

IVISTA

中国智能汽车指数

编号：IVISTA-SM-ISI.ES-TRP-A1-2023

智能安全指数 电气安全试验评价规程

Intelligent Safety Index

Electrical Safety Test and Rating Protocol

(2023 版修订版)

中国汽车工程研究院股份有限公司 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 电气安全性测试	1
4 电气安全性评价	1
4.1 整车碰撞安全性	1
4.2 车辆安全性设计	4
4.3 加分项	5
5 评级	5
附录 A（规范性）底部碰撞测试规程	6
附录 B（规范性）侧面柱碰撞测试规程	14

电气安全试验评价规程

1 范围

本文件规定了IVISTA中国智能汽车指数-智能安全指数-电气安全的试验评价方法。

本规程适用于电池包布置在车辆底部的M1类和N1类新能源汽车,其他类型车辆可参照使用。

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(包括所有的修改版)适用于本文件。

GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》

GB 18384-2020《电动汽车安全要求》

GB 11551-2014《汽车正面碰撞的乘员保护》

GB/T 37337-2019《汽车侧面柱碰撞的乘员保护》

3 电气安全性测试

电气安全性测试包含车辆底部碰撞测试和车辆侧面柱碰撞测试。本规程对其测试方法进行了详细描述,详见附录A和附录B。

4 电气安全性评价

电气安全性评价包含整车碰撞安全性、车辆安全性设计、加分项,共三个评价分项。

4.1 整车碰撞安全性

整车碰撞安全性评价包含车辆底部碰撞、车辆侧面柱碰撞两方面评价。其中，车辆底部碰撞为测试项，车辆侧面柱碰撞采用资料审查形式，均通过评分方式进行考核。

车辆底部碰撞测试：车辆底部碰撞包含整车托底试验、整车刮底试验及碰撞后测试（整车涉水/电池包浸水）。整车托底试验、整车刮底试验后，高压系统（例如，电力传动系统）完整性均须满足 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》中防触电保护要求，否则电气安全性整体评价直接降级为较差（P）。具体要求汇总如下：

- 防触电保护要求

防触电保护包括电压、电能、物理防护和绝缘电阻要求等四项评价指标（电压、电能可在碰撞之后 5~60s 之间测得）。每一条高压母线至少应满足四项评价指标中的一个。如果碰撞试验中车辆的 REESS 与电力系统负载主动断开，则车辆的电力系统负载应满足物理防护或绝缘电阻要求；REESS 和充电用高压母线应至少满足四项评价指标中的一个。

- ① 电压要求

根据 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》规定的程序所测得的高压母线电压 V_b 、 V_1 和 V_2 应不大于 30V 交流或 60V 直流。

- ② 电能要求

高压母线上的总电能 TE 和储存在 Y-电容器里的能量(TEy1, TEy2)均应小于 0.2J。

- ③ 物理防护

为防止直接接触高压带电部位，碰撞后车辆应有 IPXXB 级别的保护；为防止间接接触的触电伤害，用大于 0.2A 的电流进行测量，所有外露的可导电部件与电底盘之间的电阻应低于 0.1 Ω 。当电连接采用焊接方式时，视为符合此要求。

- ④ 绝缘电阻

若交流高压母线和直流高压母线是互相传导绝缘的，直流高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 100 Ω/V ，交流高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 500 Ω/V 。

若交流高压母线和直流高压母线是互相传导连接的，高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 500 Ω/V 。如果碰撞后，所有交流高压母线的保护级别达到 IPXXB，或交流电压等于或小于 30V，则高压母线与电底盘之间的绝缘电阻应大于或等于 100 Ω/V 。

整车托底试验、整车刮底试验、整车涉水或电池包浸水测试后，2h 内发生冒烟、起火、

爆炸等现象，则电气安全性整体评价直接降级为较差（P）。

车辆底部碰撞安全性评价（满分 14 分）：根据整车托底、整车刮底、整车涉水/电池包浸水的测试表现，结合以下指标进行考核，具体评分规则见表 1，其中整车涉水/电池包浸水检查，采用二选一的方式进行考核。

同时根据车辆碰撞后采集的电池包挤压变形、BMS 相关数据（电压、温度等），进行扣分考核，具体扣分细则见表 1 备注栏。若测试车辆刮底/托底试验后的电池主要参数（电压、温度）指标异常*或电池模组（电芯）/冷凝板（水道）产生挤压变形且无电池主要参数（电压、温度）指标数据等**，则进行相应扣分*。

表 1 车辆底部碰撞安全性评分规则

项目名称	评价指标	评价内容	得分	备注
整车托底	特殊安全要求	电池包无外壳破裂***	2	电池主要参数（电压、温度）指标异常或电池模组（电芯）/冷凝板（水道）产生挤压变形且无电池主要参数证明材料，罚 2 分
		电池包无泄漏（碰撞结束 30min 内）	2	
		高压线束连接器未出现断裂或断开的情况	1	
整车刮底	特殊安全要求	电池包无外壳破裂	2	电池主要参数（电压、温度）指标异常或电池模组（电芯）/冷凝板（水道）产生挤压变形且无电池主要参数证明材料，罚 2 分
		电池包无泄漏（碰撞结束 30min 内）	2	
		高压线束连接器未出现断裂或断开的情况	1	
		试验后电池包固定点未出现固定点失效的情况****	1	
整车涉水	特殊安全要求	试验后检查（绝缘电阻符合本节相关要求）	3	电池主要参数（电压、温度）指标异常，罚 1 分
电池包浸水				——

*车辆制造厂商配合提供电池主要参数（电压、温度）指标正常的证明材料。

**若刮底/托底试验后电池包出现壳体破裂（不拆下底板测量）或测试车辆采用一体化底盘等无法拆下电池底板的特殊情况，将直接采用电池包壳体 Z 向变形量 15mm 的阈值进行扣分。

***外壳破裂：由于内部或外部因素引起电池单体、模块、电池包或系统外壳的机械损伤，导致内部物质暴露或溢出。

****固定点失效包含螺栓脱落或者断裂失效。

车辆侧面柱碰撞测试：由企业提供审查资料，满足以下要求，则判定为审查通过。车辆试验后 2h 内未发生冒烟、起火、爆炸等现象，同时满足 E-call 自动触发功能检查（见 B 6.5）和其他功能检查（见 B 6.6）要求。此外，车辆的燃料和高压系统完整性应满足以下要求：

对于混合动力、增程式车型，试验过程中不应出现明显的燃料泄漏（指从碰撞到车辆静

止,燃料的泄漏量超过 28g;在接下来的 5min 内,燃料的泄漏量超过 142g;再紧接着的 25min 内, 每分钟的泄漏量超过 28g)。

高压系统必须满足 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》中电解液泄漏、可充电储能系统 (REESS) 安全要求和防触电保护要求。具体要求汇总如下:

- 电解液泄漏要求

碰撞结束 30min 内, 不应有电解液从 REESS 中溢出到乘员舱, 不应有超过 5.0L 的电解液从 REESS 中溢出。

- REESS 安全要求

① 位于乘员舱内的 REESS 应保持在安装位置, REESS 部件应保持在其外壳内, 并且位于乘员舱外面的任何 REESS 部分不应进入乘员舱。

- 防触电保护要求

详见本节相关要求。

车辆侧面柱碰撞安全性评价 (加分: ≤ 2 分): 生产企业提供按照 GB/T 37337-2019《汽车侧面柱碰撞的乘员保护》中规定的碰撞点进行试验的审查资料, 审查通过后加 1 分。生产企业提供按照车辆门槛梁范围内选取薄弱点 (详见 B 5.7) 作为碰撞点进行试验的审查资料, 审查通过后加 2 分。

4.2 车辆安全性设计

车辆安全性设计评价为 7 分, 具体评分规则见表 2。

表 2 车辆安全性设计评分规则*

项目名称	评价内容	得分	备注
安全性设计	整车静置状态下实时安全监控 (24h 全天候监控电池热失控**)	1	---
	电池单体热失控后厂家主动通知车主 (电话/手机 APP)	1	两者满足其一, 即可得分
	车辆发生热事件***后自动触发 E-call		
	电池单体热失控后电池包不发生热扩散**** (2h 内)	2	---
	电池单体热失控后车辆应急救援安全 (高压断电、车门解锁)	1	---
	电池防爆阀出口设计	1	---
	安全切断开关 (手动切断高压)	1	---

*注: 此项评分时, 应由车辆制造厂商 (厂家) 提供证明材料。

****热失控：**电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。电池单体热失控触发方式，参考 GB 38031-2020《电动汽车用动力蓄电池安全要求》相关试验方法进行。

*****热事件：**温度显著高于制造商定义的最高工作温度的现象。

******热扩散：**电池包或系统内由一个电池单体热失控引发的其余电池单体接连发生热失控的现象。

4.3 加分项

为更加全面评估测试车辆在底部磕碰场景下的综合表现及安全性能，结合当前汽车电动化、智能化技术发展趋势，对测试车辆底部碰撞主动感知功能进行加分，规则见表 3。

表 3 加分规则

项目名称	评价内容	加分
底部碰撞主动感知	车辆底部碰撞识别及报警提示功能	1

*注：此项评价时，应由车辆制造厂商提供证明材料。

5 评级

智能安全指数电气安全评价总分 21 分，根据测试车辆总得分除以总分，计算综合得分率，划分为优秀（G）、良好（A）、一般（M）、较差（P）共四个评价等级，详见表 4。

综合得分率是由测试车型安全性测评总得分除以总分，并四舍五入后保留一位小数得到。

综合得分率=（整车底部碰撞安全性得分+车辆侧面柱碰撞安全性加分+安全性设计得分+加分项加分）/ 21

其中，测试车辆总得分为整车底部碰撞安全性得分、车辆侧面柱碰撞安全性加分、车辆安全性设计得分、加分项加分之和，但不超过电气安全性评价总分（满分 21 分）。

表 4 电气安全性评级要求

得分率（总得分/总分）	评级	备注
85%<得分率	优秀（G）	—
75%<得分率≤85%	良好（A）	
60%<得分率≤75%	一般（M）	
得分率≤60%	较差（P）	

附录 A（规范性）

底部碰撞试验规程

A1 简介

底部碰撞测试包含整车托底试验、整车刮底试验及碰撞后测试（整车涉水/电池包浸水）。整车刮底试验为试验车辆以行驶方向 $30 \pm 1 \text{ km/h}$ ，撞击 $\phi 150 \text{ mm}$ 实心半球的刮底工装。整车托底试验为整车放置在撞击试验台架上，以 $150 \text{ J} \pm 5 \text{ J}$ 的能量用 $\phi 25 \text{ mm}$ 的半球头沿 Z 轴方向垂直向上撞击。

A2 车辆准备

A2.1 车辆检查

车辆抵达试验室后，首先检查和确认车辆状态是否完好（如车辆零部件是否完整、车辆状态指示灯是否正常、充电是否正常等），如有异常则详细记录异常状态和部位。若这些异常状态与试验直接相关，则应对其进行修复或更换车辆。

A2.2 车辆准备

A2.2.1 调整车辆至正常运行状态，即没有驾驶员、乘客和货物，排空燃油箱中的燃油，向燃油箱中加入占总容量 90%~95% 的 Stoddard 溶液或其他等质量的燃油替代物，以充满整个燃油管路，并带有随车工具和备胎（如果由车辆制造厂商作为标准装备提供）。如果车辆悬架可调，则调整到制造厂商推荐的适用于城市工况的位置或默认位置（应在车辆使用手册或说明书中明确）。测量和记录此时的车辆质量和前后轴轴荷，该车辆质量即为整备质量。

A2.2.2 在制造厂商推荐的最大充电状态下对混合动力和纯电动等车辆的高压系统进行测试。若制造厂商无建议，则在不低于最大容量 50% 的带电状态下进行测试。高压系统保险不拆除，并遵循车辆制造厂商规定的撞击前和撞击后的注意事项。此外，根据 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》的技术要求，准备、安装相关设备，设备需要满足

对技术要求参数的检测。

A2.2.3 在车辆前端合适位置（副车架或发动机支架等位置）安装牵引挂绳。

A2.2.4 车辆后部区域安装用于固定测试设备的支架。如有必要，可移除该区域地毯、备胎、千斤顶、随车工具以及第三排座椅等。以下测试设备安装在后部区域的支架上：

- 车载紧急制动系统：系统启动后，作用于车辆后轮。车载紧急制动系统启动时间为碰撞后 1.0s。

- 数据采集系统：该系统采集试验过程中各传感器的数据。

- 电安全测量设备：该系统采集混合动力、增程式、纯电动车辆试验过程中的电安全数据。

- CAN 数据采集系统：该系统采集试验过程中的 BMS 数据。

A2.2.5 移除车辆内的脚垫，若脚垫是标配，则保留。安装支架及测量仪器后，若有必要，还应增加配重，使其整备重量与原车相同。

A2.2.6 在车辆外部或内部合适位置粘贴带状开关。

A2.3 乘员舱调整

A2.3.1 驾驶员座椅及转向管柱等调节参照 GB 11551-2014《汽车正面碰撞的乘员保护》进行。

A2.3.2 前排安全带上固定点调整到制造厂商推荐位置或最上固定位置。

A2.3.3 关闭所有车门，但不锁止。若车辆具备自动落锁功能且该功能可关闭，则关闭该功能后车门处于不落锁状态进行试验，若该功能无法关闭，则车门处于落锁状态进行试验。

A2.3.4 在测试之前，所有侧窗玻璃都降到最低位置，点火开关处于接通位置（ON 状态），变速器处于空挡状态。

A2.3.5 将两个 Hybrid III 50th 假人或等质量配重块分别放置在驾驶员及前排乘员座椅上，系好安全带。

A3 试验照片

记录测试车辆在试验前后的状态，详细拍摄照片见表 A.1。

表 A.1 试验照片

序号	照片视角	试验前	试验后
1	车辆前面正视照片	√	
2	车辆右前 45°照片	√	
3	车辆铭牌照片	√	
4	拖底试验车辆底部照片	√	√
5	托底试验薄弱点照片	√	√
6	刮底试验照片	√	√
7	刮底试验薄弱点照片	√	√
8	刮底试验第一接触点照片		√
9	刮底试验车辆底部变形照片	√	√
10	整车涉水测试照片	√	√
11	整车涉水车辆仪表照片	√	√
12	整车涉水车辆底部照片	√	√
13	电池包浸水测试照片	√	√
14	气密性检查照片		√
15	车辆底部照片	√	√
16	其他异常现象照片	√	√

A4 试验条件

A4.1 一般条件

试验场地应足够大，以容纳包括试验车辆、驱动系统在内的试验设备安装。车辆发生刮底的场地地面应水平、平整、干燥。

试验环境相对湿度为 10%~90%，大气压力为 86kPa~106kPa。

A4.2 试验质量

车辆试验质量在安装好所有的测试设备后测量，包括所有的测试设备和前排两个假人或等质量配重块的质量，测试设备质量不超过 30kg。若测试设备质量超过此范围，则将车辆后部不影响试验结果的部件拆除。

车载测试装置使各轴轴荷的变化不大于 5%，每轴变化不超过 20kg。

A4.3 试验前预处理

如车辆标配电池护板，应保持整车原始状态。

A5 试验测量

试验用测试仪器均应定期检定或校准，一般情况下，检定或校准周期为 12 个月。所有仪器记录的测量值均应符合 SAE J1733《汽车碰撞试验用符号规则》的规定。

A5.1 测试仪器

A5.1.1 车身测试仪器

沿着车辆中心线，在车辆后排座椅区域水平安装加速度传感器，为便于安装，可移除该区域的地毯，也可以在该区域焊接传感器安装平台，并在电池包底部安装加速度传感器（见表 A.2）。

表 A.2 车身加速度传感器

测量部位	测量参数	测量通道
车身加速度	A_x 、 A_y 、 A_z	3
电池包加速度	A_x 、 A_y 、 A_z	3

A5.1.2 测试通道总数

测试通道数量详见表 A.3。

表 A.3 试验仪器测试通道数量

测量部位	测试通道数量
车辆数据通道	6
总计	6

A6 试验开展

A6.1 整车托底试验

A6.1.1 整车按下列条件进行试验：

a) 撞击头形式：撞击形式如图 A.1 所示，撞击头前端为钢制实心半球形，尺寸为 $\phi 25\text{mm}$ ，撞击头质量 10kg；

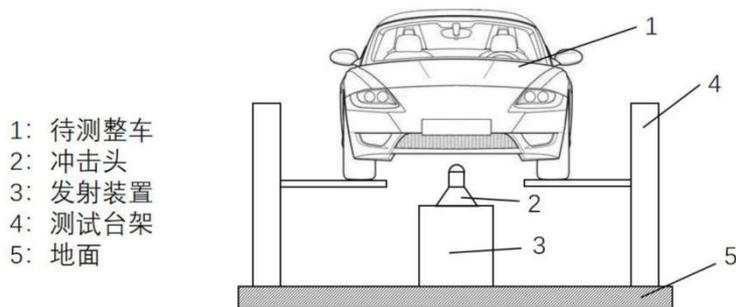


图 A.1 撞击台架示意图

b) 撞击方向：沿 Z 方向垂直向上；

c) 撞击位置：根据主机厂提供的电池包或系统布置示意图，随机选定薄弱点进行撞击；托底试验区域选点，根据主机厂提供的电池包或整车及系统布置示意图、电池包结构强度仿真预测图（从电池纵向中心线，向两侧以 $\leq 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的网格大小，从电池前端往后端进行划分，直到电池边界），并结合电池包 Z 方向仿真变形/位移预测图（将各点位移划分为绿色、黄色、橙色、红色四种颜色：绿色（Z 向变形 $\leq 5\text{mm}$ ）、黄色（ $10\text{mm} \geq \text{Z 向变形} > 5\text{mm}$ ）、橙色（ $15\text{mm} \geq \text{Z 向变形} > 10\text{mm}$ ）、红色（Z 向变形 $> 15\text{mm}$ ），随机选定 2 个薄弱点（如：橙色点/红色点）作为托底初始对准位置，选择该点沿 Z 方向进行托底测试，如图 A.2 所示。

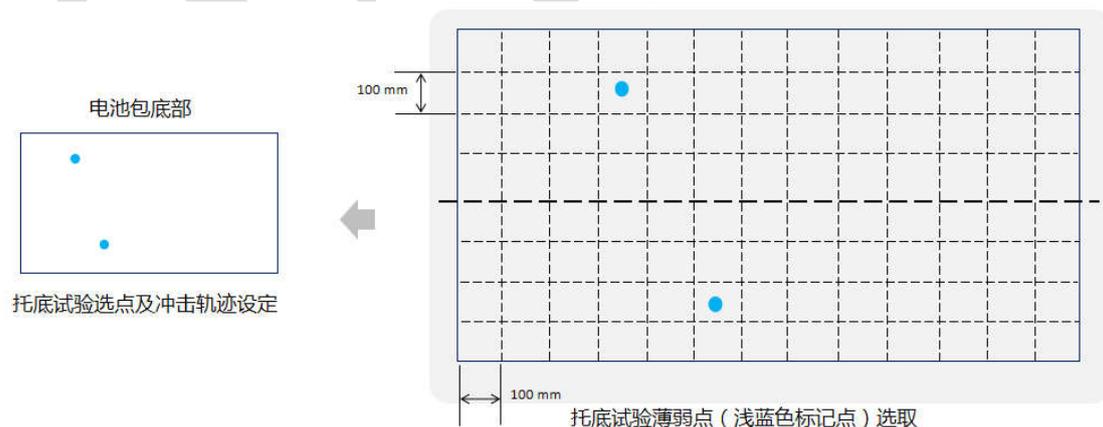


图 A.2 托底试验选点示意图

d) 撞击能量： $150 \pm 5\text{J}$ ；

e) 偏移量：碰撞位置在纵向和横向偏移量为 $\pm 15\text{mm}$ ；

f) 车辆监测：电池包或系统底部壳体温度。

A6.1.2 采用一台相机或 DV 记录整车托底碰撞试验过程。

A6.1.3 试验完成后，在试验环境温度下观察 2h，监测电池包或系统的泄漏情况。

A6.1.4 测量整车托底后的电池包底部变形量。

A6.2 整车刮底试验

A6.2.1 整车按下列条件进行试验：

a) 刮底工装形式：刮底工装如图 A.3 所示，撞击面为 $\phi 150\text{mm}$ 的钢制实心半球；

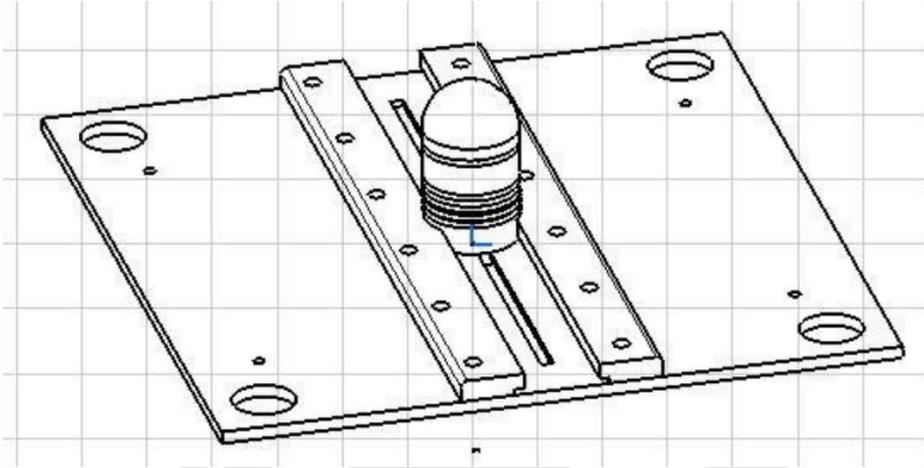


图 A.3 刮底工装示意图

b) 刮底测试方向：沿着车辆行驶方向进行，如图 A.4 所示；对于试验车辆飞过刮底装置的情况，将结合企业提供仿真数据、追加更低速度测试（ $25 \pm 1\text{km/h}$ ），两次测试时间间隔 2 h 以上，为避免试验之间产生干扰，可分开在电池包纵向中心线两侧分别执行测试；



图 A.4 刮底试验示意图

c) 刮底初始对准位置：随机选定薄弱点作为刮底初始对准位置，选择该点沿车辆行驶方向进行刮底测试：

刮底试验区域选点，根据主机厂提供的电池包或整车及系统布置示意图、电池包结构强度仿真预测图（从电池纵向中心线，向两侧以 $\leq 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的网格大小，从电池前端往后端进行划分，直到电池边界），并结合电池包 Z 方向仿真形变/位移预测图（将各点位移划分为绿色、黄色、橙色、红色四种颜色），随机选定 1 个薄弱点（如：橙色点/红色点）作为刮底初始对准位置，选择该点沿车辆行驶方向进行刮底测试，如图 A.5 所示。

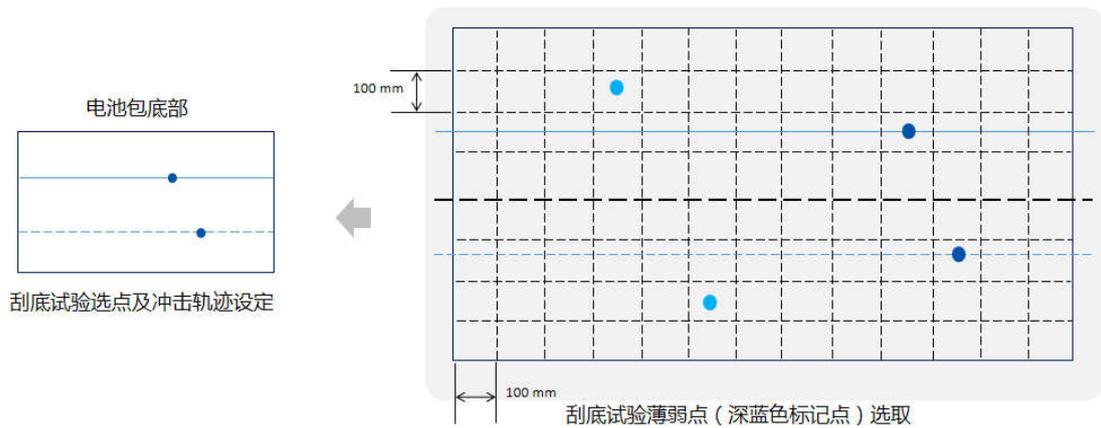


图 A.5 刮底试验选点示意图

d) 刮底重叠量：刮底工装顶部最高点相对于整车试验质量下电池包前横断面底部初始对准位置沿 Z 向上的重叠量为 30mm~36mm；

e) 试验偏移量：车辆水平方向 ± 50 mm；

f) 刮底速度：试验车速为沿行驶方向 30 ± 1 km/h。

g) 车辆测量及监测：

- 1) 车体加速度信号；
- 2) 电池包或系统底部加速度信号；
- 3) 电池包或系统底部壳体温度；
- 4) 电池包或系统底部高速摄像。
- 5) 高压系统监测，参照 4.1 节相关要求。

A6.2.2 采用两台高速相机、一个 Gopro 记录整车刮底碰撞试验过程。将高速相机摆放地面上，分别位于测试车辆的左侧 45° 位置、刮底工装正右侧，Gopro 布置在刮底工装位置。

A6.2.3 试验完成后，在试验环境温度下观察 2h，监测电池包或系统的泄漏情况。

A6.2.4 测量整车刮底后的电池包底部变形量。

A6.2.5 测量试验车辆绝缘电阻。

A6.3 碰撞后测试

试验车辆依次完成整车托底、整车刮底试验后，将进行碰撞后测试（包含整车涉水或电池包浸水两种方式）。碰撞后测试具体方式，可结合制造厂商推荐信息进行选取。

A6.3.1 整车涉水按下列条件进行试验：

- a) 涉水池条件：涉水测试场地条件为：蓄水池水位 0~0.5m 可调，宽度不得少于 4m；

底部有效直线段长度不得少于 100m，能够充分模拟电动汽车经过发大水的街道或水洼的情况；

b) 试验质量：车辆试验质量（包含前排两个假人等质量配重）在安装好所有的测试设备后测量；

c) 涉水深度：300mm±5mm；

d) 涉水速度：车辆的涉水速度为 8±3km/h；

e) 试验步骤：试验前确认测试车辆无故障或电解液/冷却液泄露等。通过整车上电后的驾驶方式使车辆以前进、倒车方式在涉水场地中往返行驶，车辆在 300mm 深的蓄水池中至少行驶 10 分钟后测试结束。随后用红外测温仪或温度传感器持续监测试验车辆电池包温度。

A6.3.2 电池包浸水按下列条件进行试验：

将底部碰撞试验后车辆的电池包拆下，首先进行气密性检查。按照制造商规定的安装状态连接好线束、接插件等零部件，将试验对象全部浸入水中，水温与试验对象温差不大于 5℃。

对于高度小于 850mm 的试验对象，其最低点应低于水面 1000mm；对于高度等于或大于 850mm 的试验对象，其最高点应低于水面 150mm。试验持续时间 30min。随后将电池包移出水面，用红外测温仪或温度传感器持续监测电池包温度。

A6.3.3 采用相机记录试验车辆的整车涉水/电池包浸水测试过程。

A6.3.4 试验车辆在整车涉水测试结束后，参照 GB 18384-2020《电动汽车安全要求》中 6.2.1 所述的方法，进行动力电池绝缘电阻测量。

A6.3.5 试验电池包浸水测试结束后，进行动力电池绝缘电阻测量。

附录 B（规范性）

侧面柱碰撞测试规程

B1 简介

侧面柱碰撞测试为固定于飞毯上的试验车辆横向滑动至刚性柱，车辆驾驶员侧或乘员侧与 $\phi 254\text{mm}$ 刚性柱壁障发生碰撞。试验车辆碰撞速度为 32^{+1}_0 km/h 、平行于车辆碰撞速度矢量的垂直面与车辆纵向中心线之间应形成 $75^\circ \pm 3^\circ$ 的碰撞角。试验车辆驾驶员位置放置一个 WorldSID 50th 假人等质量的配重块。

当采用在车辆门槛梁上选取薄弱点作为碰撞试验点的方式进行试验时，按最不利条件下测试原则进行。

B2 车辆准备

B2.1 车辆检查

车辆抵达试验室后，首先检查和确认车辆状态是否完好（如车辆零部件是否完整、车辆状态指示灯是否正常、充电是否正常等），如有异常则详细记录异常状态和部位。若这些异常状态与试验直接相关，则应对其进行修复或更换车辆。

B2.2 车辆准备

B2.2.1 调整车辆至正常运行状态，即没有驾驶员、乘客和货物，排空燃油箱中的燃油，向燃油箱中加入占总容量 90%~95% 的 Stoddard 溶液或其他等质量的燃油替代物，以充满整个燃油管路，并带有随车工具和备胎（如果由车辆制造厂商作为标准装备提供）。如果车辆悬架可调，则调整到制造厂商推荐的适用于城市工况的位置或默认位置（应在车辆使用手册或说明书中明确）。测量和记录此时的车辆质量和前后轴轴荷，该车辆质量即为整备质量。

B2.2.2 在制造厂商推荐的最大充电状态下对混合动力和纯电动等车辆的高压系统进行测

试。若制造厂商无建议，则在不低于最大容量 50%的带电状态下对高压系统进行测试。高压系统保险不拆除，并遵循车辆制造厂商规定的撞击前和撞击后的注意事项。此外，根据 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》的技术要求，准备、安装相关设备，设备需要满足对技术要求参数的检测。

B2.2.3 车辆后部区域安装用于固定测试设备的支架。如有必要，可移除该区域地毯、备胎、千斤顶、随车工具以及第三排座椅等。以下测试设备安装在后部区域的支架上：

- 数据采集系统：该系统采集试验过程中各传感器的数据。
- 电安全测量设备：该系统采集混合动力、增程式、纯电动车辆试验过程中的电安全数据。
- CAN 数据采集系统：该系统采集试验过程中的 BMS 数据。

B2.2.4 如有必要可断开日间行车灯（若配备）的保险丝或继电器以减少车载电源的消耗。

B2.2.5 安装 T0 时刻指示灯，并在车辆与壁障最先接触点处粘贴带状开关。

B2.3 乘员舱调整

B2.3.1 驾驶员座椅及转向管柱等调节参考 GB/T 37337-2019《汽车侧面柱碰撞的乘员保护》进行。

B2.3.2 前排安全带上固定点调整到制造厂商推荐位置或最上固定位置。

B2.3.3 关闭所有车门，但不锁止。若车辆具备自动落锁功能且该功能可关闭，则关闭该功能后车门处于不落锁状态进行试验，若该功能无法关闭，则车门处于落锁状态进行试验。

B2.3.4 在测试之前，碰撞侧车窗、天窗处于完全关闭位置，点火开关处于接通位置（ON 状态），变速器处于空挡位置。驻车制动器应处于工作状态。

B2.3.5 将 1 个 WorldSID 50th 假人等质量的配重块固定在驾驶员座椅上。

B3 试验照片

记录试验车辆在碰撞前后的状态及假人在碰撞前后的位置。试验照片具体拍摄要求详见表 B.1。

表 B.1 试验照片

序号	照片视角	试验前	试验后
1	车辆前面正视照片	√	√
2	车辆左侧正视照片	√	√
3	车辆左前 45°照片	√	√
4	车辆左后 45°照片	√	√
5	车辆左前四分之一照片	√	√
6	车辆右侧正视照片	√	√
7	车辆右前 45°照片	√	√
8	车辆右后 45°照片	√	√
9	车辆和刚性柱接触照片（局部）	√	——
10	车辆和刚性柱接触照片（整体）	√	——
11	车辆和刚性柱相对位置照片	√	√
12	乘员舱驾驶员区域（移除假人/配重块）	——	√
13	各气囊展开照片	——	√
14	车辆左侧正视照片	——	√
15	车辆变形区域照片	——	√
16	车辆底部照片	√	√
17	刚性柱前面正视照片	√	√

B4 高速摄像

试验中共采用 4 台高速相机。高速相机以不低于 1000 帧/秒的速度记录。图 B.1 示意出地面高速相机的位置。

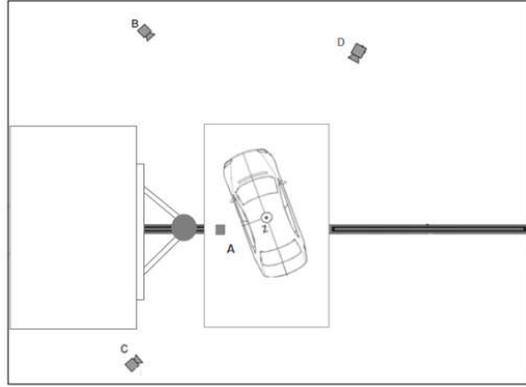


图 B.1 地面及移动壁障高速相机位置

B5 试验条件

B5.1 试验场地

试验场地应足够大，以容纳包括试验车辆、驱动系统在内的试验设备安装。车辆发生碰撞和移动的场地地面应水平、平整、干燥。

B5.2 刚性柱壁障

刚性柱壁障是一个垂直的、不能变形的刚性金属结构。刚性柱壁障最下端不能高于测试车辆碰撞侧轮胎最低点之上 102mm，上端延伸距离至少在测试车辆顶棚最高点之上。柱体的直径为 $254\text{mm} \pm 3\text{mm}$ ，并与支撑架表面分开。车辆与刚性柱开始接触的 100ms 内，不与支撑架表面接触。

B5.3 飞毯

飞毯应水平，且面积要足够大，确保在车辆碰撞变形阶段，满足车辆旋转空间要求。为确保车辆与载体表面之间的摩擦降至最低，应在车辆轮胎下放置两层聚四氟乙烯板。车辆接触刚性柱壁障后，飞毯使用减速杆减速的时间不得早于 80ms。

B5.4 试验质量

车辆试验质量应在安装好所有的测试设备后进行测量，车辆试验质量包括所有的测试设备、1 个 WorldSID 50th 假人等质量的配重块。测试设备质量不超过 30kg。若测试设备质量超过此范围，则将车辆后部不影响试验结果的部件拆除。

车载测试装置使各轴轴荷的变化不大于 5%，每轴变化不超过 20kg。

B5.5 碰撞速度

在碰撞瞬间，试验车辆撞的碰撞速度为 32^{+1}_0 km/h，且该速度至少在碰撞前 0.5m 内保持稳定。碰撞速度通过测速仪测量得到，牵引系统自身的速度测量值作为碰撞速度的备份。试验车辆由牵引装置以 ≤ 0.3 g 加速度进行加速，直到其达到测试速度。试验车辆驱动过程中，与刚性柱体第一次接触前的加速阶段，其加速度不得超过 1.5m/s^2 。

B5.6 碰撞角度

滑动或驱动车辆横向至刚性柱壁障，当接触发生时，平行于车辆碰撞速度矢量的垂直面（见图 B.2）与车辆纵向中心线之间应形成 $75^\circ \pm 3^\circ$ 的碰撞角度。

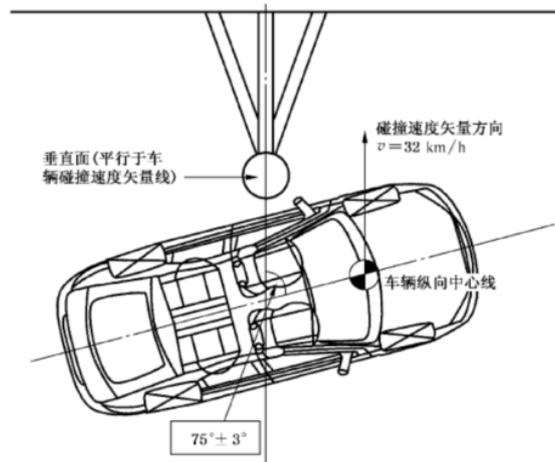


图 B.2 碰撞角度示意图

B5.7 碰撞偏移量

碰撞试验时，碰撞试验点应对准刚性柱壁障表面中心线，碰撞偏移量应在 $\pm 25\text{mm}$ 的范围内。

碰撞参考线位于车辆碰撞侧，为车辆外表面与通过假人头部重心垂直平面的交叉线。碰撞参考线与车辆纵向中心线形成 75° 的夹角（见图 B.3）。碰撞参考线与车辆门槛梁相交的点，为碰撞参考点（图 B.3 中蓝色标记点）。

按照车辆门槛梁范围内选取薄弱点的方式进行碰撞点选取，应结合车辆制造厂商提供的该工况 CAE 仿真结果、电池包结构布置图等参数信息，在门槛梁上标记薄弱点（图 B.3 中灰色标记点），薄弱点与碰撞参考点的距离（沿车辆 x 轴方向）均为 100mm 的倍数。在已标记的薄弱点中选取 1 个点，作为碰撞试验点（图 B.3 中绿色标记点），此时，碰撞试验点通常位于碰撞参考点两侧。

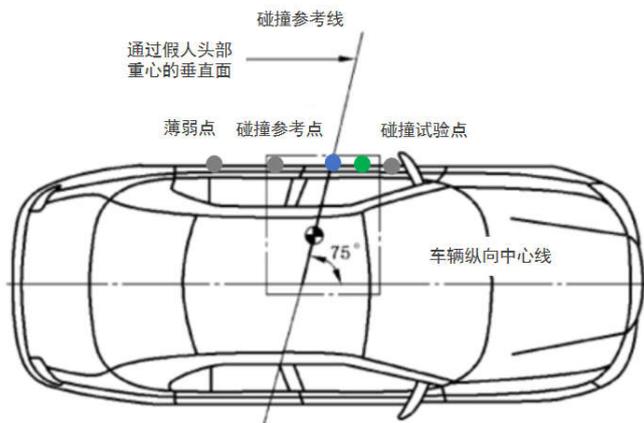


图 B.3 碰撞参考线示意图（左侧为例）

B6 试验测量

试验用测试仪器均应定期检定或校准，一般情况下，检定或校准周期为 12 个月。所有仪器记录的测量值均应符合 SAE J1733《汽车碰撞试验用符号规约》的规定。

B6.1 测试仪器

B6.1.1 试验车辆及飞毯测试仪器

表 B.2 为试验车辆及飞毯加速度传感器通道。

表 B.2 试验车辆及飞毯加速度传感器通道

测试部位	测量参数	测量通道
车身非碰撞侧 B 柱	A_x 、 A_y 、 A_z	3
电池包加速度	A_x 、 A_y 、 A_z	3
飞毯侧面中心位置	A_x 、 A_y 、 A_z	3

B6.1.2 测试通道总数

试验仪器测试通道数量见表 B.3。

表 B.3 试验仪器测试通道数量

测试仪器	测试通道数量
车辆及飞毯数据通道	9
总计	9

B6.2 侵入量测量

B6.2.1 坐标系定义

使用右手法则定义三维坐标系：X 向（从前向后为正）、Y 向（从左向右为正），Z 向（从下向上为正）。

试验前，使用放置在水平地面上的空载车辆建立坐标系，水平地面用于定义 X-Y 平面，车顶中心线的两个端点用于定义 X 轴。允许使用企业提供的车身坐标系。

碰撞前，测量车辆上标记的三个参考点坐标，用来还原碰撞后车辆的坐标系。一般情况下，参考点都标记在非碰撞侧后门框架的车辆结构上。

B6.2.2 车辆结构测量

试验后，在刚性柱壁障与车辆发生碰撞的区域测量车身结构变形量（测量三个点的最大深度变形：门槛、窗沿、车顶）。

B6.2.3 电池包结构测量

试验后，测量试验车辆的电池包 Y 向变形量。

B6.2.4 其他测量

采集试验过程中的碰撞加速度数据及试验前后的 BMS 主要参数（电压、温度）数据等。

B6.3 燃料系统完整性

碰撞试验后对于混合动力、增程式车辆进行监控，记录燃料系统完整性的观测结果。碰撞后 1min 内收集从燃料系统中泄漏的所有液体，作为首个样本，通常用具有已知质量的吸水垫吸收泄漏液体来完成首个样本采集。第二个样本是在收集首个样本后紧接着的 5min 内收集，该样本一般为已确定的泄漏源下方的托盘中收集的液体。第三个样本是在第二个样本收集后紧接着的 25min 内收集。每次收集样本的托盘应为干净的空托盘。每个样本的体积由样本质量除以液体密度得到。以秒表统计所消耗时间，整个过程通过一台装有内部计时器的摄像机进行记录。

B6.4 高压系统完整性

试验后对车辆进行监控以测试高压系统是否受到损坏。按照 GB/T 31498-2021《电动汽车碰撞后安全要求》，试验后观测包括电解液泄露情况、可充电储能系统（REESS）安全情况、移动情况和防触电保护性能等。

试验结束后，立即对 REESS 温度进行监控，检测 REESS 温度是否迅速升高，防止出现热失控。REESS 温度需监测至少 4 个小时。之后，按照制造厂商规定的方式将电能从高压系统中完全释放。

B6.5 E-call 功能检查

在 E-call 自动触发方式下，检查和审核测试车辆的通信功能。

B6.6 其它功能检查

B6.6.1 试验后，从车外检查碰撞侧车门是否已开启。如图 B.4 所示，使用拉压力计，在图示位置（门把手除外）垂直往外拉 $\leq 400\text{N}$ ，车门不应开启。试验后非碰撞侧车门应处于解锁状态，在不使用工具的条件下，从车外检查车门是否能正常开启。

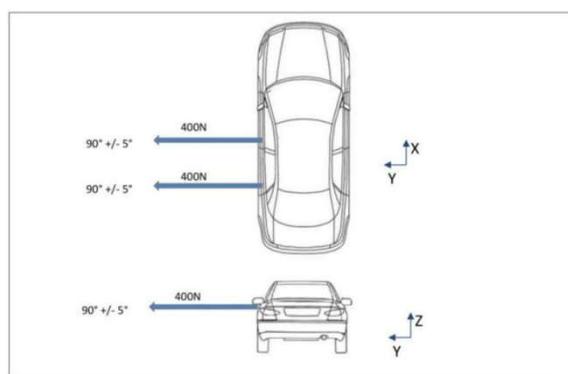


图 B.4 车门开启测量示意图