测单元从B级电压电路中断开，以免影响测量值。

测量方法如下：

- a) 使车辆上电，保证车辆上所有电力、电子开关处于激活状态；
- b) 用相同的两个电压检测工具同时测量 REESS 的两个端子和电平台之间的电压，如图 3 中所示。较高的一个为 U_1 ，较低的一个为 U_1' ；
- c) 添加一个已知电阻 R_0 ，阻值推荐 $1\text{ M}\Omega$ 。如图 4 中所示并联在 REESS 的 U_1 侧端子与电平台之间。再用 b 中的两个电压检测工具同时测量 REESS 的两个端子和电平台之间的电压，测量值为 U_2 和 U_2' ；

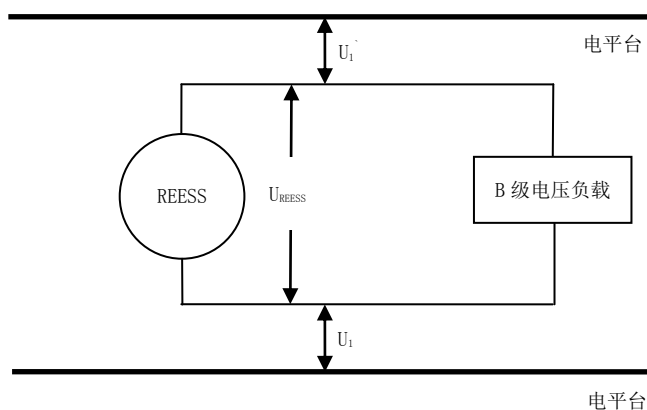


图3 绝缘电阻测量步骤 b

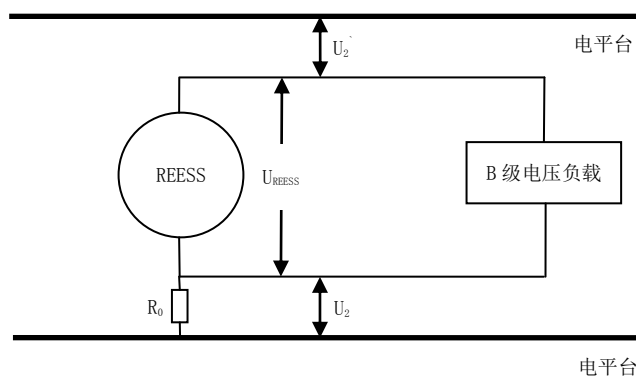


图4 绝缘电阻测量步骤 c

d) 计算绝缘电阻 R_i ，方法如下：

R_i 可以使用 R_0 和四个电压值 U_1 、 U_1' 、 U_2 和 U_2' 以及电压检测设备内阻 r ，代入式 (1) 或 (2) 来计算：

$$R_i Pr = R_0 \left(\frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{即 } R_i = \frac{1}{\frac{1}{R_0 \left(\frac{U_2'}{U_2} - \frac{U_1'}{U_1} \right)} - \frac{1}{r}} \dots\dots\dots (2)$$

6.2.2 充电插座绝缘电阻测试

在6.2.1的测试后继续进行充电插座的绝缘电阻测试，测试方法如下：

- a) 使车辆断电，保证车辆上所有电力、电子开关处于非激活状态；
- b) 将充电插座高压端子，即直流充电插座的正负极端子或者交流充电插座三相线端子，用电导线进行短接；
- c) 将绝缘电阻测试设备的两个探针分别连接充电插座高压端子及电平台，见图 5；

d) 测试设备的检测电压要求大于整车最大工作电压。

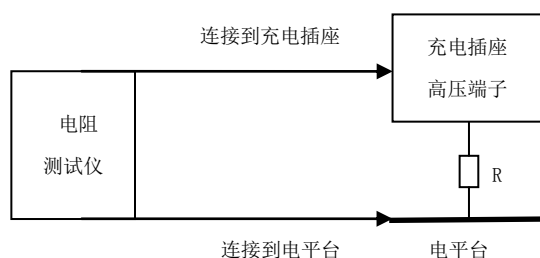


图5 充电口绝缘电阻测量步骤 c

6.3 绝缘监测功能验证测试

测试过程中，车辆应处于“可行驶模式”。测试中将使用可调节电阻器（例如：变阻箱等），可调节电阻器的最大电阻值 $\geq 10\text{ M}\Omega$ 。

测量步骤如下：

- 在常温下，按照 6.2 的测试方法，测出当前整车绝缘电阻值为 R_i ；
- 按照被测车辆的正常操作流程使车辆进入“可行驶模式”；
- 如图 6 中所示，将可调节电阻器并联在 REESS 正极端与车辆电平台之间。开始测量时，可调节电阻器的阻值设置为最大值；
- 按照 5.1.3.1 的要求，若最小绝缘电阻要求为 $100\ \Omega/\text{V}$ ，则将可调节电阻器的阻值减小到目标值 R_x ， R_x 按照如下公式（3）计算得到：

$$1/\left[1/(95U_{\text{REESS}})-1/R_i\right] \leq R_x < 1/\left[1/(100U_{\text{REESS}})-1/R_i\right] \dots\dots\dots (3)$$

按照 5.1.3.1 的要求，若最小绝缘电阻要求为 $500\ \Omega/\text{V}$ ，则将可调节电阻器的阻值减小到目标值 R_x ， R_x 按照如下公式（4）计算得到：

$$1/\left[1/(475U_{\text{REESS}})-1/R_i\right] \leq R_x < 1/\left[1/(500U_{\text{REESS}})-1/R_i\right] \dots\dots\dots (4)$$

式中， U_{REESS} 为电池包当前总电压。

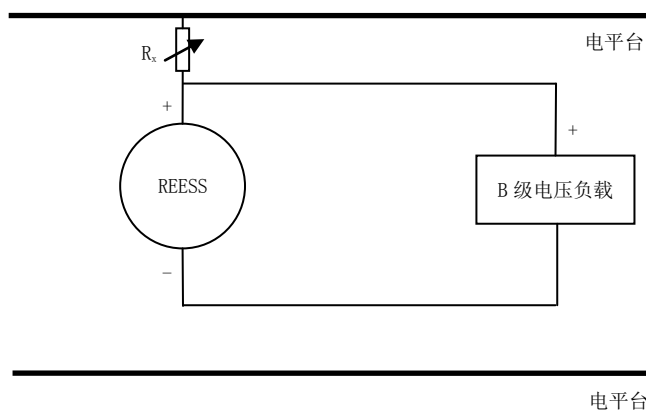


图6 绝缘监测验证

6.4 电位均衡测试

电位均衡可用电阻测试仪直接测量，也可以采用独立直流电源配合电流和电压检测设备进行测量。其中电阻测试仪的测量电流可调，电阻测试分辨率高于 $0.01\ \Omega$ 。独立直流电源电压也可调节。

测试方法如下：

- 将电阻测试仪的两个探针分别连接外露的可导电外壳或者遮栏，以及距离不超过 2.5 m 的电平台。如图 7 中所示；
- 增大测试电流，使测试电流大小至少达到 0.2 A；
- 将电阻测试仪的两个探针分别连接两个外露电可导电外壳或者遮栏，且探针测量点的距离不超过 2.5 m。如图 8 中所示；
- 重复步骤 b。

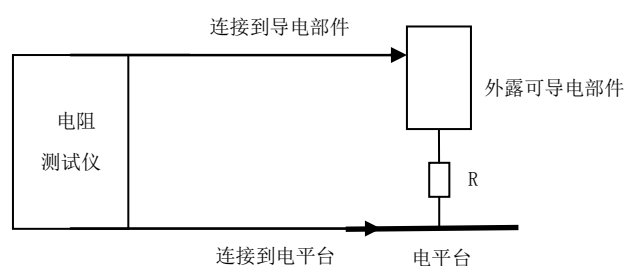


图7 用电阻测试仪测试导电部件与电平台间电阻

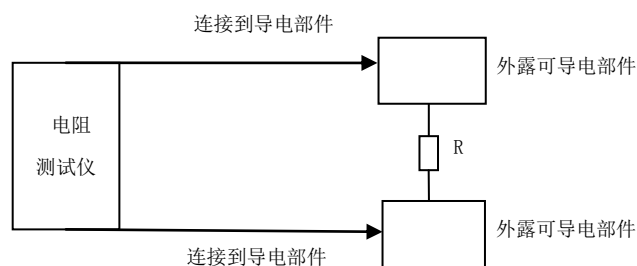


图8 用电阻测试仪测试两个导电部件间电阻

6.5 电容耦合测试

6.5.1 直流电容耦合

直流电容耦合是通过计算的方式得到整车所有B级电压电路中Y电容存储的最大电量之和。具体计算公式如式(5)：

$$Q = \int_1^n \frac{C_x \cdot U_x^2}{2} dx \dots \dots \dots (5)$$

式中， n 为带有Y电容的B级电压单元个数， C_x 为某个B级电压单元的Y电容容值， U_x 为该B级电压单元的Y电容最大工作电压。

6.6 整车防水测试

6.6.1 模拟清洗

本试验模拟电动汽车正常清洗的情况，不包括使用高压水枪冲洗和车身底部的特殊清洗。

本试验测试范围为整车的边界线，如两个部件间的密封、玻璃密封圈、可打开部件的外沿、前立柱的边界和灯的密封圈。

本试验采用GB/T 4208中IPX5软管喷嘴。使用洁净的水，以流量为 $12.5\text{ L/min} \pm 0.5\text{ L/min}$ ， $0.10\text{ m/s} \pm 0.05\text{ m/s}$ 的速度，在所有可能的方向向所有的边界线喷水，喷嘴至边界线的距离为 $3.0\text{ m} \pm 0.5\text{ m}$ 。

6.6.2 模拟涉水

本试验模拟电动汽车经过积水街道或水洼的情况。车辆应在100 mm深的水池中，以 $20\text{ km/h} \pm 2\text{ km/h}$ 的速度行驶500 m，时间大约1.5 min。如果水池长度小于500 m，车辆应在水池中多行驶几次，涉水长度应不小于500 m。包括车辆在水池外的总试验时间应少于10 min。

6.7 功能安全防护测试

厂家根据5.2规定的各项功能防护要求，须提供具体方案说明，包括防护动作的触发条件、操作说明、报警提示信号说明等，检测机构据此说明材料在实车上进行测试验证并与5.2中的要求进行对比符合性。

附录 A (规范性附录)

检测机构确认车辆遇水后绝缘电阻符合要求的文档验证方法

A.1 目的

本附录描述了车辆赦免整车防水试验需要满足的要求,用以证明车辆制造厂商所生产车辆的高压系统或高压部件具备足够的防水性能。车辆上的高压系统或高压部件应该满足5.1.1、5.1.2及5.1.3章节相关要求,并由检测机构逐个确认。车辆制造厂商应向检测机构提供高压系统或高压部件的相关信息,例如,每个高压部件的固定位置等信息。

A.2 车辆制造厂商所提供文档应包含的信息

A.2.1 车辆制造厂商需要提供所有B级电压零部件清单及其相应的布置位置及安装情况,见表A.1。

表 A.1 B 级电压零部件及其布置位置及安装情况说明清单

序号	高压部件名称	部件下表面距地面高度	部件下方是否有遮挡
1.	动力蓄电池		
2.	驱动电机		
3.	转向电机		
4.	空压机		
5.	DC-DC 变换器		
6.	驱动电机控制器		
7.	转向电机控制器		
8.	空压机控制器		
9.	高压配电箱		
10.	高压维修开关		
11.	高压线束		
12.	高压连接器		

说明:若试验车辆有上表中的B级电压零部件,则必须按照上表反馈,若无其中某项或某几项,则这些项目不作要求。

A.2.2 车辆制造厂商应提供各B级电压零部件的防水等级实验报告,该报告应由具备GB 4208认证资质的第三方检测机构出具。各B级电压零部件防水等级要求如下:

- a) 若部件下表面距地面高度小于 300mm,高压部件应满足 GB4208 中 IPX7 的要求;
- b) 若部件下表面距地面高度不小于 300mm,且部件下方无遮挡,高压部件需满足 GB4208 中 IPX5 的要求;
- c) 若部件下表面距地面高度不小于 300mm,且部件下方有遮挡,高压部件需满足 GB4208 中 IPX3 的要求。

A.3 文档中的试验方法

IP防护等级的测试方法和要求参照GB4208。

附 录 B

(资料性附录)

驱动系统电源接通和断开程序示例

B.1 驱动系统电源接通程序示例：

示例1：驱动系统电源切断→踩下制动踏板并同时按下启停按键→踩下制动踏板并同时挂入行驶档位→车辆进入可行驶模式；

示例2：驱动系统电源切断→踩下制动踏板，插入并旋转启动钥匙→踩下制动踏板并同时挂入行驶档位→车辆进入可行驶模式；

示例3：驱动系统电源切断→按下启停按键→踩下制动踏板并同时挂入行驶档位→车辆进入可行驶模式；

示例4：驱动系统电源切断→插入或旋转启动钥匙→踩下制动踏板并同时挂入行驶档位→车辆进入可行驶模式。

B.2 驱动系统电源切断程序示例：

示例1：驱动系统电源接通→按下启停按键→驱动系统电源断开；

示例2：驱动系统电源接通→旋转启动钥匙→驱动系统电源断开；

示例3：驱动系统电源接通→拔出启动钥匙→驱动系统电源断开。
