

# C-EVES

## 中国新能源汽车安全专项

编号: CEVES-SM-TR-A1-2025

### 中国新能源汽车安全专项测评规程

China New Energy Vehicles Electrical Safety Evaluation Protocol

(征求意见稿)

2025年XX月XX日 发布

2025年XX月XX日 实施

中国汽车工程研究院股份有限公司  
应急管理部天津消防研究所 发布

# 目 次

引 言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号和缩略语 .....	2
5 测试方法 .....	3
6 评价方法 .....	4
7 安全评级方法 .....	8
附 录 A（规范性） 驾驶安全试验方法 .....	10
附 录 B（规范性） 电池安全试验方法 .....	13
附 录 C（规范性） 充放电安全试验方法 .....	18
附 录 D（规范性） 应急安全试验方法 .....	24

## 引 言

本文件由 XXX 提出并归口。

本文件起草单位：XXX

本文件主要起草人：XXX

征求意见稿

# 中国新能源汽车安全专项测评规程

## 1 范围

本文件规定了中国新能源汽车安全专项测评的相关试验及评价方法。

本文件适用于最大设计总质量不超过 3500 kg、可外接充电且电池系统置于车辆底部的 M1 类电动汽车。

## 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 18384—2020 电动汽车安全要求

GB/T 18487.1 电动汽车传导充电系统 第 1 部分：通用要求

GB/T 19596—2017 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 23858—2009 检查井盖

GB/T 27930 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 31498—2021 电动汽车碰撞后安全要求

GB 38031—2025 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 38117-2019 电动汽车产品使用说明 应急救援

GB/T 43332-2023 电动汽车传导充放电安全要求

GB 44263-2024 电动汽车传导充电系统安全要求

QC/T 988-2014 汽车车外门拉手

QC/T 1211-2024 乘用车车门内开拉手总成

T/CSAE 244—2021 纯电动乘用车底部抗碰撞能力要求及试验方法

T-CAAMTB 212—2024 电动汽车整车热失控安全要求及测试方法

T-CAAMTB 213—2024 电动汽车整车热失控灾害评估方法

## 3 术语和定义

GB/T 19596-2017、GB/T 18487.1-2023、GB/T 20234.1-2023、GB 44263-2024、GB 38031-2025 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

荷电状态 state of charge

当前电池单体、模块、电池包或系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的容量占实际容量的百分比。

### 3.2

**脉冲宽度调制 pulse width modulation**

通过调节脉冲信号的占空比（高电平时间占周期的比例）来等效控制模拟信号电平的数字编码技术。

### 3.3

**过充电安全测试 security test of over-charged charging**

在对于满电状态的车辆强制继续充电情况下的充电安全测试。

### 3.4

**耐电网充电安全测试 security test of micro-grid charging**

在微电网异常波动情况下的充电安全测试。

### 3.5

**负载充电安全测试 security test of load discharging**

在对外部负载放电过程中的放电安全测试。

### 3.6

**淋雨充电安全测试 security test of rain charging**

在持续淋雨情况下的充电安全测试。

### 3.7

**爆炸 explosion**

电池包或系统突然释放足量的能量产生压力波或者喷射物，可能会对车辆本体及周边区域造成结构或物理上的破坏。

### 3.8

**起火 fire**

电池单体、模块、电池系统或整车任何部位发生持续燃烧（单次火焰持续时间大于 1s）。

### 3.9

**热失控 battery thermal runaway**

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

### 3.10

**整车热失控 vehicle thermal runaway**

电动汽车因动力电池等部件或系统引发整车温度不可控上升甚至着火的现象。

### 3.11

**热事件 thermal event**

温度显著高于制造商定义的最高工作温度的现象。

### 3.12

**外拉手 outside handle**

位于汽车车门外侧，用于开启车门的部件。

## 4 符号和缩略语

### 4.1 符号

下列符号适用于本文件

DC+：直流充电主回路正极

DC-: 直流充电主回路负极  
 CC1: 直流充电接口连接确认信号线 1  
 CC2: 直流充电接口连接确认信号线 2  
 PE: 直流、交流充电接口保护接地线  
 L: 单相交流充电接口火线, 三相交流充电接口的 L1 相线  
 N: 交流充电接口中性线或零线  
 NC1: 单相交流充电接口预留, 三相交流充电接口 L2 相线  
 NC2: 单相交流充电接口预留, 三相交流充电接口 L3 相线  
 CP: 交流充电接口控制导引信号线  
 CC: 交流充电接口连接确认信号线

## 4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

SOC: 荷电状态 (State of Charge)  
 DC: 直流电 (Direct Current)  
 AC: 交流电 (Alternating Current)  
 BMS: 电池管理系统 (Battery Management System)  
 PWM: 脉冲宽度调制 (Pulse Width Modulation)

## 5 测试方法

各测试指标试验方法如下表。

表 1 M1 类电动汽车安全等级试验方法一览表

序号	一级评价维度	二级评价维度	试验方法
1	驾驶安全	电气失效安全保护	附录A
2		误操作安全保护	
3	电池安全	斜坡坑托底	附录B
4		路沿石刮底	
5		井盖刮底	
6		模拟涉水	
7	充放电安全	过充充电安全	附录C
8		耐电网充电安全	
9		短路放电安全	
10		淋雨充电安全	
11	应急安全	应急防护	附录D
12		烟气安全	
13		热安全	
14		应急救援	

## 6 评价方法

### 6.1 驾驶安全评价

驾驶安全按照表 2 进行评价。

表 2 驾驶安全评价

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
1	电气失效 安全保护	60%	动力域通讯故障	15%	没有仪表报警及安全措施：0分； 仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分；。
2			绝缘异常故障	20%	没有仪表报警及安全措施：0分； 仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分。
3			高压互锁故障	20%	没有仪表报警及安全措施：0分； 仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分。
4			加速踏板传感器对 电源短路故障	15%	没有仪表报警及安全措施：0分； 仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分。
5			加速踏板传感器对 地短路故障	15%	没有仪表报警及安全措施：0分； 仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分。
6			加速踏板传感器断 路故障	15%	单路没有仪表报警及安全措施：0分； 单路仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 单路仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 单路仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分。 双路没有仪表报警及安全措施：0分； 双路仪表报警后，超过 10S 没采取安全措施：40分； 双路仪表报警后，10S 内采取安全措施：60分； 双路仪表报警后，5S 内采取安全措施：100分。
7	误操作 安全保护	40%	同时踩加速和制动 踏板	40%	未制动优先：0分； 制动优先未报警：80分； 制动优先且仪表报警：100分。

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
8			高速误换挡	30%	可以换挡：0分； 不可换挡未报警：80分； 不可换挡且仪表报警：100分。
9			高速误按启动键	30%	响应下电请求：0分； 未响应下电请求未报警：80分； 未响应下电请求且仪表报警：100分。

## 6.2 电池安全评价

电池安全按照表 3 进行评价。

表 3 电池安全评价

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
1	斜坡坑 托底	20%	液体泄漏	20%	车辆底部电池包无液体泄漏得 100 分，出现液体泄漏得 0 分。
2			绝缘阻值	40%	绝缘阻值满足 GB 18384-2020 5.1.4.1 中绝缘电阻要求得 100 分，不满足得 0 分。
3			最大变形量	30%	最大变形量>9mm 得 0 分，6mm≤ $\Delta L$ ≤9mm 得 30 分，3mm≤ $\Delta L$ ≤6mm 得 60 分，<3mm 得 100 分。
4			接插件与线缆松动 或损坏	10%	高低压接插件与可见高低压线缆外观无明显松动或损坏得 100 分，出现明显松动或损坏得 0 分。
5			底部磕碰报警 A	/	车辆仪表出现报警提示得 5 分，无报警得 0 分。
6	路沿石 刮底	30%	液体泄漏	20%	车辆底部电池包无液体泄漏得 100 分，出现液体泄漏得 0 分。
7			绝缘阻值	40%	绝缘阻值满足 GB 18384-2020 5.1.4.1 中绝缘电阻要求得 100 分，不满足得 0 分。
8			最大变形量	30%	最大变形量>9mm 得 0 分，6mm≤ $\Delta L$ ≤9mm 得 30 分，3mm≤ $\Delta L$ ≤6mm 得 60 分，<3mm 得 100 分。
9			接插件与线缆松动 或损坏	10%	高低压接插件与可见高低压线缆外观无明显松动或损坏得 100 分，出现明显松动或损坏得 0 分。
10			底部磕碰报警 A	/	车辆仪表出现报警提示得 5 分，无报警得 0 分。
11	井盖刮底	30%	液体泄漏	20%	车辆底部电池包无液体泄漏得 100 分，出现液体泄漏得 0 分。
12			绝缘阻值	40%	绝缘阻值满足 GB 18384-2020 5.1.4.1 中绝缘电阻要求得 100 分，不满足得 0 分。
13			最大变形量	30%	最大变形量>9mm 得 0 分，6mm≤ $\Delta L$ ≤9mm 得 30 分，3mm≤ $\Delta L$ ≤6mm 得 60 分，<3mm 得 100 分。

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
14			接插件与线缆松动或损坏	10%	高低压接插件与可见高低压线缆外观无明显松动或损坏得 100 分，出现明显松动或损坏得 0 分。
15			底部磕碰报警 <i>A</i>	/	车辆仪表出现报警提示得 5 分，无报警得 0 分。
16	模拟涉水	20%	绝缘阻值	60%	绝缘阻值满足 GB 18384-2020 5.1.4.1 中绝缘电阻要求得 100 分，不满足得 0 分。
17			车辆故障报警	40%	涉水完成后,试验车辆无绝缘故障外的异常报警得 100 分，出现绝缘故障外的异常报警得 0 分。

注 1: *A* 为加分项目;

注 2: 若测试过程中车辆发生起火、爆炸等现象,则终止测试,测试判定为不通过,车辆的电池安全评分为 0 分;

注 3: 若测试过程中车辆由于故障或报警等导致无法继续正常行驶,则终止测试。

### 6.3 充放电安全评价

充放电安全按照表 4 进行评价。

表 4 充放电安全评价

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
1	过充 充电安全	30%	直流过充	50%	主动断开充电回路并报警,测试后无故障: 100 分; 主动断开充电回路未报警: 60 分; 未主动断开充电回路: 0 分; 测试后产生故障: 0 分。
2			交流过充	50%	主动断开充电回路并报警,测试后无故障: 100 分; 主动断开充电回路未报警: 60 分; 未主动断开充电回路: 0 分; 测试后产生故障: 0 分。
3	耐电网 充电安全	20%	供电 电压异常	20%	测试过程无异常,测试后未产生故障: 100 分; 测试过程异常,测试后未产生故障: 50 分; 测试过程无异常,测试后产生故障: 0 分。
4			供电 频率异常	20%	测试过程无异常,测试后未产生故障: 100 分; 测试过程异常,测试后未产生故障: 50 分; 测试过程无异常,测试后产生故障: 0 分。
5			供电 电位异常	20%	测试过程无异常,测试后未产生故障: 100 分; 测试过程异常,测试后未产生故障: 50 分; 测试过程无异常,测试后产生故障: 0 分。
6			供电 中断异常	20%	测试过程无异常,测试后未产生故障: 100 分; 测试过程异常,测试后未产生故障: 50 分; 测试过程无异常,测试后产生故障: 0 分。
7			供电 相位异常	20%	测试过程无异常,测试后未产生故障: 100 分; 测试过程异常,测试后未产生故障: 50 分; 测试过程无异常,测试后产生故障: 0 分。

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
8	短路 放电安全	20%	直流 短路放电	50%	500ms 内停止放电并报警，电子锁解锁前检测电压降到 60V 以下，测试后未产生故障：100 分；未触发报警：60 分；电子锁解锁前检测电压未降到 60V 以下：0 分；未在 500ms 内停止放电：0 分；测试后产生故障：0 分。
9			交流短路放电	50%	500ms 内停止放电并报警，电子锁解锁前检测电压降到 30V 以下，测试后未产生故障：100 分；未触发报警：60 分；电子锁解锁前检测电压未降到 30V 以下：0 分；未在 500ms 内停止放电：0 分；测试后产生故障：0 分。
10	淋雨 充电安全	30%	直流 淋雨充电	50%	充电过程中无绝缘异常且充电停止阶段电压无异常，测试后未产生故障：100 分；充电过程中出现绝缘异常或充电停止阶段电压出现异常，测试后未产生故障：60 分；测试后产生故障：0 分。
11			交流 淋雨充电	50%	充电过程中无绝缘异常且充电停止阶段电压无异常，测试后未产生故障：100 分；充电过程中出现绝缘异常或充电停止阶段电压出现异常，测试后未产生故障：60 分；测试后产生故障：0 分。

注 1：报警、故障的呈现方式包括但不限于：车机显示、声光振动、APP 推动等。

#### 6.4 应急安全评价方法

应急安全按照表 5 进行评价。

表 5 应急安全评价

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
1	应急防护	40%	车内热事件报警	25%	车内有声音或仪表提示，得100分；没有，得0分。
2			车外热事件报警	25%	车外有声音或灯光提示，得100分；没有，得0分。
3			远程联动	10%	手机端APP/电话/短信提示，得100分；没有，得0分。
4			应急开关标识	4%	若日常开关为机械式门把手，得100分。否则，应急式门把手有醒目标识得100分，否则得0分。
5			车门解锁	26%	外拉手应自动解锁，内嵌式门把手应自动弹出，车外能正常打开车门，得100分，无法正常打开，得0分。
6			人员触电防护	10%	热失控发生后30s内直流电路电压降到不超过60V，得100分。
7	烟气安全	25%	二氧化硫	50%	车内热事件报警之前和热失控发生后15 min内为 $C_{SO_2}=0$ 得100分， $C_{SO_2}<0.01VOL\%$ 得80分， $0.01\leq C_{SO_2}<0.05 VOL\%$ 得60分，超过0.05 VOL%得0分。
8			一氧化碳	50%	车内热事件报警之前和热失控发生后15min内小于 $C_{CO}<0.01VOL\%$ 得100分， $0.01\leq C_{CO}<0.05 VOL\%$ 得80分， $0.05\leq C_{CO}<0.1 VOL\%$ 得60分，超过0.1 VOL%得0分。

序号	二级指标	权重	三级指标	权重	判定标准
9	热安全	25%	高温防护	55%	热失控发生后15 min乘员舱内温度监控点最大变化量 ( $\Delta t$ ) 低于30 °C得100分, 30 °C $\leq\Delta t$ <60 °C得80分, 60 $\leq\Delta t$ <100 °C得60分, 高于100 °C得0分。
10			环境物品防护	30%	热失控发生后15 min距车身距离2.0m处热辐射值 ( $q$ ) <10 kW/m <sup>2</sup> 得100分, 10 $\leq q$ <15 kW/m <sup>2</sup> 得80分, 15 $\leq q$ <20 kW/m <sup>2</sup> 得60分, 超过20 kW/m <sup>2</sup> 得0分。
11			电芯失效数量	15%	电芯失效数量 2 $\leq n$ $\leq 4$ , 得100分; 5 $\leq n$ $\leq 7$ , 得80分; 8 $\leq n$ $\leq 10$ , 得60分; 10 $< n$ , 得0分。
12	应急救援	10%	应急方案	100%	救援方案包含涉水、火灾和碰撞事故类型得40分, 否则不得分; 单个事故类型救援方案有效且具备实施性得20分, 有效但实施性不足得10分, 方案无效得0分,
注1: 若应急门把手无法打开, 应急防护为0分;					
注2: 热事件报警信号之前, 以及发出热事件报警信号之后的5min内, 若有烟气进入乘员舱, 则烟气安全为0分。					

## 7 安全评级方法

### 7.1 维度安全等级评级

维度得分  $M_i$  计算公式如下:

$$M_i = \sum (N_i \times \delta_3 + A) \times \delta_2 \quad (1)$$

式中:

$M_i$ ——维度得分;

$N_i$ ——测试指标得分;

$\delta_3$ ——三级测试指标权重;

$\delta_2$ ——二级评价维度权重;

$A$ ——加分项。

根据表 6 对维度得分  $M_i$  进行等级评定。驾驶安全、电池安全、充放电安全和应急安全 4 个维度评价均为优秀 (GOOD)、良好 (ACCEPTABLE)、一般 (MARGINAL)、较差 (POOR) 四个等级, 依次用 G、A、M、P 表示。具体评价按照表 6。

表 6 维度安全分级评价方法

评价维度	维度分级			
	优秀 (G)	良好 (A)	一般 (M)	较差 (P)
驾驶安全	100 $\geq S \geq 93$	93 $> S \geq 85$	85 $> S \geq 76$	76 $> S \geq 60$
电池安全	100 $\geq S \geq 94$	94 $> S \geq 84$	84 $> S \geq 60$	60 $> S$
充放电安全	100 $\geq S \geq 93$	93 $> S \geq 85$	85 $> S \geq 76$	76 $> S \geq 60$

应急安全	$100 \geq S \geq 90$	$90 > S \geq 80$	$80 > S \geq 70$	$70 > S \geq 60$
------	----------------------	------------------	------------------	------------------

## 7.2 M1 类电动汽车总安全等级评级方法

根据维度安全等级按照表 7 对整车进行等级评定。

表 7 整车安全等级评级方法

整车安全	驾驶安全	电池安全	充放电安全	应急安全
优秀+ (G+)	四项评价均为优秀 (G)			
优秀 (G)	三项评价均为优秀(G)，一项评价 $\geq$ 良好 (A)			
良好 (A)	三项评价均 $\geq$ 良好 (A)，一项评价 $\geq$ 一般 (M)			
一般 (M)	三项评价均 $\geq$ 一般 (M)，一项评价 $\geq$ 较差 (P)			
较差 (P)	其他			

附 录 A  
(规范性)  
驾驶安全试验方法

### A.1 范围

该方法适用于M<sub>1</sub>类纯电动乘用车。

### A.2 试验准备

#### A.2.1 试验环境

试验环境温度：-20 °C~45 °C；

#### A.2.2 试验场地及设备

##### A.2.2.1 试验场地

整车试验场或五电机台架。

##### A.2.2.2 试验设备

故障注入设备、整车运行监控设备。

#### A.2.3 样品准备

##### A.2.3.1 试验对象

应在正常条件下运行（没有故障），除非在具体测试方法中另有规定。

##### A.2.3.2 准备项目

主机厂提供样品信息表主机厂提供、故障分级表，试验项相关整车线束分布图。

#### A.2.4 其他要求

##### A.2.4.1 道路条件

试验场地应有良好的附着系数。试验场地应为干燥、平坦而清洁的，用水泥混凝土或沥青铺装的路面。

##### A.2.4.2 轮胎气压

主机厂规定的正常工作气压。

### A.3 试验方法

#### A.3.1 电气失效安全

##### A.3.1.1 动力域通讯故障

###### A.3.1.1.1 动力系统通信总线 CAN\_H/CAN\_L 短路故障

试验准备：车辆下电状态，将动力系统 CAN 线外接开关，人员可以通过外接开关实现短路故障。

车辆行驶，加速到车速≥30km/h 匀速行驶。

通过外接开关使动力系统通信总线 CAN\_H/CAN\_L 短路。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A.3.1.1.2 动力系统通信总线阻抗故障

试验准备：车辆下电状态，动力系统 CAN 线外接开关。

车辆行驶，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶。

通过外接开关将动力系统 CAN 线外接电阻（ $200\ \Omega$ ），模拟 CAN 总线阻抗异常故障。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A.3.1.2 制动踏板传感器短路故障

试验准备：车辆下电状态，将制动踏板的位置开关或行程传感器两路信号线外接延长线，并做好连接接口。

车辆行驶，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，通过延长线模拟制动踏板位置开关信号线短路故障或行程传感器信号线短路故障。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A.3.1.3 制动踏板传感器开路故障

试验准备：车辆下电状态，将制动踏板的位置开关或行程传感器两路信号线外接延长线，并做好连接接口。

车辆行驶，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，通过延长线模拟制动踏板位置开关信号线开路故障或行程传感器信号线开路故障。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A.3.1.4 加速踏板传感器对电源短路故障

试验准备：车辆下电状态，断开加速踏板传感器信号线，外接延长线，并做好连接接口。

车辆行驶，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，通过延长线模拟加速踏板信号线对电源短路故障。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A.3.1.5 加速踏板传感器对地短路故障

试验准备：车辆下电状态，断开加速踏板传感器信号线，外接延长线，并做好连接接口。

车辆行驶，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，通过延长线模拟加速踏板信号线对地短路故障。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A.3.1.6 加速踏板传感器断路故障

试验准备：车辆下电状态，断开加速踏板传感器信号线，外接延长线，并做好连接接口。

车辆行驶，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，通过延长线模拟加速踏板信号线断路故障。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

### A.3.2 行车误操作测试

#### A.3.2.1 行驶过程中同时踩加速和制动踏板

车辆行驶中，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，踩加速踏板，在不松开加速踏板时踩制动踏板并持续 5S。

车辆行驶中，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，踩制动踏板，在不松开制动踏板时踩加速踏板

并持续 5S。

车辆发生危险报警时中止测试。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A. 3. 2. 2 行驶过程中，按启停键

车辆行驶中、加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶，按下启停键，持续时间在 1S 内。

车辆发生危险报警时中止测试。

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

#### A. 3. 2. 3 行驶过程中误换挡

车辆行驶过程中，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶；执行切 P 挡动作。

车辆行驶过程中，加速到车速 $\geq 30\text{km/h}$  匀速行驶；执行切 R 档动作。

车辆发生危险报警时中止测试

采集信息：故障注入时刻、仪表报警时刻、紧急运行和进入安全状态时刻、车辆车速、仪表显示信息。

## 附录 B (规范性) 电池安全试验方法

### B.1 范围

本方法适用于动力电池系统置于车辆底部的 M1 类电动汽车。

### B.2 试验条件

#### B.2.1 一般条件

试验场地地面应为水平、平整的水泥或沥青路面。

除另有规定，试验环境相对湿度为 10%~90%，大气压力为 86kPa~106kPa。

#### B.2.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应不低于以下要求：

- a) 加速度测量装置：±2% FS；
- b) 温度测量装置：±0.5 °C；
- c) 绝缘电阻测量装置：±0.1% FS；
- d) 时间测量装置：±0.1% FS。

#### B.2.3 数据记录与记录间隔

除在某些具体测试项目中另有说明，否则外部测试数据的记录间隔应不大于 100 ms。

#### B.2.4 传感器与摄像机布置

如图 B.1 所示，车辆右侧 B 柱下端布置加速度传感器。试验步骤 B.3.2、B.3.3 和 B.3.4 实施过程中，高速摄像机布置在车辆乘员侧地上。

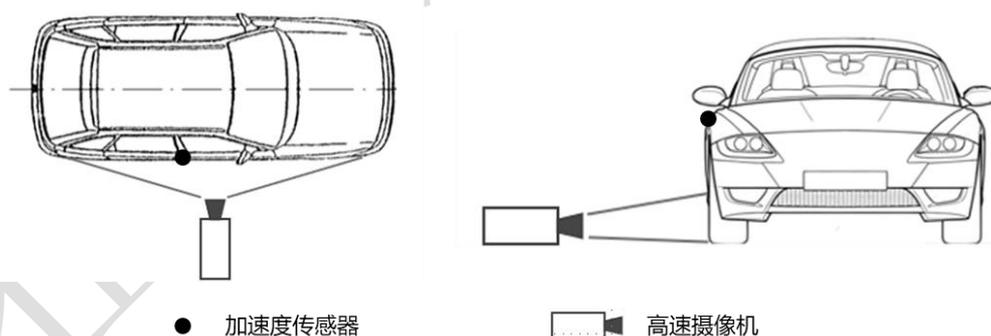


图 B.1 传感器与摄像机布置示意图

#### B.2.5 车辆条件

##### B.2.5.1 车辆初始状态

在试验前，应检查和确认车辆底部是否和出厂状态一致，如发现与试验相关的异常，则详细记录异常状态和部位，并修复对测试结果可能产生影响的异常，或更换为无异常车辆，并记录相关的调整或更换内容及其范围。车辆检查包含但不限于如下几个方面：

- a) 车辆无车辆故障码；
- b) 车辆驾驶功能正常；
- c) 车辆底部外观正常、零部件完整；
- d) 车辆底部防护装置和出厂状态一致；
- e) 车辆底部电池包无液体泄漏现象。

#### B. 2. 5. 2 试验车辆质量

试验质量包括车辆整备质量、假人质量和测试设备质量。其中假人质量包含两个  $75 \pm 5\text{kg}$  的假人或等质量配重物，并利用驾驶员安全带或其他固定方式布置在前排座椅。测试设备质量不超过  $30\text{kg}$ 。试验质量应在试验报告中体现。

#### B. 2. 5. 3 电量要求

车辆仪表显示的电池电量应不低于  $50\%$ 。若仪表显示的电量低于该值，则需调整电量满足试验要求。

### B. 3 试验步骤

#### B. 3. 1 总体要求

整体试验过程中同一试验车辆应按照步骤 B.3.2、B.3.3、B.3.4 和 B.3.5 的顺序依次进行。若车辆具有自动紧急刹车功能，在步骤 B.3.2、B.3.3 和 B.3.4 测试前，应关闭该功能。

若试验过程中出现影响安全的故障报警信号，车辆底部电池包出现液体泄漏现象，整车不满足绝缘电阻要求，或车辆出现持续冒烟、起火、爆炸的现象，则试验停止，不再执行后续试验步骤。

#### B. 3. 2 斜坡坑托底试验

##### B. 3. 2. 1. 试验场地

如图 B.2 所示，斜坡坑为顶面直径为  $770\text{mm}$  的倒圆台形深坑，坑深  $150\text{mm}$ ，侧壁与水平面夹角为  $75^\circ$ ，内壁采用混凝土浇筑。

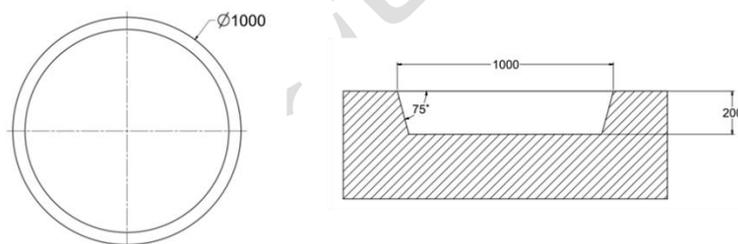


图 B. 2 斜坡坑工装

##### B. 3. 2. 2 试验要求

- a) 托底测试方向：如图 B.3 所示，沿着车辆三维坐标系中的 X 向。

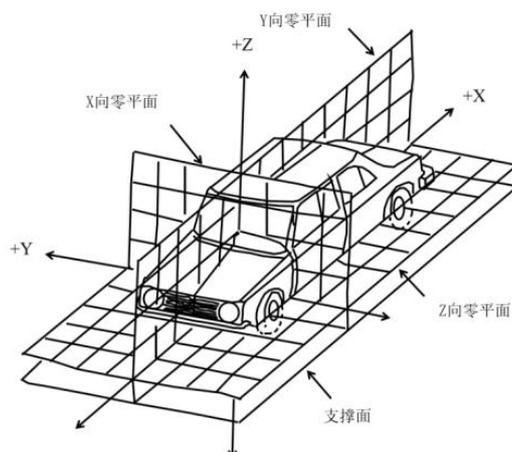


图 B.3 车辆三维坐标系

b) 托底对准方向: 如图 B.4 所示, 托底测试前, 调整车辆前进方向, 使车辆右侧车轮沿 X 方向的中心线与斜坡坑表面圆心保持在同一直线上。

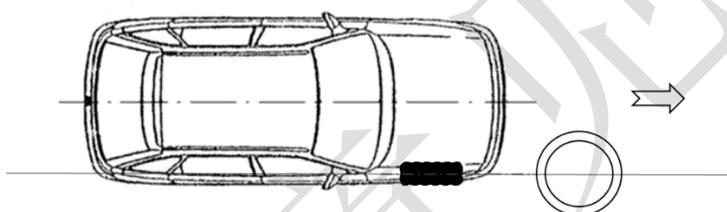


图 B.4 斜坡坑托底测试阶段示意图

c) 车辆行驶速度: 车辆速度应保持为  $30 \pm 3$  km/h。

d) 车辆监测: 车辆 B 柱下端 X 向加速度信号, 车辆底部高速摄像。

B.3.2.3 完成上述试验步骤后观测 0.5 h, 检查并记录车辆故障报警信号、底盘磕碰报警信号、车辆底部电池包的泄漏情况, 并按照 GB 18384-2020 中 6.2.3 的方法测量整车绝缘阻值。若车辆仪表未出现故障报警信号, 车辆底部电池包无液体泄漏, 车辆未出现冒烟、起火、爆炸的现象, 车辆满足绝缘电阻要求, 则试验车辆进行 B.3.3 试验步骤。

### B.3.3 路沿石刮底试验

#### B.3.3.1 试验场地

如图 B.5 所示, 路沿石与斜坡相连, 路沿石高度为 200 mm, 斜坡与路面夹角为  $6^\circ$ , 斜坡中心线与路沿石夹角为  $30^\circ$ , 斜坡与车辆行驶方向的垂直宽度为 1000 mm。

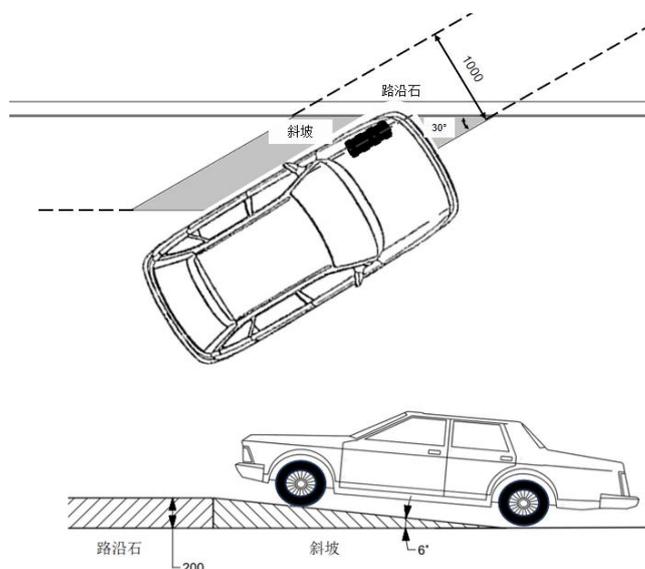


图 B.5 路沿石刮底试验示意图

### B.3.3.2 试验要求

a) 刮底测试角度：如图 B.5 所示，车辆三维坐标系中的 X 向与路沿石夹角为  $30^\circ$ 。

b) 刮底对准方向：刮底测试前，调整车辆前进方向，车辆左侧车轮通过斜坡上路沿石，右侧车辆行驶在水平路面上。

c) 车辆速度：刮底测试前，车辆速度应保持为  $50 \pm 3$  km/h，并在车辆左前轮驶过斜坡与路沿石交界处时进入自由运动状态。

d) 车辆监测：车辆 B 柱下端 X 向加速度信号，车辆底部高速摄像。

B.3.3.3 完成上述试验步骤后，在试验环境温度下观测 0.5 h 后，检查并记录车辆故障报警信号、底盘磕碰报警信号、车辆底部电池包的泄漏情况，并按照 GB 18384-2020 中 6.2.3 的方法测量整车绝缘阻值。若车辆仪表未出现故障报警信号，车辆底部电池包无液体泄漏，车辆满足绝缘电阻要求，车辆未出现冒烟、起火、爆炸的现象，则试验车辆进行 B.3.4 试验步骤。

### B.3.4 井盖刮底试验

#### B.3.4.1 试验工装

如图 B.6 所示，刮底工装为满足 GB/T 23858-2009 规定的井盖，井盖材质为球墨铸铁，直径为 770 mm，井盖边缘厚度 50 mm。

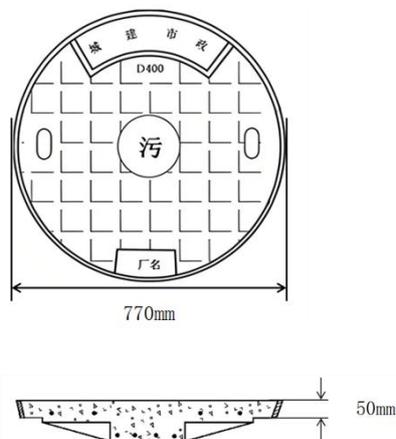


图 B.6 井盖工装形式

### B.3.4.2 试验要求

- a) 刮底测试方向：沿着车辆三维坐标系中的 X 向刮底。
- b) 刮底对准位置：如图 B.7 所示，刮底测试前，调整车辆前进方向，使车辆右侧车轮驶过井盖右侧半圆内，当车辆前副车架完全驶过井盖后，井盖与电池包底部进行刷蹭。
- c) 刮底重叠量：井盖顶部最高点与车辆电池包底部在 Z 向上的重叠量为  $30(+6/-0)$  mm。

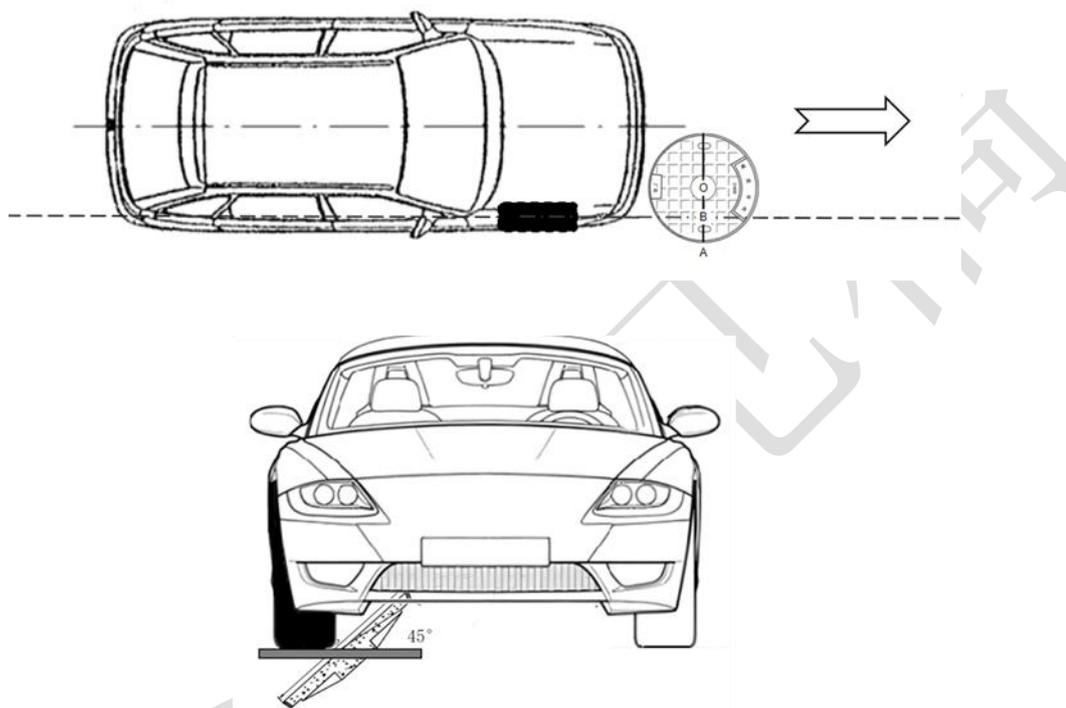


图 B.7 井盖刮底测试示意图

- d) 车辆速度：车辆速度应保持为  $30 \pm 3$  km/h，在车辆前轮距井盖 0.5 m 内被释放进入自由运动状态。
- e) 车辆监测：车辆 B 柱下端 X 向加速度信号，车辆底部高速摄像。

B.3.4.3 完成上述试验步骤后，在试验环境温度下观测 0.5 h 后，检查并记录车辆故障报警信号、底盘磕碰报警信号、车辆底部电池包的泄漏情况，并按照 GB 18384-2020 中 6.2.3 的方法测量整车绝缘阻值。拆除车辆底部护板，测量车辆底部电池包最大变形量。若车辆仪表未出现故障报警信号，车辆底部电池包无液体泄漏现象，车辆满足绝缘电阻要求，车辆未出现冒烟、起火、爆炸的现象，则试验车辆进行 B.3.5 试验步骤。

### B.3.5 模拟涉水试验

#### B.3.5.1 试验要求

- a) 涉水深度： $300 \pm 5$  mm。
- b) 涉水行驶方向：沿着车辆三维坐标系中的 X 向行驶。
- c) 涉水速度：在涉水测试时，车辆速度应稳定在  $20 \pm 2$  km/h。
- d) 涉水距离：车辆应在涉水池中行驶不低于 500 m。若水池距离小于 500 m，应重复试验使涉水距离累计不小于 500 m，包括车辆在水池外的总试验时间应少于 10 min。
- e) 车辆监测：车辆 B 柱下端 X 向加速度信号。

B.3.5.2 完成上述试验步骤，在试验环境温度下观测 0.5 h 后，检查并记录故障报警信号，并按照 GB 18384-2020 中 6.2.3 的方法测量整车绝缘阻值。

## 附 录 C

### （规范性）

### 充放电安全试验方法

#### C.1 适用范围

本方法适用于支持国标充放电的纯电动汽车和混合动力汽车。

#### C.2 试验条件

##### C.2.1 环境条件

在本方法中，未经特殊定义，各项测试应在如下条件进行：

- a) 环境温度：+5℃~+35℃；
- b) 相对湿度：15%~85%；
- c) 大气压力：80kPa~106kPa；

##### C.2.2 电源条件

测试时供电电源条件为：

- a) 频率：50Hz±0.5Hz；
- b) 交流电源电压：220V/380V，允许偏差±5%；
- c) 交流电源波形：正弦波，波形畸变因数不大于 5%；
- d) 交流电源系统不平衡度：不大于 5%；
- e) 交流电源系统的直流分量：偏移量不大于峰值的 2%。

##### C.2.3 试验仪器条件

本规范中的各项测试，主要测试对象为充电设备与车辆间的充电过程，监测充电过程中充电设备与车辆间的模拟、数字信号交互。除另有规定外，试验中所使用的仪器仪表准确度应满足下列要求：

- a) 一般使用的（数字）仪表准确度应根据被测量的误差按表 C.1 进行选择；
- b) 测量时间用仪表，当测量时间大于 1s，相对误差不大于 0.5%；测量时间小于或等于 1s，相对误差不大于 0.1%；
- c) 所用仪器仪表的量程和准确度应根据测量的实际情况选择，除特殊说明外应高于 0.5 级；
- d) 所用仪器仪表通过计量检定或校准，证书在有效期内。

表 C.1 测试仪表准确度选择

误差	(0%, 0.5%]	(0.5%, 1.5%]	(1.5%, 5%]	(5%, 7.5%]
仪表准确度	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
数字仪表准确度	6 位半	5 位半	4 位半	4 位半

#### C.3 试验方法

##### C.3.1 过充充电安全

###### C.3.1.1 试验准备

- a) 将被测车辆按照其充电类型，按照图 C.1、图 C.2 所示的方式分别接入直流、交流充电测试系统；
- b) 将被测车辆在关闭全部车窗车门、关闭机舱盖、关闭后备箱盖、关闭天窗的情况下，在测试环境下浸车 10 分钟；
- c) 启动充电测试系统和测试仪表，等待其完成上电自检并进入 Ready 状态；

d) 调整被测车辆的荷电状态, 使得  $97\% \leq \text{SOC} < 100\%$ 。

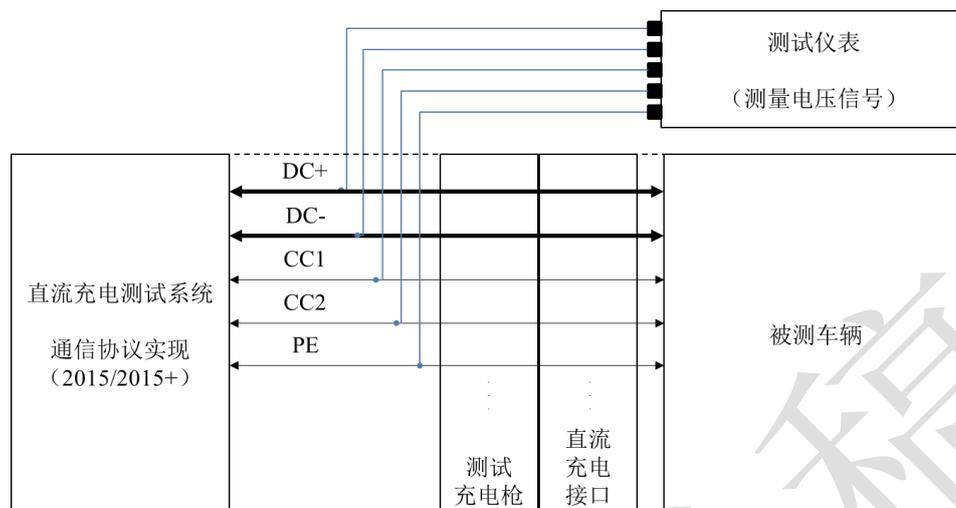


图 C.1 直流充电安全测试系统原理图

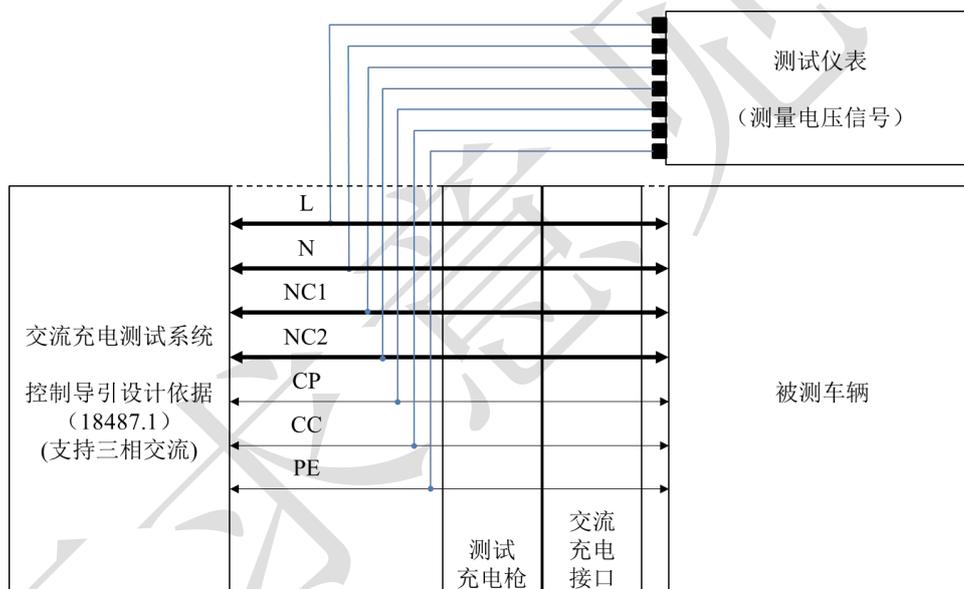


图 C.2 交流充电安全测试系统原理图

### C.3.1.2 试验过程

#### C.3.1.2.1 直流测试操作方法：

- 完成插枪动作, 连接被测车辆与直流充电测试系统, 并启动充电;
- 待被测车辆 SOC 达到 100%后, 强制充电测试系统忽视车辆发出的停止充电指令, 并继续保持充电, 持续时间  $\geq 10\text{s}$ , 充电电流大小相当于停止充电指令发出前 1min 内的平均充电电流, 再停止充电;
- 观察被测车辆的是否在停止充电指令被忽视后触发报警并主动断开充电回路;
- 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障。

#### C.3.1.2.2 交流测试操作方法：

- 完成插枪动作, 连接被测车辆与交流充电测试系统, 并启动充电;
- 待充电至被测车辆 SOC 达到 100%后, 强制充电测试系统忽视车辆代表停止充电需求的 PWM

信号变化，并继续保持充电，持续时间 $\geq 10s$ ，充电电流大小相当于结束充电前 1min 内的平均充电电流，再停止充电；

- c) 观察被测车辆的是否在停止充电需求被忽视后触发报警并主动断开充电回路；
- d) 测试完成后，观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障。

### C.3.2 耐电网充电安全

#### C.3.2.1 试验准备

- a) 将被测车辆按照图 C.2 所示的方式接入充电测试系统；
- b) 将被测车辆在关闭全部车窗车门、关闭机舱盖、关闭后备箱盖、关闭天窗的情况下，在测试环境下浸车 10 分钟；
- c) 启动交流充电测试系统和测试仪表，等待其完成上电自检并进入 Ready 状态；
- d) 调整被测车辆的荷电状态，使得 SOC $< 80\%$ 。

#### C.3.2.2 试验过程

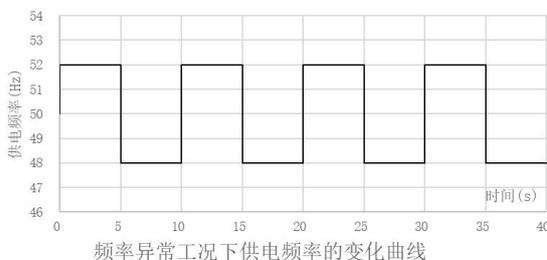
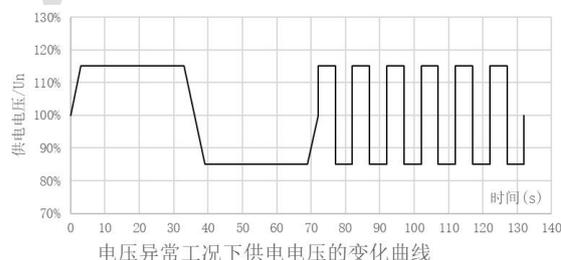
交流测试操作方法如下：

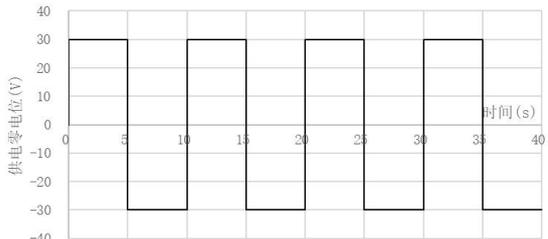
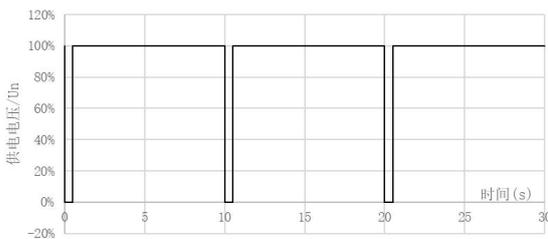
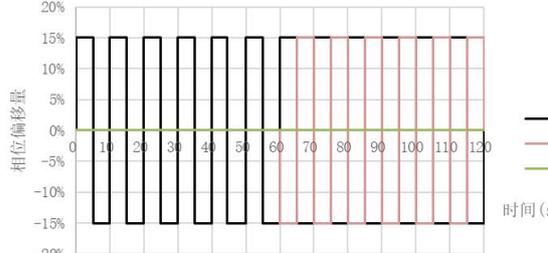
- a) 完成插枪动作，连接被测车辆与交流充电测试系统；
- b) 按照表 C.2 构建电网异常工况后启动充电，充电时间 $> 3min$ 后，控制被测车辆主动停止充电，并完成拔枪动作，观察上述过程中被测车辆是否产生报警；
- c) 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障；
- d) 依次构建其他电网异常工况，重复步骤 a~步骤 c 直至所有场景测试完成。

#### C.3.2.3 电网异常工况构建详情参考表 C.2 定义：

表 C.2 电网异常工况构建条件

异常类型	异常构建条件
电压异常	<p>由3个循环阶段构成</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 供电电压从额定电压<math>U_n</math>以<math>10\text{ V}/100\text{ms}</math>的速率升至<math>U_n \times 115\%</math>，维持30s后再以<math>5\text{ V}/100\text{ms}</math>的速率恢复至额定电压<math>U_n</math>；</li> <li>2. 供电电压从额定电压<math>U_n</math>以<math>10\text{ V}/100\text{ms}</math>的速率降至<math>U_n \times 85\%</math>，维持30s后再以<math>5\text{ V}/100\text{ms}</math>的速率恢复至额定电压<math>U_n</math>；</li> <li>3. 供电电压跳变为额定电压<math>\times 115\%</math>后持续5s，再跳变为额定电压<math>\times 85\%</math>后持续5s，连续进行6轮上述跳变循环。</li> </ol>
频率异常	<p>供电频率跳变为51Hz后持续5s，再跳变为49Hz后持续5s，持续上述循环。</p>



<p>电位异常</p>	<p>供电零电位跳变为在+30V后持续5s, 再跳变为-30V后持续5s, 持续上述循环。</p>	 <p>电位异常工况下供电零电位的变化曲线</p>
<p>断电异常</p>	<p>供电过程中, 每隔10s中断供电一次, 中断时长=100ms。</p>	 <p>断电异常工况下供电电压的变化曲线</p>
<p>相位异常</p>	<p>由2个循环阶段构成 1.供电过程中, 使单个相位的偏移量跳变为+15%并持续5s, 再跳变为-15%并持续5秒, 连续进行6轮上述跳变循环 2.供电过程中, 使两个相位的偏移量分别跳变为+15%和-15%且偏移方向保持相反并持续5s, 再分别跳变为-15%和+15%且偏移方向保持相反并持续5s, 连续进行6轮上述跳变循环。</p>	 <p>相位异常工况下各相位偏移量的变化曲线</p>

### C.3.3 短路放电安全

#### C.3.3.1 试验准备

- 将被测车辆按照其放电类型, 按照图 C.3、图 C.4 所示的方式分别接入直流、交流放电测试系统;
- 将被测车辆在关闭全部车窗车门、关闭机舱盖、关闭后备箱盖、关闭天窗的情况下, 在测试环境下浸车 10 分钟;
- 启动可调放电负载和测试仪表, 等待其完成上电自检并进入 Ready 状态;
- 调整被测车辆的荷电状态, 使得 SOC > 80%。

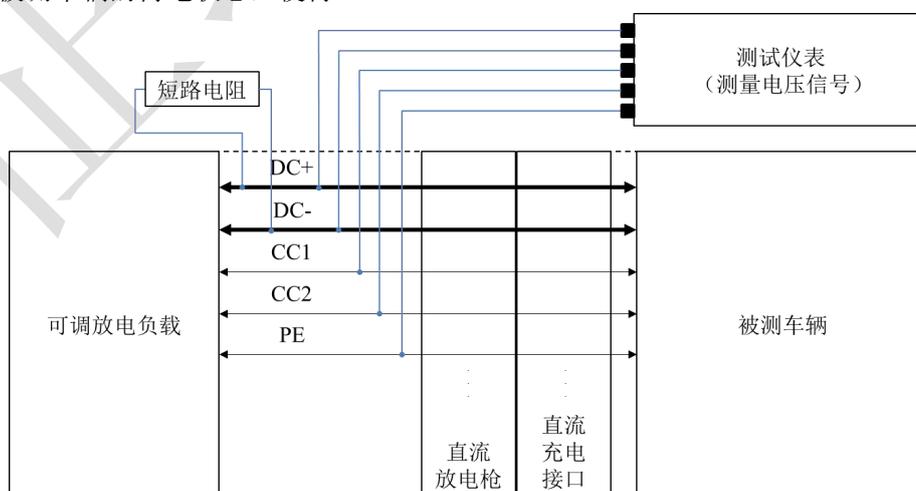


图 C.3 直流放电安全测试系统原理图

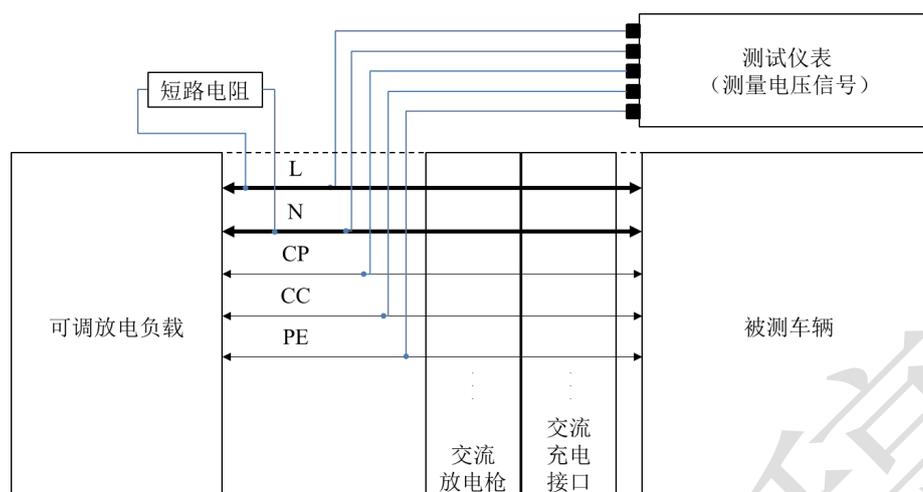


图 C.4 交流放电安全测试系统原理图

### C.3.3.2 试验过程

#### C.3.3.2.1 直流测试操作方法：

- 完成插枪动作，连接被测车辆的直流充电接口与可调放电负载，并启动放电；
- 等待放电电流达到被测车辆最大放电电流的 90%，持续时间 $\geq 10\text{s}$ ，并入测试电阻，电阻值 $< 20\text{m}\Omega$ ；
- 观察被测车辆的是否在 500ms 内停止放电并触发报警，DC+和 DC-对 PE 的电压在电子锁解锁前是否降到 60 V（DC）以下；
- 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障。

#### C.3.3.2.2 交流测试操作方法：

- 完成插枪动作，连接被测车辆的交流充电接口与可调放电负载，并启动放电；
- 等待放电电流达到被测车辆最大放电电流的 90%，持续时间 $\geq 10\text{s}$ ，并入测试电阻，电阻值 $< 10\text{m}\Omega$ ；
- 观察被测车辆的是否在 500ms 内停止放电并触发报警，L 和 N 对 PE、L 和 N 之间的电压在电子锁解锁前是否降到 30 V（AC）以下；
- 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障。

### C.3.4 淋雨充电安全

#### C.3.4.1 试验准备

- 将被测车辆按照其充电类型，按照图 C.1、图 C.2 所示的方式分别接入直流、交流充电测试系统；
- 将被测车辆在关闭全部车窗车门、关闭机舱盖、关闭后备箱盖、关闭天窗的情况下，在喷淋流量达到  $12.5\text{L}/\text{min} \pm 0.625\text{L}/\text{min}$ 、喷淋范围为全车、喷淋方向为竖直向下的淋雨环境下浸车 10 分钟；
- 启动充电测试系统和测试仪表，等待其完成上电自检并进入 Ready 状态；
- 调整被测车辆的荷电状态，使得  $\text{SOC} < 80\%$ 。

#### C.3.4.2 试验过程

##### C.3.4.2.1 直流测试操作方法：

- 在喷淋流量达到  $12.5\text{L}/\text{min} \pm 0.625\text{L}/\text{min}$ 、喷淋范围为全车、喷淋方向为竖直向下的淋雨环境下，完成插枪动作，连接被测车辆与直流充电测试系统；

- b) 启动充电，充电时间 $>5\text{min}$ 后，观察被测车辆是否无异常且全程充电回路绝缘电阻 $>500\ \Omega/\text{V}$
- c) 控制直流充电测试系统停止充电，并完成拔枪动作，观察被测车辆是否无异常且 DC+和 DC-对 PE 的电压在电子锁解锁前降到  $60\ \text{V}$  (DC) 以下；
- d) 重复步骤 a~步骤 c，共测试 3 次；
- e) 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障。

#### C.3.4.2.2 交流测试操作方法：

- a) 在喷淋流量达到  $12.5\text{L}/\text{min}\pm 0.625\text{L}/\text{min}$ 、喷淋范围为全车、喷淋方向为竖直向下的淋雨环境下，完成插枪动作，连接被测车辆与交流充电测试系统；
- b) 启动充电，充电时间 $>5\text{min}$ 后，观察被测车辆是否无异常且全程充电回路绝缘电阻 $>500\ \Omega/\text{V}$
- c) 控制直流充电测试系统停止充电，并完成拔枪动作，观察被测车辆是否无异常且 L 和 N 对 PE、L 和 N 之间的电压在电子锁解锁前降到  $30\ \text{V}$  (AC) 以下；
- d) 重复步骤 a~步骤 c，共测试 3 次；
- e) 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障。

附 录 D  
(规范性)  
应急安全试验方法

### D.1 范围

该方法适用于 M1 类电动汽车。

### D.2 试验条件

#### D.2.1 环境条件

除另有规定，本试验在温度为 0°C-40°C，相对湿度为 10%~90%，大气压力为 86kPa~106kPa 的室内环境或者风速不大于 2.5 km/h 的环境中进行。

#### D.2.2 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应不低于以下要求：

- a) 电压测量装置：±0.5% FS；
- b) 温度测量装置：±0.5 °C；
- c) 时间测量装置：±0.1% FS；
- d) 气体测量装置：±5% FS；
- e) 热流密度测量装置：±5% FS。

#### D.2.3 测试过程误差：

控制值与目标值之间的误差要求如下：

- a) 电压：±1%；
- b) 温度：±2°C。

#### D.2.3 数据记录与记录间隔

除另有规定，测试数据包括时间、温度、电压、气体、热流密度等记录间隔应不大于 1s。

#### D.2.4 车辆条件

D.2.4.1 车辆仪表显示电量应不低于95%，或充电至供应商规定的最高荷电状态。热扩散试验可能需要在测试开始前对整车或电池包或系统进行一定程度的改动，导致可能无法进行充电，需在试验开始前确认试验对象的SOC满足要求。

D.2.4.2 若车辆配置有发动机（增程器），油箱油量不低于 30%。

#### D.2.4.3 其他条件

- a) 辅助蓄电池正常工作。
- b) 儿童锁闭锁。
- c) 车辆的空调系统、空调外循环、车门、车窗、后备箱、活动车顶等均应处于关闭状态。若整车在发生热事件报警后有自动落窗功能，本项目中需关闭该功能。
- d) 除另有规定，车辆初始状态应为闭锁、高压上电状态，挡位处于 P/N 挡，车辆仪表盘和中控屏幕应显示正常且无报警信息。
- e) 试验尽可能少地对测试样品进行改动，制造商需提交所做改动的清单、说明文件。

### D.3 车辆传感器及摄像头布置

- D.3.1 乘员舱前排和后排乘员座椅头枕、脚踏地板位置和乘员舱顶部中心位置布置温度传感器。
- D.3.2 乘员舱前排和后排乘员座椅的头枕位置布置气体传感器，包括二氧化硫和一氧化碳。
- D.3.3 车辆四周水平距离车身外表面 2.0m，垂直高度为车窗门框最低点向上0.01m位置布置热流密度传感器。
- D.3.4 中央扶手箱和后排座椅位置布置摄像头，能够观察到前仪表板和乘员舱的变化。监控视角以及画面、声音要求清晰、良好。
- D.3.5 其他位置可根据供应商的要求增加传感器或摄像头。

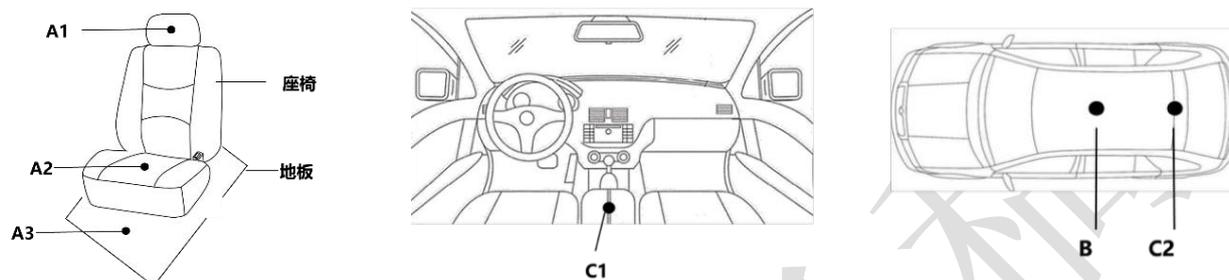


图 D.1 乘员舱传感器及摄像头布置示意图

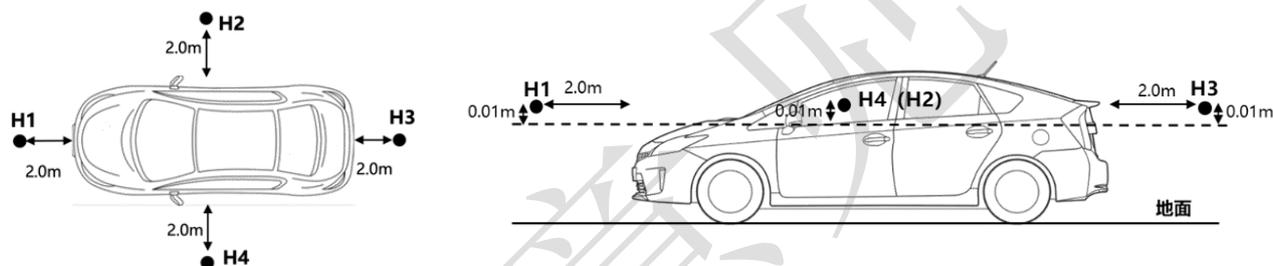


图 D.2 乘员舱外传感器及摄像头布置俯视图（左）和侧视图（右）

表 D.1 传感器类型及安装要求

序号	传感器类型	安装位置	数量（个）
1	温度传感器	乘员舱前排和后排乘员4个座椅A1、A2、A3	12
		乘员舱顶部B	1
2	二氧化硫传感器	副驾驶员位和左后乘客位座椅头枕A1	2
3	一氧化碳传感器	副驾驶员位和左后乘客位座椅头枕A1	2
4	热流密度传感器	车辆四周距车身距离2.0m处H1、H2、H3、H4	4
5	摄像头	中央扶手箱和后排座椅位置C1、C2	2

#### D.4 热失控触发方法及判定条件

##### D.4.1 针刺触发热失控

将电池系统内部冷却液放空。选择电池包内靠近中心位置，或者被其他电池单体包围的相邻2个电池单体。在车辆底护板和电池包底部正对电芯位置开孔，直至可以观察到电芯。

- 刺针材料：钢；
- 刺针直径：5 mm ~ 8 mm；
- 针尖形状：一字头；
- 针刺速度：3mm/s~10 mm/s；

- e) 针刺停止条件：直至热失控，或者针刺深度不低于针刺位置电池包高度的90%；
- f) 电池包针刺孔位置宜采用密封材料进行封堵。

D.4.2 除以上方法外，供应商要求的其他热失控触发方式。

#### D.4.3 热失控触发判定条件

- a) 触发对象产生电压降，且下降值超过初始电压的25%；
- b) 监测点温度达到制造商规定的最高工作温度；
- c) 监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1$  °C/s，且持续3 s 以上；
- d) 电池包底部有明显可见烟气；
- e) 有明显电池开阀声音。

当 a)和 c)或者 b)和 c)或者 d)和 e)发生时，判定发生热失控。

#### D.4.4 温度监测点

温度监测点按照D.3示意图布置。



图 D.3 温度传感器的布置位置示意图

#### D.4.5 电芯失效判定

电压异常、外壳或铝塑封装膜破裂、防爆阀开启。

#### D.5 车门解锁验证方法

##### D.5.1 应急式门把手

试验开始前，通过机械或电子方式使儿童锁闭锁，车辆闭锁，挡位处于P挡，断开辅助蓄电池。按照驾驶员位、副驾驶位、左后乘客位、右后乘客位依次拉动车内应急式门把手，通过监控车辆仪表盘、中控屏幕和试验人员观察判断车门状态。

按照D.2.4恢复车辆初始状态。

##### D.5.2 外拉手

热失控发生后5min从车辆外部对全部车门进行车门解锁。通过监控车辆仪表盘、中控屏幕和试验人员观察判断车门状态。

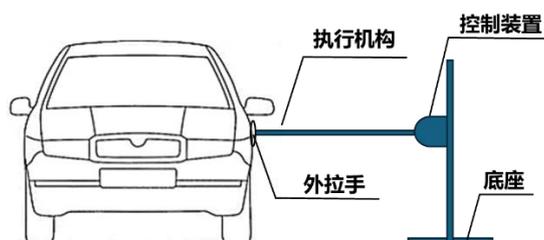


图 D.4 车外门锁功能验证装置示意图

#### D.6 人员触电防护测试方法

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 D.5 所示。记录  $U_{REESS}$ 、 $U_1$  和  $U_1'$  数值。

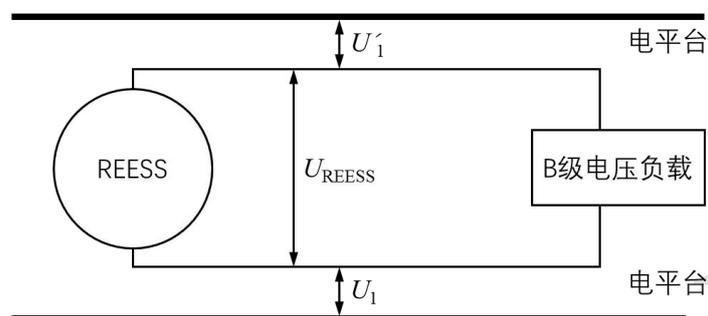


图 D.5 人员触电防护测试示意图

#### D.7 应急救援手册

按照GB/T 38117-2019审查车辆基本信息、动力系统信息及各类事故救援方案的完整性、有效性和实施性，事故类型包括车辆涉水、火灾和碰撞。

#### D.8 试验步骤

- a) 启动所有监测设备，包括气体传感器、热流密度传感器、温度传感器、摄像设备和数据采集设备；
- b) 按照 D.5.1 进行应急式门把手解锁测试，测试完接通辅助蓄电池，保证其正常工作；
- c) 启动热失控触发装置，针刺 1 号电芯，持续监控触发电芯温度和电压数据；  
若 1 号电芯未发生热失控，在该状态下持续观察 1h，整车状态没有明显变化则第 2 次启动热失控触发装置，针刺 2 号电芯，持续监控触发电芯温度和电压数据；
- d) 热失控发生后 30s 按照 D.6 进行人员触电防护测试；
- e) 热失控发生后 5min 按照 D.5.2 进行外拉手解锁测试；
- f) 若测试样品未起火，测试结束后继续观察 2h，所有监测点温度均不高于 60℃，结束试验，继续观察 24h；
- g) 若测试过程中出现明火，立即启动灭火设施，对车辆进行灭火直至灭火完成。