

C-EVES

中国新能源汽车安全专项

编号: C-EVES-A1-2025

中国新能源汽车安全专项测评规程

China New Energy Vehicles Electrical Safety Special Evaluation Protocol

(2025 版)

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

前 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	3
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	14
附 录 C（规范性） 充放电安全试验方法	17
附 录 D（规范性） 应急安全试验方法	25

前 言

新能源汽车是全球汽车产业转型升级、绿色发展的主要方向，是我国汽车产业高质量发展的战略选择。近年来我国新能源汽车迎来高速发展，在带来环保等优势的同时，也催生了区别于传统燃油车的全新安全问题。然而，安全是新能源汽车产业高质量发展的核心命题，进一步提升新能源汽车安全技术水平，填补复杂使用场景下的安全技术空白，是保障消费者生命财产安全、推动我国在全球新能源汽车竞争中占据技术制高点的关键举措。

为了深入、全面地评价新能源汽车安全技术水平，支撑行业安全监管、企业安全技术迭代升级和消费者选车购车，中国汽车工程研究院股份有限公司联合应急管理部天津消防研究所成立汽车火灾安全研究联合实验室，通过对近年来新能源汽车安全事故的原因分析、过程调查、特征提取，并结合产业发展形势和技术进步，研究制定了《中国新能源汽车安全专项测评规程》（简称“C-EVES”）。

针对当前新能源汽车实际使用场景中各类安全事故，C-EVES 制定了驾驶安全、电池安全、充放电安全和应急安全四个维度的测试评价方法，对测试过程的过充报警、绝缘阻值等多个指标进行评价打分，最终评价结果以优秀+（G+）、优秀（G）、良好（A）、一般（M）和较差（P）五个等级呈现。C-EVES 坚持“公平、公正、专业、权威”的基本原则，秉持“零伤亡、零事故”的愿景和使命，对产品安全水平进行更加全面、系统、客观的测试评价，为消费者选车用车提供参考，为企业技术升级提供支撑，为行业管理提供决策建议，持续推动新能源汽车产业健康发展，筑牢我国新能源汽车高质量发展的安全防线。

中国汽车工程研究院股份有限公司和应急管理部天津消防研究所两方保留对中国新能源汽车安全专项测评规程(C-EVES)的全部权利。未经两方授权，除企业自行进行技术开发的试验外，不允许其他机构使用中国新能源汽车安全专项测评规程(C-EVES)对汽车产品进行公开性或商业目的的试验或评价。随着中国道路交通安全以及车辆安全技术水平的不断发展和相关标准的不断更新，两方同时保留对试验项目和评价方法进行变更升级的权利。

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 18385—2024 纯电动汽车动力性能试验方法

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 19752—2024 混合动力电动汽车动力性能试验方法

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 23858—2009 检查井盖

GB 38031—2025 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB 44263—2024 电动汽车传导充电系统安全要求

GB/T 43332—2023 电动汽车传导充放电安全要求

3 术语和定义

GB 18384—2020、GB/T 18487.1—2023、GB/T 19596—2017、GB/T 20234.1—2023、GB 38031—2025、GB 44263—2024、GB/T 43332—2023 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

对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

微网充电安全测试 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

短路放电安全测试 security test of short-circuit discharging

在外部短路情况下的放电安全测试。

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。

3.13

安全措施 safety measure

用来避免或控制系统性失效，探测或控制随机硬件失效，或减轻他们有害影响的活动或技术解决方案（如降功率、限制最高车速和下高压等）。

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件

DC+：直流电源正极

DC-：直流电源负极

CC1：直流充电连接确认信号线 1

CC2：直流充电连接确认信号线 2

L1、L2、L3：交流电源相线

N：交流电源中性线或零线

CAN_H: CAN 总线的高电平信号线

CAN_L: CAN 总线的低电平信号线

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)

HVIL: 高压互锁回路 (High Voltage Inter Lock)

CAN: 控制器局域网络 (Controller Area Network)

CP: 控制导引 (Control Pilot)

CC: 连接确认 (Connection Confirm)

PE: 保护接地 (Protective Earthing)

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		行车误操作安全保护	
3	电池安全	井盖刮底	附录B
4		模拟涉水	
5	充放电安全	过充充电安全	附录C
6		微网充电安全	
7		短路放电安全	
8		淋雨充电安全	
9	应急安全	应急防护	附录D
10		烟气安全	
11		热安全	
12		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	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
1	电气失效 安全保护	60%	动力系统通信总线 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。
2			动力系统通信总线 阻抗故障	10%	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			绝缘异常故障	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。
4			高压互锁故障	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 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。
6			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。
7			加速踏板传感器断 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。
8	行车误操作 安全保护	40%	行驶中同时踩加速 和制动踏板	40%	未制动优先：0 分；制动优先：100 分。
9			行驶中误换挡	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。
10			行驶中误下电	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	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
1	井盖刮底	60%	液体泄漏	30%	车辆底部电池包无液体泄漏得 100 分，出现液体泄漏得 0

序号	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
					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	20%	若下箱体与电芯、模组无间隙，则最大变形量 $\Delta L > 9\text{mm}$ 得 0 分， $6\text{mm} < \Delta L \leq 9\text{mm}$ 得 60 分， $3\text{mm} < \Delta L \leq 6\text{mm}$ 得 80 分， $\Delta L \leq 3\text{mm}$ 得 100 分。 若下箱体与电芯、模组有间隙，则最大变形量 $\Delta L > 12\text{mm}$ 得 0 分， $9\text{mm} < \Delta L \leq 12\text{mm}$ 得 60 分， $6\text{mm} < \Delta L \leq 9\text{mm}$ 得 80 分， $\Delta L \leq 6\text{mm}$ 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	/	车辆发出报警信号得 5 分，包括但不限于仪表信号、声音信号、灯光信号等，无报警信号得 0 分。
6	模拟涉水	40%	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。
7			车辆故障报警	40%	涉水完成后，试验车辆无故障报警得 100 分，有故障报警得 0 分。

注 1：最大变形量为动力电池包底部的变形量。若电池包底护板可拆卸，则需拆除护板后，测量电池包底部变形量；

注 2：底部磕碰报警 A 为加分项目；

注 3：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。

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	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
1	过充 充电安全	30%	直流过充	50%	1.测试过程中 10s 内主动断开充电回路，测试后未产生故障 100 分； 2.测试过程中未主动断开充电回路：0 分； 3.测试后产生故障：0 分。
2			交流过充	50%	1.测试过程中 10s 内主动断开充电回路，测试后不产生故障 100 分； 2.测试过程中未主动断开充电回路：0 分； 3.测试后产生故障：0 分。
3	微网 充电安全	20%	供电电压异常	20%	1.测试过程中未出现充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：100 分； 2.测试过程中出现了充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：50 分； 3.测试后产生故障：0 分。
4			供电频率异常	20%	1.测试过程中未出现充电启动失败或充电异常终止，测

序号	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
					试后未产生故障：100 分； 2.测试过程中出现了充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：50 分； 3.测试后产生故障：0 分。
5			供电电位异常	20%	1.测试过程中未出现充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：100 分； 2.测试过程中出现了充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：50 分； 3.测试后产生故障：0 分。
6			供电中断异常	20%	1.测试过程中未出现充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：100 分； 2.测试过程中出现了充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：50 分； 3.测试后产生故障：0 分。
7			供电相位异常	20%	1.测试过程中未出现充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：100 分； 2.测试过程中出现了充电启动失败或充电异常终止，测试后未产生故障：50 分； 3.测试后产生故障：0 分。
8	短路 放电安全	20%	直流短路放电	50%	1.1s 内停止放电并报警，静置后可以启动充电与放电，测试后未产生故障：100 分； 2.1s 内停止放电并报警，静置后可以启动充电、不可以启动放电，测试后未产生故障：80 分； 3.1s 内停止放电并报警，静置后不可以启动充电，测试后未产生故障：60 分； 4.1s 内停止放电但未触发报警，静置后可以启动充电与放电，测试后未产生故障：50 分； 5.1s 内停止放电但未触发报警，静置后可以启动充电、不可以启动放电，测试后未产生故障：40 分； 6.1s 内停止放电但未触发报警，静置后不可以启动充电，测试后未产生故障：30 分； 7.未在 1s 内停止放电或测试后产生故障：0 分。
9			交流短路放电	50%	1.1s 内停止放电并报警，静置后可以启动充电与放电，测试后未产生故障：100 分； 2.1s 内停止放电并报警，静置后可以启动充电、不可以启动放电，测试后未产生故障：80 分； 3.1s 内停止放电并报警，静置后不可以启动充电，测试后未产生故障：60 分； 4.1s 内停止放电但未触发报警，静置后可以启动充电与放电，测试后未产生故障：50 分； 5.1s 内停止放电但未触发报警，静置后可以启动充电、

序号	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
					不可以启动放电，测试后未产生故障：40 分； 6.1s 内停止放电但未触发报警，静置后不可以启动充电，测试后未产生故障：30 分； 7.未在 1s 内停止放电或测试后产生故障：0 分。
10	淋雨 充电安全	30%	直流淋雨充电	50%	1.充电全流程正常，过程中最大接触电流≤2mA，测试后绝缘电阻大于 500Ω/V 且未产生故障：100 分； 2.充电过程中出现启动失败或异常终止，过程中最大接触电流≤2mA，测试后绝缘电阻大于 500Ω/V 且未产生故障:60 分； 3.过程中最大接触电流＞2mA 或测试后绝缘电阻＜500Ω/V 或测试后产生故障：0 分。
11			交流淋雨充电	50%	1.充电全流程正常，过程中最大接触电流≤0.5mA，测试后绝缘电阻大于 500Ω/V 且未产生故障：100 分； 2.充电过程中出现启动失败或异常终止，过程中最大接触电流≤0.5mA，测试后绝缘电阻大于 500Ω/V 且未产生故障:60 分； 3.过程中最大接触电流＞0.5mA 或测试后绝缘电阻＜500Ω/V 或测试后产生故障：0 分。
注 1：报警：指被测车辆因检测到可逆或暂时性的系统异常状态、潜在风险，通过人机交互手段主动向用户告知的动作。报警的呈现方式包括：仪表显示、车机显示、声光振动、APP 推送或车辆生产商规定的其他方式。 注 2：故障：指被测车辆因检测到无法自动恢复的系统功能失效或性能下降，通过人机交互手段主动向用户告知的动作。故障的呈现方式包括：仪表显示、车机显示或车辆生产商规定的其他方式。					

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	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
1	应急防护	45%	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	5%	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，无醒目标识得0分。
5			车门解锁	25%	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%	车辆热事件报警后30s内最大电压值不大于30V交流且不大于60V直流，得100分；若大于30V交流或大于60V直流，得 0 分。
7	烟气安全	25%	二氧化硫	50%	车内热事件报警之前和进入失控状态后15 min内 $\text{CSO}_2 < 0.001 \text{ VOL\%}$ 得100分， $0.001 \leq \text{CSO}_2 < 0.005 \text{ VOL\%}$ 得80分， $0.005 \leq \text{CSO}_2 < 0.01 \text{ VOL\%}$ 得60分，超过0.01 VOL%得0分。

序号	二级评价维度	权重	三级测试指标	权重	判定标准
8			一氧化碳	50%	车内热事件报警之前和进入失控状态后15min内 $C_{CO} < 0.01 \text{ VOL\%}$ 得100分， $0.01 \leq C_{CO} < 0.05 \text{ VOL\%}$ 得80分， $0.05 \leq C_{CO} < 0.1 \text{ VOL\%}$ 得60分，超过0.1 VOL%得0分。
9	热安全	25%	高温防护	55%	进入失控状态后15min内乘员舱内温度监控点最大温度 $T_{\max} < 50^\circ\text{C}$ 得100分， $50^\circ\text{C} \leq T_{\max} \leq 60^\circ\text{C}$ 得80分， $60^\circ\text{C} \leq T_{\max} \leq 70^\circ\text{C}$ 得60分，超过70°C得0分。
10			环境物品防护	15%	进入失控状态后15min内距车身距离2.0m处热辐射值(q) $< 2.5 \text{ kW/m}^2$ 得100分， $2.5 \leq q < 4.7 \text{ kW/m}^2$ 得80分， $4.7 \leq q < 10 \text{ kW/m}^2$ 得60分，超过10 kW/m²得0分。
11			电池单体失效数量	30%	电池单体失效数量 $n=0$ ，得100分；电池单体失效数量 $1 \leq n \leq 3$ ，得80分； $4 \leq n \leq 7$ ，得60分； $8 \leq n \leq 10$ ，得20分； $10 < n$ ，得0分。
12	应急救援	5%	应急方案	100%	包含车辆动力系统信息、应急装置信息、安全标志信息、应急救援人员所需防护装具和车辆高压电切断步骤信息得70分，缺少一项扣14分。 涉水事故救援方案有效且具备实施性得10分，有效但实施性不足得5分，方案无效得0分； 火灾事故救援方案有效且具备实施性得10分，有效但实施性不足得5分，方案无效得0分； 碰撞事故救援方案有效且具备实施性得10分，有效但实施性不足得5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； 注3：电池单体失效数量不包含触发电池单体。					

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；

δ_3 ——三级测试指标权重；

δ_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、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	$100 \geq S \geq 90$	$90 > S \geq 80$	$80 > S \geq 70$	$70 > S$
电池安全	$100 \geq S \geq 94$	$94 > S \geq 84$	$84 > S \geq 60$	$60 > S$
充放电安全	$100 \geq S \geq 93$	$93 > S \geq 85$	$85 > S \geq 70$	$70 > S$
应急安全	$100 \geq S \geq 90$	$90 > S \geq 80$	$80 > S \geq 60$	$60 > S$

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M1类电动汽车。

A.2 试验准备

A.2.1 试验环境

试验环境温度：-20℃~45℃。

A.2.2 试验场地及设备

A.2.2.1 试验场地

试验场地应为用水泥混凝土或沥青铺装的路面，路面平坦、清洁且无积水。

A.2.2.2 试验设备

五轴动力总成测试系统、电阻箱。

A.2.3 样品准备

A.2.3.1 试验对象

试验车辆运行状态正常，无故障报警。

A.2.3.2 准备项目

车辆表显 SOC 应处于 20%~90%之间。

收集试验车辆样品信息表、故障分级表，试验相关整车线束分布图。

A.2.3.3 轮胎气压

充气到供应商规定的气压值。

A.3 试验方法

A.3.1 电气失效安全保护

A.3.1.1 试验准备

- 1) 检查车辆状态，确保无故障报警；
- 2) 确定动力系统总线、高压接插件、HVIL 线、加速踏板信号线、加速踏板地线、加速踏板电源线的具体位置；
- 3) 将车辆按要求安装到五轴动力总成测试系统。

A.3.1.2 动力系统通信总线短路故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，将动力系统总线延长至乘员舱并外接开关，确保开关处于断开状态，试验人员可以通过开关的闭合实现 CAN_H 对 CAN_L 短路；
- 2) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 3) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5 \text{ km/h}$ ；
- 4) 闭合外接开关，使动力系统通信总线 CAN_H 对 CAN_L 短路；

- 5) 车辆提示故障后，踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 12s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 6) 断开外接开关，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A.3.1.3 动力系统通信总线阻抗故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，将动力系统总线的 CAN_H 和 CAN_L 分别连接电阻箱输入和输出并延长至乘员舱，电阻箱的阻值大于 200Ω；
- 2) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 3) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 35±5km/h；
- 4) 调节电阻箱的阻值从 200Ω 逐渐变化至 20Ω，模拟 CAN 总线阻抗异常故障；
- 5) 车辆提示故障后，踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 12s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 6) 断开电阻箱，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A.3.1.4 绝缘异常故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，选取高压线路正极或负极对车身地串联电阻箱并延长至乘员舱，确保电阻箱此时阻值大于 2MΩ；
- 2) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 3) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 35±5km/h；
- 4) 调节电阻箱的阻值触发整车绝缘异常故障；
- 5) 车辆提示故障后，踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 10s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 6) 断开电阻箱，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A.3.1.5 高压互锁故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，将 HVIL 线延长至乘员舱并外接开关，确保开关处于闭合状态；
- 2) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 3) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 35±5km/h；
- 4) 断开外接开关，使 HVIL 线断开；
- 5) 车辆提示故障后，踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 12s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 6) 闭合外接开关，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A.3.1.6 加速踏板传感器对电源短路故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，将双路/单路加速踏板传感器信号线和电源线延长至乘员舱并做好绝缘防护处理；
- 2) 将信号线和电源线外接开关，确保开关处于断开状态，试验人员可以通过开关的闭合模

拟短路故障；

- 3) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 4) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5 \text{km/h}$ ；
- 5) 闭合外接开关，使加速踏板传感器信号线对电源线短路；
- 6) 踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 12s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 7) 断开外接开关，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A. 3. 1. 7 加速踏板传感器对地短路故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，将双路/单路加速踏板传感器信号线和地线延长至乘员舱并做好绝缘防护处理；
- 2) 将信号线和地线外接开关，确保开关处于断开状态，试验人员可以通过开关的闭合模拟短路故障；
- 3) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 4) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5 \text{km/h}$ ；
- 5) 闭合外接开关，使加速踏板传感器信号线对地线短路；
- 6) 踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 12s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 7) 断开外接开关，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A. 3. 1. 8 加速踏板传感器断路故障

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 车辆低压蓄电池下电，将双路/单路加速踏板传感器信号线延长至乘员舱并外接开关，确保开关处于闭合状态，试验人员可以通过开关的断开模拟断路故障；
- 2) 车辆低压蓄电池上电、整车上电，确保整车无故障；
- 3) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5 \text{km/h}$ ；
- 4) 断开外接开关，使加速踏板传感器信号线断开；
- 5) 踩下车辆加速踏板，观察车辆是否采取安全措施，若 12s 内未采取安全措施，则立即对车辆进行制动并安全停车；
- 6) 闭合外接开关，操作车辆重新上下电，检查车辆是否恢复试验前状态。

A. 3. 2 行车误操作安全保护

A. 3. 2. 1 试验准备

- 1) 检查车辆状态，确保无故障报警；
- 2) 确定车辆车内下电操作方法；
- 3) 将车辆驾驶至道路起始位置。

A. 3. 2. 2 行驶中同时踩加速和制动踏板

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5 \text{km/h}$ ；
- 2) 维持加速踏板开度的同时，踩下制动踏板，保持双踏板操作状态持续 5s；

- 3) 观察车辆是否执行制动优先，若无制动响应，立即人工介入制动并安全停车；
- 4) 再次操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5\text{km/h}$ ；
- 5) 维持制动踏板开度的同时，踩下加速踏板，保持双踏板操作状态持续 5s；
- 6) 观察车辆是否执行制动优先，若无制动响应，立即人工介入制动并安全停车。

A. 3. 2. 3 行驶中误下电

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5\text{km/h}$ ；
- 2) 通过启停键或屏幕虚拟按钮等方式在车内执行下电操作；
- 3) 观察车辆是否识别误下电操作并触发声光电报警；
- 4) 如遇危险情况，立即停车。

A. 3. 2. 4 行驶中误换挡

试验车辆按照以下步骤进行试验并记录故障注入时间、仪表报警时间、紧急运行时间、进入安全状态时间、车辆车速和仪表显示信息。

- 1) 操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $35 \pm 5\text{km/h}$ ；
- 2) 驾驶员执行切换 P 挡操作；
- 3) 观察车辆是否识别误换挡操作并触发声光电报警；
- 4) 再次操作车辆挂 D 挡，将车速稳定在 $30 \sim 35\text{km/h}$ ；
- 5) 驾驶员执行切换 R 挡操作；
- 6) 观察车辆是否识别误换挡操作并触发声光电报警；
- 7) 如遇危险情况，立即停车。

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：±1 °C；
- c) 电压测量装置：±0.5% FS；
- d) 时间测量装置：±0.1s。

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。

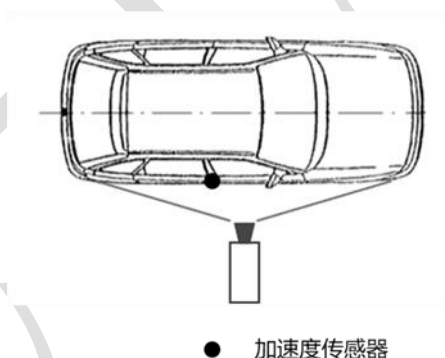


图 B.1 传感器布置示意图

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 30kg 。试验质量应在试验报告中体现。

B.2.5.3 电量要求

试验前应对车辆进行充电。纯电动汽车按照 GB/T 18385—2024 中 5.1 进行完全充电，可外接充电式混合动力汽车按照 GB/T 19752—2024 中 5.1 进行完全充电。不可外接充电混合动力电动汽车按车辆正常运行状态准备试验。试验应在车辆充电结束后 24h 内进行。

B.3 试验步骤

B.3.1 总体要求

在试验前根据动力电池包实际结构或相关设计资料进行选取预定测试区域，通常选取动力电池包前方电芯或液冷板下方且没有电池包箱体结构梁的位置。

整体试验过程中同一试验车辆应按照步骤 B.3.2 和 B.3.3 的顺序依次进行。若车辆具有自动紧急刹车功能或动能回收功能，在步骤 B.3.2 和 B.3.3 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 井盖刮底试验

B.3.2.1 试验工装

如图 B.2 所示，刮底工装为满足 GB/T 23858—2009 规定的井盖，井盖材质为轧制钢，直径为 $770 \pm 10\text{mm}$ ，井盖边缘厚度为 $50 \pm 3\text{mm}$ ，井盖边缘斜度为 1:10。可根据试验场地情况选择完整井盖或部分井盖结构。

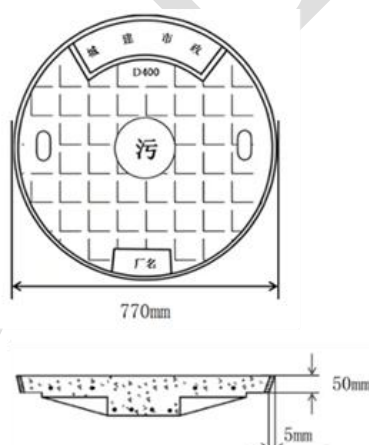


图 B.2 井盖工装形式

B.3.2.2 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.3 所示，刮底测试前，调整车辆前进方向，使车辆驶上导引工装。导引工

装由斜坡和平台组成，斜坡长度 L_1 与平台长度 L_2 可视车辆轴距进行选取，保证电池包底部刚蹭时车辆前后车轮不在导引工装上，平台高度根据车辆电池包底部与前副车架底部的高度差在 $0\text{ mm} \leq H \leq 50\text{ mm}$ 内进行选取。

c) 刮底重叠量：井盖与水平地面保持 $45^\circ \pm 3^\circ$ 夹角，顶部最高点与车辆电池包底部在 Z 向上的重叠量为 $30(+6/0)\text{mm}$ 。

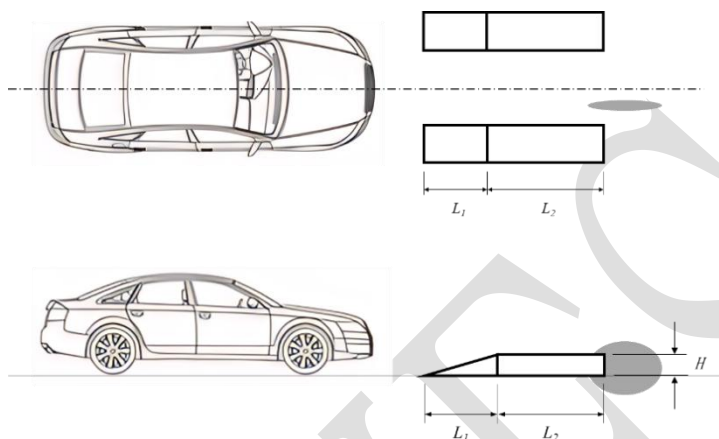


图 B.3 井盖刮底测试示意图

d) 车辆速度：车辆速度应保持为 $35 \pm 3\text{km/h}$ ，并在碰撞前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。

B.3.2.3 完成上述试验步骤后观测 2 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、电池包接插件与线缆松动或损坏情况，测量电池包底部最大变形量，按照 GB 18384—2020 中 6.2.1 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，接插件与线缆无松动或损坏现象，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 模拟涉水试验

B.3.3.1 试验要求

a) 涉水深度：300mm。

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 $8 \pm 2\text{km/h}$ 。

d) 涉水距离：车辆应在涉水池中行驶不少于 500m。若水池距离小于 500m，应重复试验使涉水距离累计不少于 500m，包括车辆在水池外的总试验时间应少于 10min。

B.3.3.2 完成上述试验步骤，在试验环境温度下观测 2h 后，检查并记录故障报警信号，并按照 GB 18384—2020 中 6.2.1 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

本方法适用于可外接充电或充放电的 M1 类纯电动乘用车。

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

本附录中的各项测试，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；

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

- 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。

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：

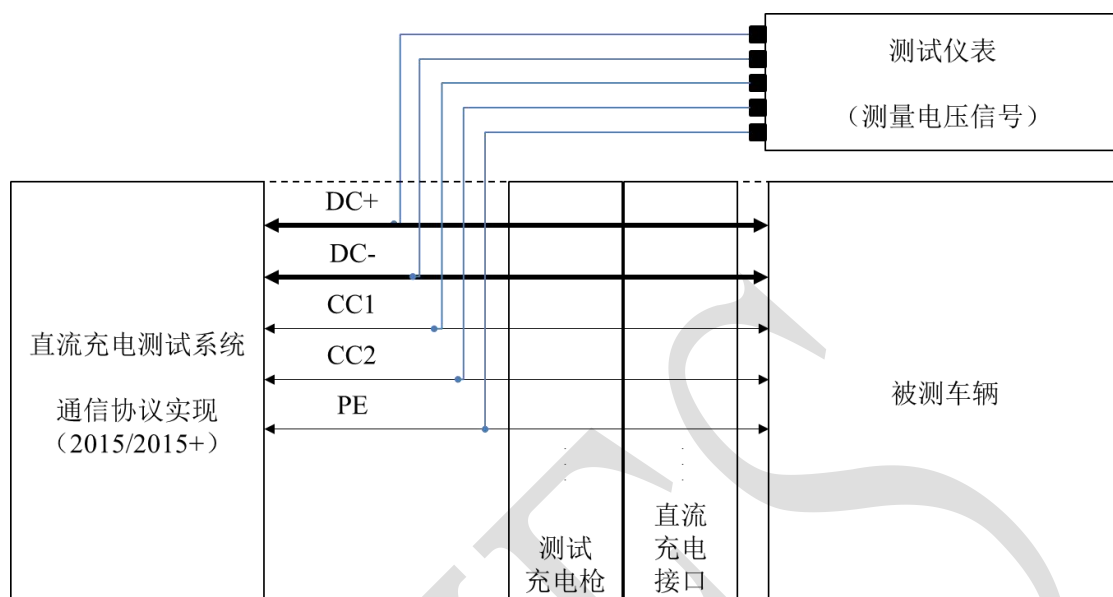


图 C.1 直流充电安全测试系统原理图

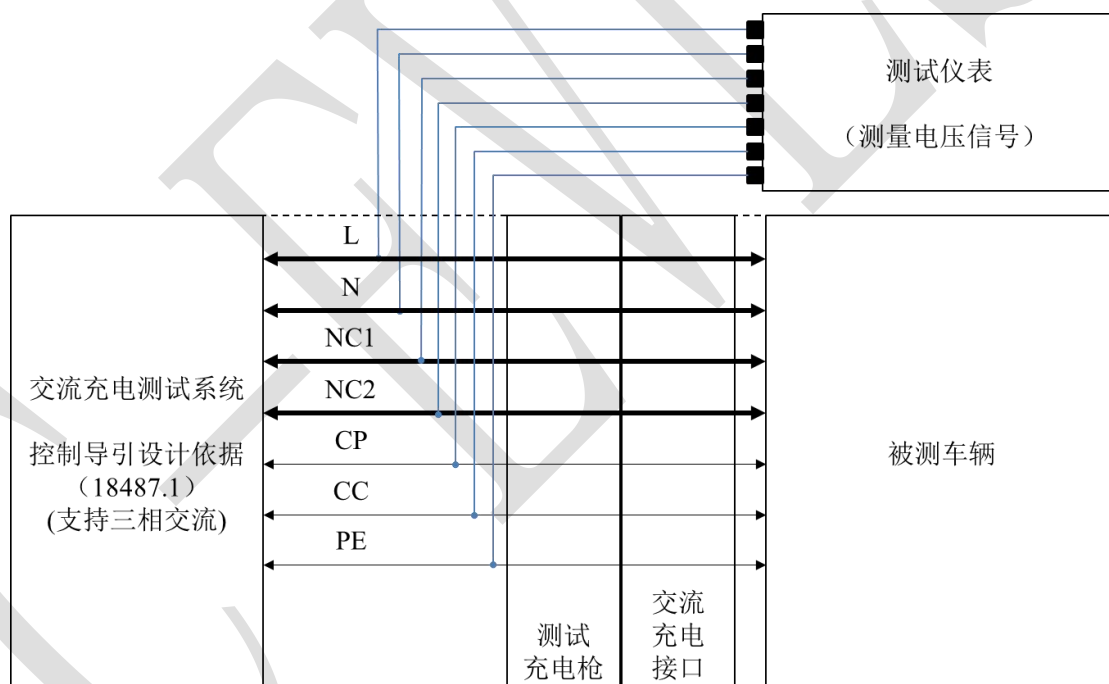


图 C.2 交流充电安全测试系统原理图

- b) 关闭被测车辆全部车窗车门、机舱盖、后备箱盖和天窗，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 $97\% \leq \text{SOC} < 100\%$ 。

C.3.1.2 试验过程

C.3.1.2.1 直流测试操作方法

- a) 完成插枪动作，连接被测车辆与直流充电测试系统，启动充电；
- b) 待被测车辆 SOC=100%或由达到由制造商设定的满充条件时，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 $>10s$ ，充电电流大小等于停止充电指令发出前 1min 内的平均充电电流，再停止充电；
- c) 观察被测车辆的是否主动断开充电回路；
- d) 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

- a) 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；
- b) 待被测车辆 SOC=100%或由达到由制造商设定的满充条件时，强制充电测试系统忽视车辆代表停止充电需求的 CP 电压变化，继续保持充电并输出 PWM 波形，持续时间 $>10s$ ，充电电流大小等于结束充电前 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 微网充电安全

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) 关闭被测车辆全部车窗车门、机舱盖、后备箱盖和天窗，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 $<80\%$ 。

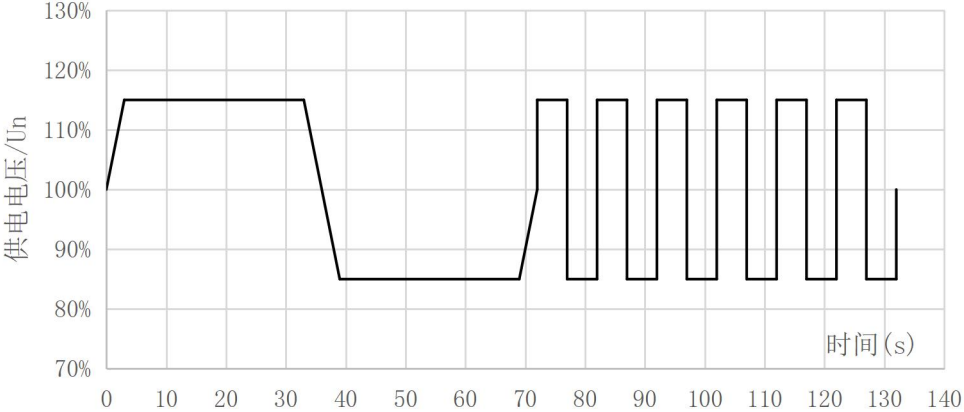
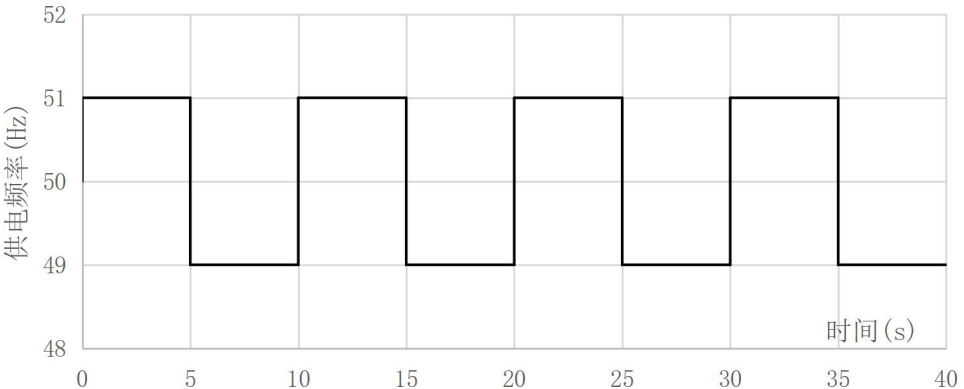
C.3.2.2 试验过程

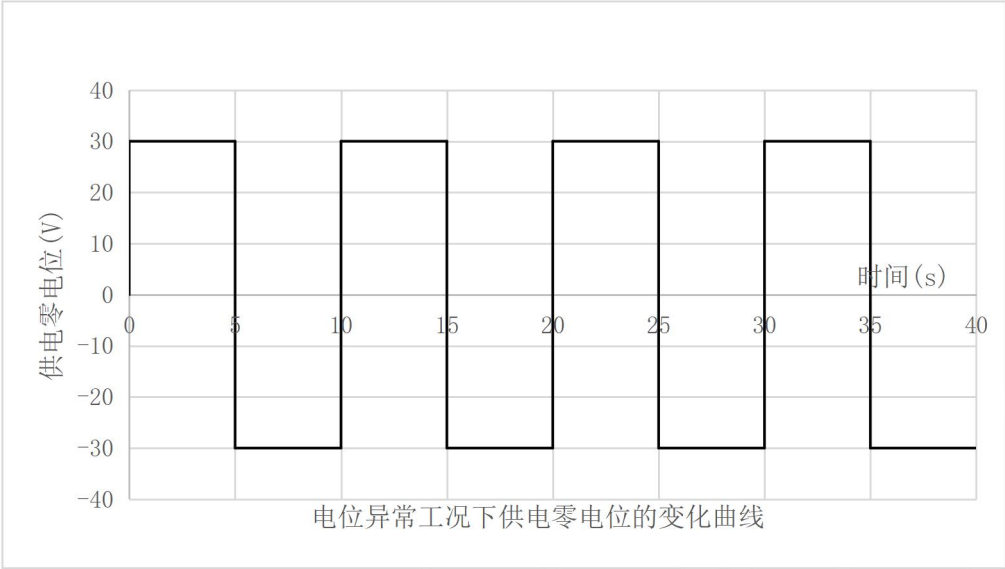
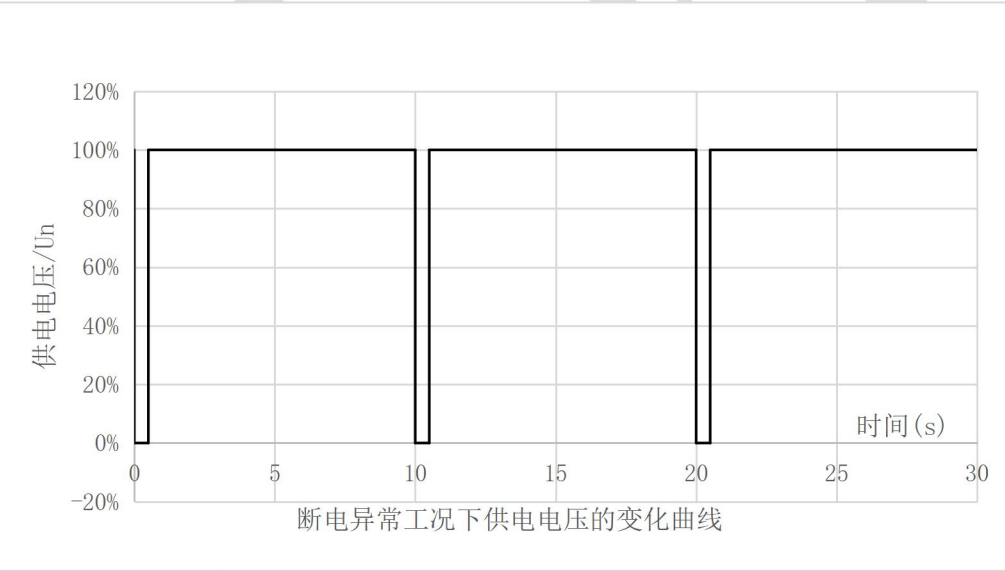
交流测试操作方法如下：

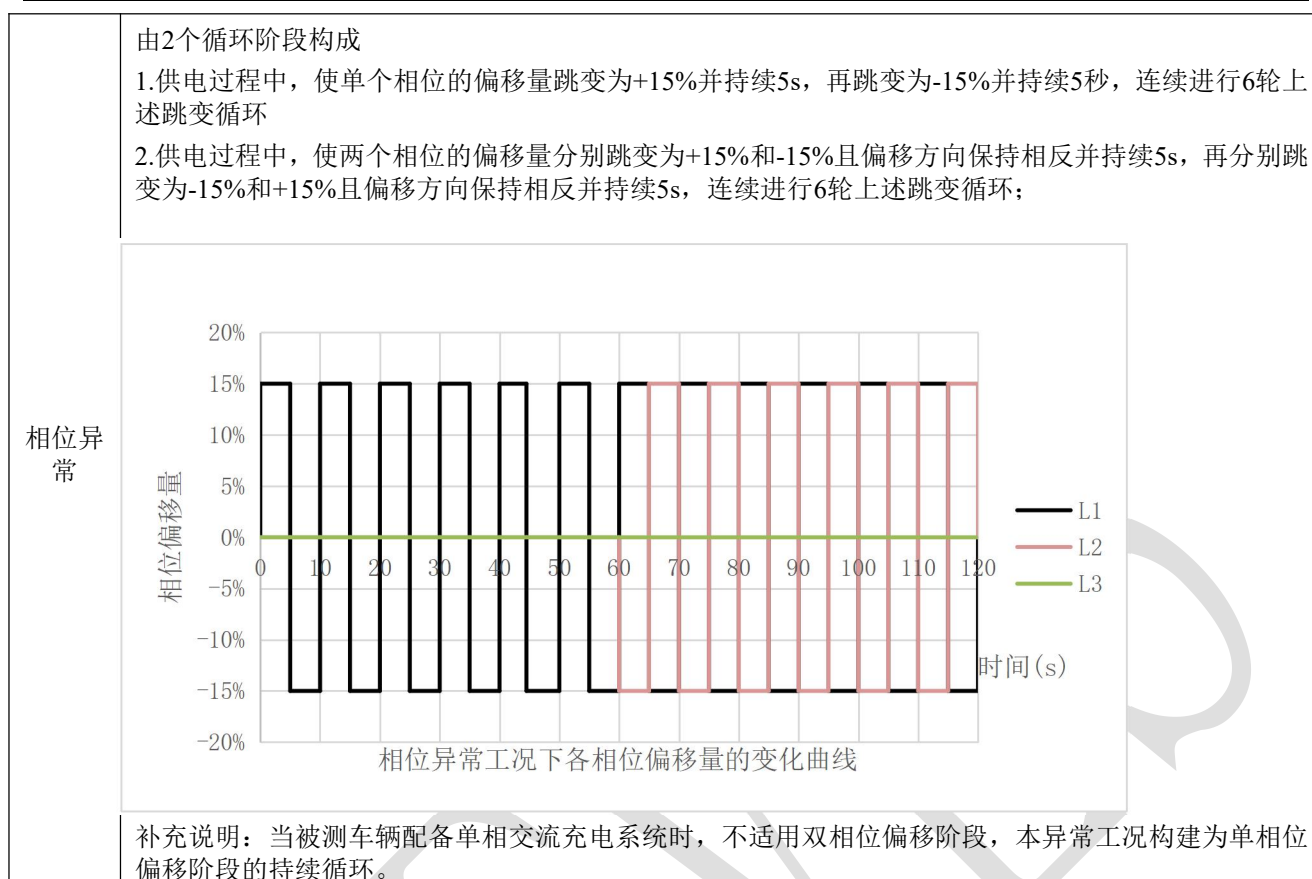
- a) 完成插枪动作，连接被测车辆与交流充电测试系统；
 - b) 按照表 C.2 构建电网异常工况后启动充电，充电时间 $>3min$ 后，控制被测车辆主动停止充电，并完成拔枪动作，观察上述过程中被测车辆是否产生报警；
 - c) 观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障；
 - d) 依次构建其他电网异常工况，重复步骤 a) ~ c)直至所有场景测试完成。
- 电网异常工况构建详情参考表 C.2 定义：

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	由3个循环阶段构成 1.供电电压从额定电压U_n以10 V/100ms的速率升至$U_n \times 115\%$，维持30s后再以5 V/100ms 的速率恢复至额定电压U_n； 2.供电电压从额定电压U_n以10 V/100ms的速率降至$U_n \times 85\%$，维持30s后再以5 V/100ms 的速率恢复至额定电压U_n； 3.供电电压跳变为额定电压$\times 115\%$后持续5s，再跳变为额定电压$\times 85\%$后持续5s，连续进行6轮上述跳变循环；  电压异常工况下供电电压的变化曲线
频率异常	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；  频率异常工况下供电频率的变化曲线

电位异常	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；  补充说明：针对单相交流充电，直流分量加在火线L与零线N之间；针对三相交流充电，直流分量加在各相线L1、L2、L3与中性点N之间。
断电异常	供电过程中，每隔10s中断供电一次，供电电压降为0V，中断时长=100ms； 



C.3.3 短路放电安全

C.3.3.1 试验准备

a) 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：

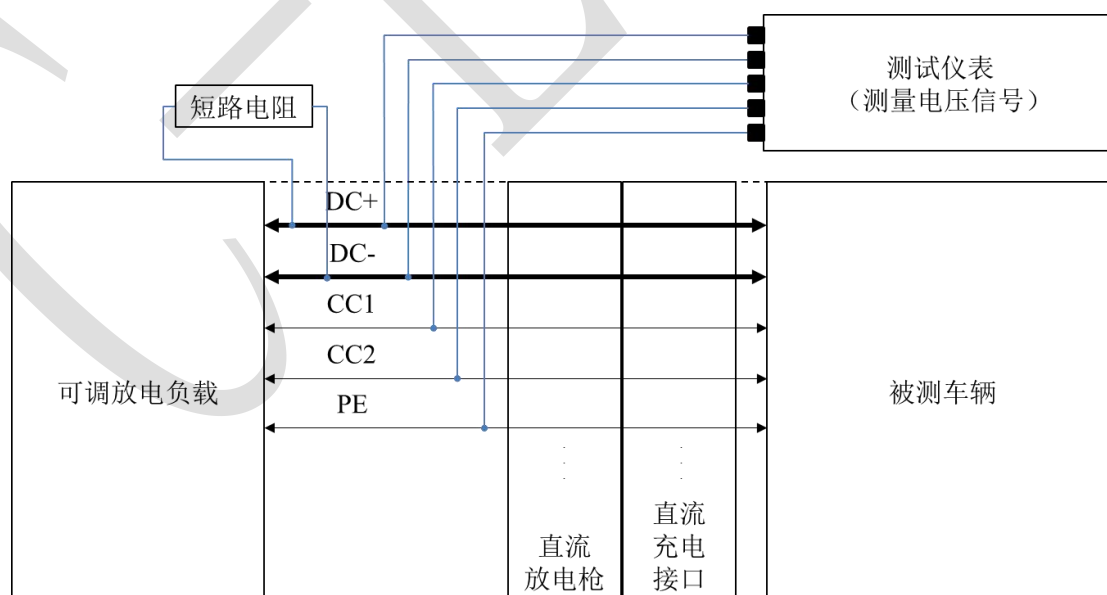


图 C.3 直流放电安全测试系统原理图

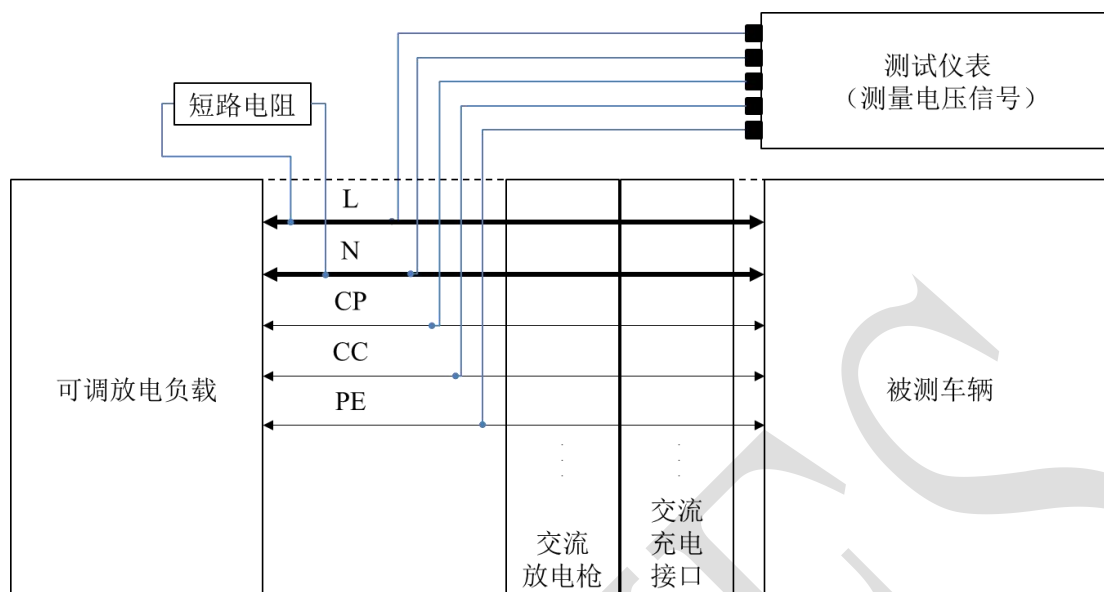


图 C.4 交流放电安全测试系统原理图

- b) 关闭被测车辆全部车窗车门、机舱盖、后备箱盖和天窗，在测试环境下浸车 10 分钟；
- c) 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；
- d) 调整被测车辆的荷电状态，使得 $SOC > 80\%$ 。

C.3.3.2 试验过程

C.3.3.2.1 直流测试操作方法

- a) 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；
- b) 等待放电电流达到被测车辆最大放电电流的 80%，持续时间 $\geq 10s$ ，并接入短路电阻，电阻值 $\leq 20m\Omega$ ；
- c) 观察被测车辆的是否在 1s 内停止放电并触发报警；
- d) 将被测车辆在试验环境温度下静置 10 分钟，分别验证被测车辆是否可以正常启动充电、放电，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

- a) 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；
- b) 等待放电电流达到被测车辆最大放电电流的 80%，持续时间 $\geq 10s$ ，并接入短路电阻，电阻值 $\leq 10m\Omega$ ；
- c) 观察被测车辆的是否在 1s 内停止放电并触发报警；
- d) 将被测车辆在试验环境温度下静置 10 分钟，分别验证被测车辆是否可以正常启动充电、放电，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

- a) 关闭被测车辆全部车窗车门、机舱盖、后备箱盖和天窗，在喷淋流量达到 $12.5L/min \pm 0.625L/min$ 、喷淋方向为竖直向下的淋雨环境下浸车 10 分钟；
- b) 调整被测车辆的荷电状态，使得 $SOC < 80\%$ 。

C.3.4.2 试验过程

C.3.4.2.1 直流测试操作方法

a) 在喷淋流量达到 $12.5\text{L}/\text{min} \pm 0.625\text{L}/\text{min}$ 、喷淋方向为竖直向下的淋雨环境下，完成直流充电枪插枪动作；

b) 启动充电，保证充电时间 $> 5\text{min}$ ，充电过程中观察被测车辆是否产生报警，并按照 GB/T 43332-2023 中 13.6 进行接触电流测试；

c) 控制直流充电桩停止充电，并完成拔枪动作，观察被测车辆是否产生报警；

d) 重复步骤 a) ~c)，共测试 3 次；

e) 完成上述试验步骤，在试验环境温度下观测 0.5h 后，观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障，并按照 GB 18384-2020 中 6.2.1 的方法测量整车绝缘电阻值。

C.3.4.2.2 交流测试操作方法

a) 在喷淋流量达到 $12.5\text{L}/\text{min} \pm 0.625\text{L}/\text{min}$ 、喷淋方向为竖直向下的淋雨环境下，完成交流充电枪插枪动作；

b) 启动充电，保证充电时间 $> 5\text{min}$ ，充电过程中观察被测车辆是否产生报警，并按照 GB/T 43332-2023 中 13.6 进行接触电流测试；

c) 控制交流充电桩停止充电，并完成拔枪动作，观察被测车辆是否产生报警；

d) 重复步骤 a) ~c)，共测试 3 次；

e) 完成上述试验步骤，在试验环境温度下观测 0.5h 后，观察被测车辆仪表是否产生涉及 BMS、动力电池的故障，并按照 GB 18384-2020 中 6.2.1 的方法测量整车绝缘电阻值。

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 $>0^{\circ}\text{C}$ ，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： $\pm 0.5\%$ FS；
- b) 温度测量装置： $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 气体测量装置： $\pm 5\%$ FS；
- d) 热流密度测量装置： $\pm 5\%$ FS。

D.2.3 数据记录与记录间隔

除另有规定，测试数据包括温度、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%，或充电至制造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。

试验前将电池包或系统的温度调整至 $22^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

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、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，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，若有改动不应影响测试结果，且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的头枕、脚踏地板和乘员舱顶部中心处布置温度传感器。

D.3.2 乘员舱前排和后排乘员座椅的头枕处布置气体传感器，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，垂直高度与车窗中心点离地高度相同位置布置热流密度传感器。

D.3.4 中央扶手箱、后排座椅、车辆外部斜对角45°、车辆底部前端和后端位置布置摄像头，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 其他位置可根据制造商的要求增加传感器或摄像头。

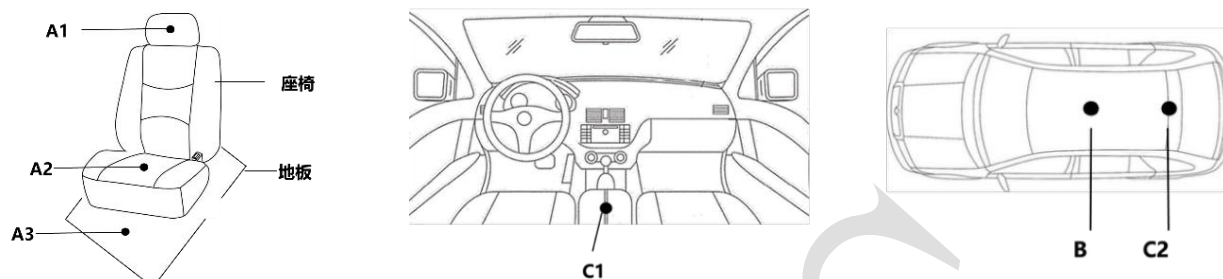


图 D.1 乘员舱内传感器及摄像头布置示意图

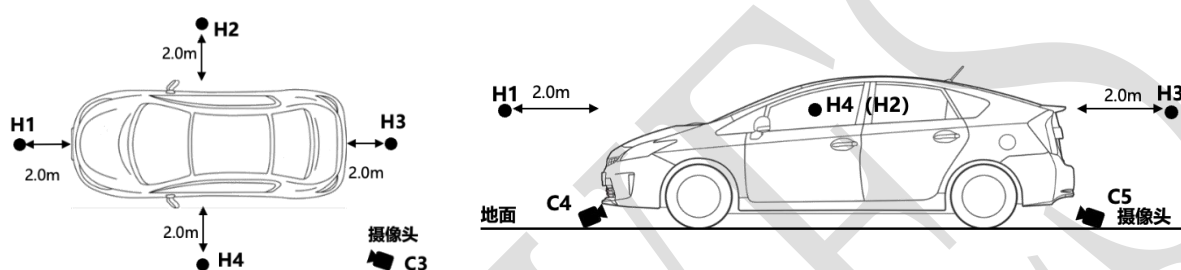


图 D.2 乘员舱外传感器布置俯视图（左）和侧视图（右）

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	主驾驶员位和副驾后排乘客位座椅头枕A1	2
3	一氧化碳传感器	副驾驶员位和主驾后排乘客位座椅头枕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
		车辆外部斜对角45°位置、车辆底部前端和后端位置C3、C4、C5	3

D.4 热失控触发方法及失控状态判定

D.4.1 针刺触发热失控

选择电池包内靠近中心位置，或者被其他电池单体包围的电池单体。

- 刺针材料：钢；
- 刺针直径：3 mm ~ 8 mm；
- 针尖形状：一字头；
- 针刺速度：0.1mm/s~10 mm/s；
- 针刺停止条件：直至进入失控状态，或者针刺深度达到触发电池单体沿针刺方向尺寸的90%；
- 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，可采用制造商提供的其他热失控触发方式。

D.4.3 失控状态判定

- 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) 电池包周围有明显可见烟气；
 - e) 车辆发出热事件报警信号。
- 当 a)和 c)或者 b)和 c)或者 d)或者 e)发生时，判定进入失控状态。

D.4.4 温度监测点

温度监测点按照D.3示意图布置。

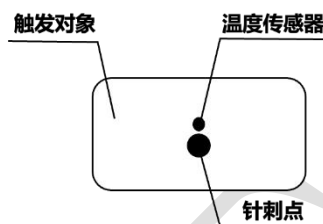


图 D.3 温度传感器的布置位置示意图

D.4.5 电池单体失效判定

电压低于额定电压、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、副驾后排乘客位、主驾后排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

车辆热事件报警后立即从车辆外部对主驾侧前后车门进行解锁。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。

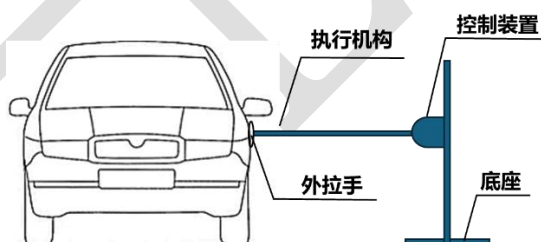


图 D.4 车外门锁功能验证装置示意图

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。

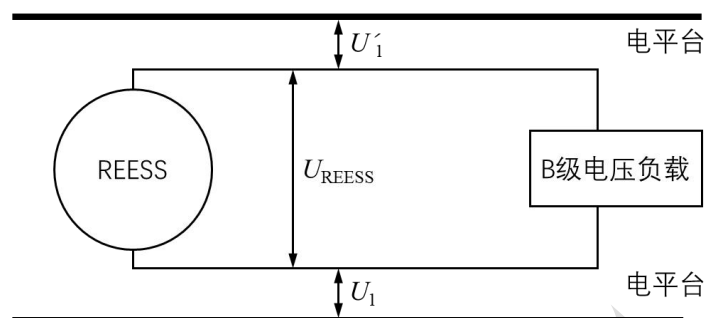


图 D.5 人员触电防护测试示意图

D.7 应急方案

D.7.1 动力系统信息

D.7.1.1 应以车型侧视透视图和俯视透视图的方式给出电动汽车电池包、高压线缆、电机等关键部件的位置示意，并以不同的颜色予以区分。当车型透视图还包括其他信息时，应予以标注说明。

D.7.1.2 混合动力电动汽车除D.7.1.1要求外，还应提供燃料类型和油箱容量等信息。涉及位置的信息应以车型侧视透视图和俯视透视图的方式给出。

D.7.1.3 应给出电动汽车动力电池单体类型、额定电压和额定容量，电池包的数量、尺寸、电压、容量和重量、电池系统额定电压和额定容量等信息。

D.7.2 应急装置信息

应说明电动汽车产品中所有应急装置和逃生装置的名称、功能、位置和使用方法，应以车型俯视透视图和侧视透视图的方式说明其位置，应以实物照片的形式说明其形貌。

D.7.3 安全标志信息

应给出车辆中所有与应急救援相关的安全标志并附释义。

D.7.4 紧急救援处置程序信息

D.7.4.1 应急救援人员所需防护装具

准确描述应急救援人员所需的防护装具种类及要求。

D.7.4.2 车辆高压电切断步骤信息

D.7.4.3 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

- 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；
- 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；
- 对目标电池单体进行热失控触发，持续监控该电池单体温度和电压数据。若电池系统未进入失控状态，在该状态下持续观察 2h，无其他异常后则对另一目标电池单体进行热失控触发，持续监控该电池单体温度和电压数据；
- 按照D.6进行人员触电防护测试；
- 按照 D.5.2 进行外拉手解锁测试；
- 触发热失控后，在试验环境温度下观察，直至所有监测点温度均不高于 60℃，且观察时间至少 2h，结束试验。