



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

燃料电池电动汽车碰撞后安全要求

Post-crash safety requirement for fuel cell electric vehicle

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2023-6-16)

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 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量参数、单位、准确度和分辨率 2

5 安全要求 3

 5.1 总则 3

 5.2 碰撞后 CHSS 安全要求 3

 5.3 CHSS 安装位置要求 错误！未定义书签。

 5.4 防触电保护要求 3

 5.5 其他要求 4

6 试验程序 4

 6.1 试验前车辆准备 4

 6.2 碰撞试验 4

7 试验方法 5

 7.1 CHSS 碰撞后燃料泄漏测试方法 5

 7.2 碰撞后封闭空间或半封闭空间气体浓度测试 8

 7.3 滑车试验 8

 7.4 侧面冲击试验 10

附录 A（资料性） 压力和温度传感器核查程序 11

 A.1 样车检查 11

 A.2 温度传感器准确度核查 11

 A.3 温度与压力关系准确度核查 11

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。

本文件有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/TC 114）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件所替代文件的历次版本发布情况为：

——本文件为首次发布。

燃料电池电动汽车碰撞后安全要求

1 范围

本文件规定了燃料电池电动汽车碰撞后的特殊安全要求及试验方法。

本文件适用于使用压缩气态氢且车载氢系统标称工作压力不超过70 MPa的M类和N类燃料电池电动汽车。

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 11551 汽车正面碰撞的乘员保护

GB/T 18385—2005 电动汽车动力性能试验方法

GB/T 19596 电动汽车术语

GB 20071 汽车侧面碰撞的乘员保护

GB 20072 乘用车后碰撞燃油系统安全要求

GB/T 24548 燃料电池电动汽车术语

GB/T 24549 燃料电池电动汽车 安全要求

GB 26512—2020 商用车驾驶室乘员保护

GB/T 31498—2021 电动汽车碰撞后安全要求

ISO 6487 道路车辆 碰撞试验中的测量技术设备 (Road vehicles — Measurement techniques in impact tests — Instrumentation)

3 术语和定义

GB/T 19596、GB/T 24548、GB/T 24549界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主关闭阀 **main shut off valve**

一种用来关断从储氢气瓶向下游供应氢气的阀。

[来源：GB/T 24549—2020，3.1，有修改]

3.2

封闭空间或半封闭空间 **enclosed or semi-enclosed spaces**

车辆内有可能暴露于储氢气瓶的空间和可能聚集氢气的环境空间、区域，如乘员舱、行李舱、货舱或前舱盖下方的空间。

[来源：GB/T 24549—2020，3.4，有修改]

3.3

公称工作压力 **nominal working pressure; NWP**

在基准温度（15℃）下，压缩氢气储存系统内气体压力达到完全稳定时的限充压力。
[来源：GB/T 24549—2020，3.5]

3.4

压缩氢气储存系统（CHSS） compressed hydrogen storage system; CHSS

由储氢气瓶、安全泄压装置和用于将存储的氢气与燃料系统的其余部分及其环境隔离开的关闭装置组成的燃料电池车辆存储氢气的装置，示意图见图1。

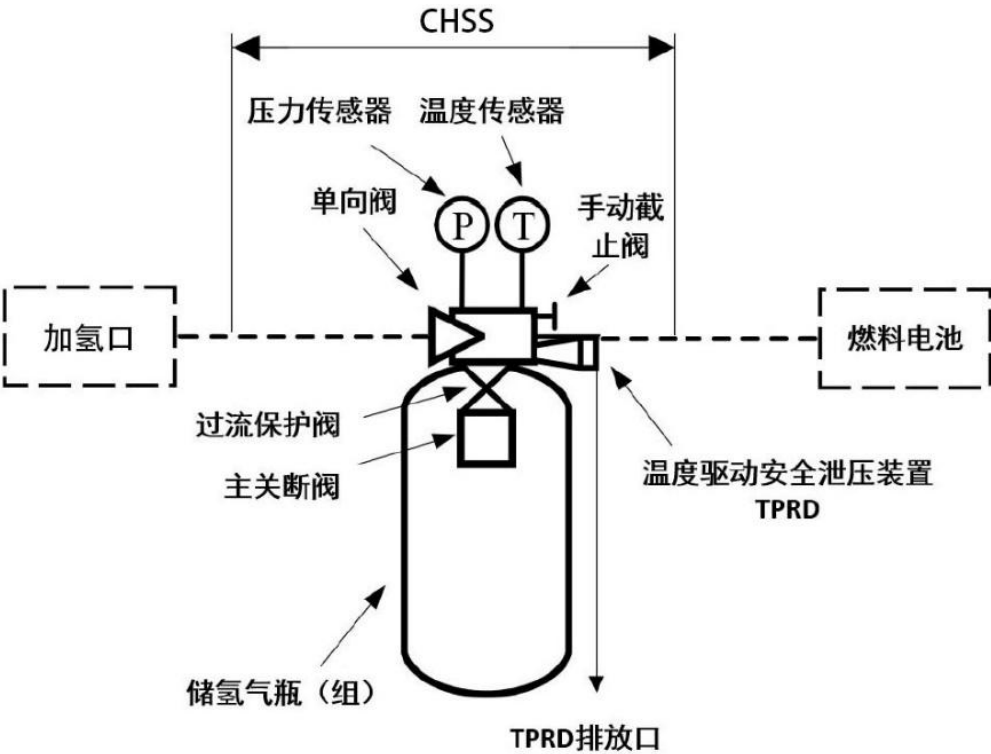


图 1 压缩氢气储存系统示意图

4 测量参数、单位、准确度和分辨率

试验测量参数的有关要求见表1。

表 1 测量参数、单位、准确度和分辨率的要求

测量参数	单位	准确度	分辨率
时间	s	±0.1	0.1
温度	℃	±1.5	0.1
压力	MPa	±0.45	0.01
氢气体积浓度	%vol	±0.2	0.01
氮气体积浓度	%vol	±0.15	0.01

5 安全要求

5.1 总则

5.1.1 M_1 、 N_1 类车辆

M_1 、 N_1 类车辆按6.2.1、6.2.2、6.2.3的规定进行正面碰撞、侧面碰撞和后面碰撞试验，试验后应满足5.2、5.4和5.5的要求。

5.1.2 M_2 、 M_3 、 N_2 、 N_3 类车辆

5.1.2.1 M_2 、 M_3 、 N_2 、 N_3 类车辆的CHSS按照6.2.4完成滑车试验后应满足5.2.3要求。

5.1.2.2 M_2 、 M_3 、 N_2 、 N_3 类车辆的CHSS的安装应满足以下要求：

- a) CHSS的主关断装置位于距车辆最前端向后420 mm的垂直平面之后，并且储氢容器不应位于车辆最外部；
- b) CHSS的主关断装置位于距车辆两侧车身最外端向内200 mm的垂直平面之间，并且储氢容器不应位于车辆最外部。

5.1.2.3 M_2 、 M_3 、 N_2 、 N_3 类车辆的CHSS的安装位置不满足5.1.2.2要求时，按照6.2.5进行试验，试验后车辆应满足5.2.1和5.2.3的要求。

5.2 碰撞后CHSS安全要求

5.2.1 CHSS的燃料泄漏限值

按照7.1规定的测试方法，在泄漏测试时间 Δt 内，所有储氢气瓶的氢气平均泄漏率的总和不应超过118 NL/min。根据试验时充入储氢气瓶中的介质，分别按照公式（2）或公式（10）来计算 Δt 。

5.2.2 封闭空间或半封闭空间内浓度限值

封闭空间或半封闭空间内浓度限值应满足以下任一要求：

- 按照7.2规定的测试方法，碰撞后的燃料泄漏不应使封闭空间或半封闭空间内的氢气浓度超过4%（体积浓度），如果使用氦气，则浓度不应超过3%；
- 每一个储氢气瓶的主关断阀在碰撞发生后5 s内关闭，且无泄漏。

5.2.3 储氢气瓶固定装置强度要求

试验后储氢气瓶应与车身保持连接，CHSS在碰撞后不能侵入乘员舱内。

5.3 防触电保护要求

按照表2规定的方法和要求，检查车辆的燃料电池发动机、电力系统负载、REESS及充电用高压母线。

表2 碰撞后防触电保护要求

试验类型	车辆状态	可充电储能系统	充电用高压母线	电力系统负载	燃料电池发动机
加氢气碰撞试验	连接 ^a	A ^b	A	A	A
	人为断开 ^c	A	A	B ^d	B

表2 碰撞后防触电保护要求（续）

试验类型	车辆状态	可充电储能系统	充电用高压母线	电力系统负载	燃料电池发动机
加氢气碰撞试验	连接	A	A	A	B
	人为断开	A	A	B	B
^a 试验在车辆的可充电储能系统（REESS）和燃料电池发动机与电力系统负载连接的情况下进行； ^b A 表示至少应满足 GB/T 31498—2021 中 4.2.2~4.2.5 规定的四个条款中的一个； ^c 人为断开是试验在车辆的可充电储能系统（REESS）、燃料电池发动机与电力系统负载人为断开的情况下进行； ^d B 表示至少应满足 GB/T 31498—2021 中 4.2.4 和 4.2.5 规定的两个条款中的一个。					

5.4 其他要求

5.4.1 电解液泄漏要求

电解液泄漏应满足GB/T 31498—2021中4.3的要求。

5.4.2 REESS 要求

REESS应满足GB/T 31498—2021中4.4的要求。

5.4.3 氢系统特殊安全要求

碰撞结束后泄漏测试时间 Δt 内，CHSS、燃料电池发动机不应起火、爆炸。

注： Δt 为计算值，根据试验时充入储氢气瓶中的介质，分别按照公式（2）或公式（10）来计算。

6 试验程序

6.1 试验前车辆准备

- 6.1.1 可外接充电式燃料电池电动汽车按照 GB/T 18385 规定的方法对 REESS 进行完全充电。
- 6.1.2 不可外接充电燃料电池电动汽车的 REESS 按正常运行状态准备试验。
- 6.1.3 碰撞后燃料泄漏测试按照 7.1.1 进行准备。
- 6.1.4 封闭空间或半封闭空间气体浓度测试按照 7.2 进行准备。
- 6.1.5 针对不同的碰撞试验类型，分别按照 GB 11551、GB 20071 和 GB 20072 规定的试验方法进行准备。
- 6.1.6 滑车试验按照 7.3.1、7.3.2 进行准备。

6.2 碰撞试验

- 6.2.1 车辆正面碰撞试验形式和试验方法按照 GB 11551 的相关规定进行。
- 6.2.2 车辆侧面碰撞试验形式和试验方法按照 GB 20071 的相关规定进行。
- 6.2.3 车辆后面碰撞试验形式和试验方法按照 GB 20072 的相关规定进行。
- 6.2.4 滑车试验按照 7.3 的相关规定进行。
- 6.2.5 车辆侧面冲击试验按照 7.4 的相关规定进行。

7 试验方法

7.1 CHSS 碰撞后燃料泄漏测试方法

7.1.1 CHSS 测试准备

制造商应在CHSS上安装符合表1要求的压力和温度测量设备并提供计量证书, 试验前检测机构可参考附录A进行核查。

在进行碰撞试验前, 应向CHSS中注入压缩氢气或氦气, 如果采用氦气, 在充气之前要对CHSS进行气体置换。目标充装压力 P_t 由公式(1)确定:

$$P_t = P_N \times (273 + T_e) / 288 \quad (1)$$

式中:

P_t ——储氢气瓶温度稳定后的目标充装压力, 单位为兆帕(MPa);

P_N ——储氢气瓶的标称工作压力, 单位为兆帕(MPa);

T_e ——储氢气瓶温度稳定后的环境温度, 单位为摄氏度(°C)。

在进行碰撞试验前, 应将储氢气瓶充装至目标充装压力的95%以上, 并使压力稳定。

在碰撞前所有主关断阀及下游氢气管路上关断阀应处于开启状态, 使燃料供应处于正常状态。

注: 必要时, 由厂家提供技术支持, 打开阀门, 使燃料供应处于正常状态。

7.1.2 压力传感器位于储氢气瓶内时燃料泄漏测试(加氢气)

在碰撞发生前和碰撞后的一定时间间隔 Δt 内, 测量储氢气瓶中氢气的压力和温度。

按式(2)计算 Δt :

$$\Delta t = V_C \frac{P_N}{1000} \left[\frac{P_S(-0.027P_N+4)}{P_N} - 0.21 \right] - \frac{1.7P_S}{P_N} \quad (1)$$

式中:

Δt ——测试时间间隔, 单位为分钟(min);

V_C ——储氢气瓶的容积, 单位为升(L);

P_N ——公称工作压力, 单位为兆帕(MPa);

P_S ——压力传感器的量程, 单位为兆帕(MPa)。

若 Δt 的计算值小于60 min, 应将 Δt 设定为60 min。

储氢气瓶中氢气的初始质量可按式(3)~式(5)计算:

$$P'_0 = \frac{288P_0}{273+T_0} \quad (2)$$

$$\rho'_0 = -0.0027P_0'^2 + 0.75P_0' + 1.07 \quad (3)$$

$$M_0 = \rho'_0 V_C \quad (4)$$

式中:

P'_0 —— P_0 等效为基准温度(15 °C)状态下压力, 单位为兆帕(MPa);

P_0 ——碰撞0时刻储氢气瓶内氢气压力，单位为兆帕（MPa）；
 T_0 ——碰撞0时刻储氢气瓶内氢气温度，单位为摄氏度（℃）；
 ρ'_0 ——在基准温度（15℃）、压力为 P'_0 状态下氢气密度，单位为克每升（g/L）；
 M_0 ——储氢气瓶中氢气的初始质量，单位为克（g）；
 V_C ——储氢气瓶的容积，单位为升（L）。

在时间间隔（ Δt ）结束时，储氢气瓶中氢气的最终质量可按式（6）～式（8）计算：

$$P'_f = \frac{288P_f}{273+T_f} \dots\dots\dots (5)$$

$$\rho'_f = -0.0027P_f'^2 + 0.75P'_f + 1.07 \dots\dots\dots (6)$$

$$M_f = \rho'_f V_C \dots\dots\dots (7)$$

式中：

P'_f —— P_f 等效为基准温度（15℃）状态下压力，单位为兆帕（MPa）；
 P_f ——时间间隔（ Δt ）结束时刻储氢气瓶内氢气压力，单位为兆帕（MPa）；
 T_f ——时间间隔（ Δt ）结束时刻储氢气瓶内氢气温度，单位为摄氏度（℃）；
 ρ'_f ——在基准温度（15℃）、压力为 P'_f 状态下氢气密度，单位为克每升（g/L）；
 M_f ——储氢气瓶中氢气的最终质量，单位为克（g）；
 V_C ——储氢气瓶的容积，单位为升（L）。

因此，在时间间隔内氢气的平均流量按式（9）为：

$$V_{H_2} = \frac{22.41(M_0 - M_f) P_t}{2.016 \Delta t P_0} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

V_{H_2} ——时间间隔内的平均体积流量，单位为标升每分钟（NL/min）；
 M_0 ——储氢气瓶中氢气的初始质量，单位为克（g）；
 M_f ——储氢气瓶中氢气的最终质量，单位为克（g）；
 Δt ——测试时间间隔，单位为分钟（min）；
 P_t/P_0 ——抵消初始压力测量值（ P_0 ）与目标充装压力（ P_t ）之间的差异。

7.1.3 压力传感器位于储氢气瓶内时燃料泄漏测试（加氦气）

在碰撞发生前和碰撞后的一定时间间隔 Δt 内，测量储氢气瓶中氦气的压力和温度 T 。

按式（10）计算 Δt ：

$$\Delta t = V_C \frac{P_N}{1000} \left[\frac{P_S(-0.028P_N+5.5)}{P_N} - 0.3 \right] - \frac{2.6P_S}{P_N} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δt ——测试时间间隔，单位为分钟（min）；
 V_C ——储氢气瓶的容积，单位为升（L）；
 P_N ——公称工作压力，单位为兆帕（MPa）；
 P_S ——压力传感器的量程，单位为兆帕（MPa）。

若 Δt 的计算值小于 60 min, 应将 Δt 设定为 60 min。

储氢气瓶中氢气的初始质量按式 (11) ~ 式 (13) 计算:

$$P'_0 = \frac{288P_0}{273+T_0} \quad (2)$$

$$\rho'_0 = -0.0043P_0'^2 + 1.53P'_0 + 1.49 \quad (3)$$

$$M_0 = \rho'_0 V_C \quad (4)$$

式中:

P'_0 —— P_0 等效为基准温度 (15 °C) 状态下压力, 单位为兆帕 (MPa);

P_0 ——碰撞 0 时刻储氢气瓶内氢气压力, 单位为兆帕 (MPa);

T_0 ——碰撞 0 时刻储氢气瓶内氢气温度, 单位为摄氏度 (°C);

ρ'_0 ——在基准温度 (15 °C)、压力为 P'_0 状态下氢气密度, 单位为克每升 (g/L);

M_0 ——储氢气瓶中氢气的初始质量, 单位为克 (g);

V_C ——储氢气瓶的容积, 单位为升 (L)。

同样地, 在时间间隔 (Δt) 结束时, 储氢气瓶中氢气的最终质量可按按式 (14) ~ 式 (16) 计算:

$$P'_f = \frac{288P_f}{273+T_f} \quad (5)$$

$$\rho'_f = -0.0043P_f'^2 + 1.53P'_f + 1.49 \quad (6)$$

$$M_f = \rho'_f V_C \quad (7)$$

式中:

P'_f —— P_f 等效为基准温度 (15 °C) 状态下压力, 单位为兆帕 (MPa);

P_f ——时间间隔 (Δt) 结束时刻储氢气瓶内氢气压力, 单位为兆帕 (MPa);

T_f ——时间间隔 (Δt) 结束时刻储氢气瓶内氢气温度, 单位为摄氏度 (°C);

ρ'_f ——在基准温度 (15 °C)、压力为 P'_f 状态下氢气密度, 单位为克每升 (g/L);

M_f ——储氢气瓶中氢气的最终质量, 单位为克 (g);

V_C ——储氢气瓶的容积, 单位为升 (L)。

因此, 在时间间隔内氢气的平均流量按式 (17) 计算:

$$V_{He} = \frac{22.41(M_0 - M_f) P_t}{4.003 \Delta t P_0} \quad (8)$$

式中:

V_{He} ——时间间隔内的氢气平均体积流量, 单位为标升每分钟 (NL/min);

M_0 ——储氢气瓶中氢气的初始质量, 单位为克 (g);

M_f ——储氢气瓶中氢气的最终质量, 单位为克 (g);

Δt ——测试时间间隔, 单位为分钟 (min);

P_t/P_0 ——抵消初始压力测量值 (P_0) 与目标充装压力 (P_t) 之间的差异。

用式 (18) 将氢气平均流量转化为氢气平均流量按式 (18) 计算:

$$V_{H_2} = \frac{V_{He}}{0.75} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

V_{H_2} ——时间间隔内的氢气平均体积流量，单位为标升每分钟（NL/min）；

V_{He} ——时间间隔内的氦气平均体积流量，单位为标升每分钟（NL/min）。

7.1.4 压力传感器位于储氢气瓶外时燃料泄漏测试

7.1.4.1 若压力传感器安装与储氢气瓶的外部时，试验后按照下列要求进行：

- a) 如果试验后有的储氢气瓶的主关断阀在碰撞发生后未关闭，则分别按照 7.1.2 和 7.1.3 计算充氢气和氦气试验时的燃料泄漏率；
- b) 如果储氢气瓶的主关断阀在碰撞发生后 5 s 内关闭，若储氢气瓶无泄漏（可采用便携式浓度传感器测量是否有泄漏），则该储氢气瓶的燃料泄漏率可视为 0 NL/min；
- c) 如果储氢气瓶的主关断阀在碰撞发生后 5 s 内关闭，若储氢气瓶有泄漏，打开储氢气瓶主关断阀（若压力传感器数值明显下降，需先封堵外部管路再打开储氢气瓶主关断阀），分别按照 7.1.2 和 7.1.3 计算充氢气和氦气试验时的燃料泄漏率。

7.1.4.2 每个储氢气瓶的泄漏率之和为 CHSS 燃料泄漏率。

7.2 碰撞后封闭空间或半封闭空间气体浓度测试

7.2.1 在碰撞前，应将乘员舱、行李舱、货舱和有可能形成气体聚集的其他封闭空间或半封闭空间的车窗、舱门或舱盖关闭，气体浓度传感器应位于封闭空间或半封闭空间内，具体位置如下：

- a) 距驾驶员座位上方的车顶或乘员舱顶部的中心附近下方 250 mm 以内（尽量靠近车顶）；
- b) 距乘员舱后座（或紧贴后座）前方的地板上方 250 mm 以内（尽量靠近地板）；
- c) 距不受碰撞冲击直接影响的车辆行李舱和货舱的顶部下方 100 mm 以内（尽量靠近顶部）；
- d) 对于有多个行李舱和货舱的客车和货车，每个舱均应安装气体浓度传感器；
- e) 有可能形成气体聚集的其他封闭空间或半封闭空间的传感器具体布置位置由检测机构与制造商共同确定。

7.2.2 传感器应牢固安装，并对传感器进行保护，防止其在碰撞试验中受到碎片、气囊排出气体和抛射物的损害。

7.2.3 气体浓度传感器的满量程测定值应至少大于浓度限值 25%，气体浓度传感器总测量误差在浓度限值处应小于±5%，传感器的 T_{90} 响应时间应小于 15 s。

7.2.4 车辆可位于室外不受风和阳光影响的区域，也可位于室内，其空间应足够大或具备通风能力。

7.2.5 碰撞后开始采集数据，采样频率应不小于 5 Hz，持续测量时间 Δt 。

7.3 滑车试验

7.3.1 试验前，向储氢气瓶中充入相当于额定充装质量的氮气，也可采用储氢气瓶质量加额定充装质量的试验工装代替。

7.3.2 试验时，根据安装了 CHSS 的整个车身或部分车身（以下简称“被试件”）的尺寸结构及原车的实际安装方式，将被试件固定在试验平台上，安装方法不应使 CHSS 固定加强。

7.3.3 试验应按照如下方法完成：

- a) 滑车的加速度应按照 ISO 6487:2015 中 CFC60 频率等级特性进行测量；

b) 滑车加速度曲线应在图 2 所示曲线范围内，各点对应数值见表 3、表 4 和表 5。

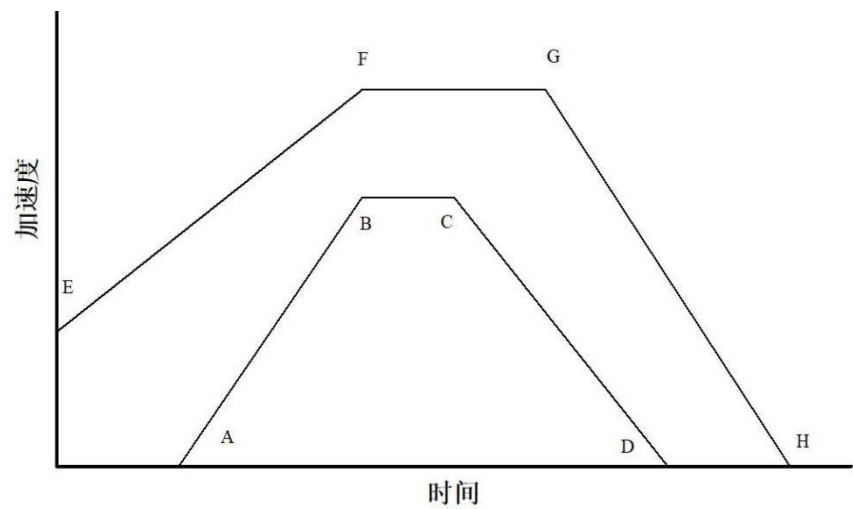


图 2 加速度曲线图

表 3 M₂和 N₂类车辆限值曲线数值

位置	时间 ms	纵向加速度 g	横向加速度 g
A	20	0	0
B	50	10	5
C	65	10	5
D	100	0	0
E	0	5	2.5
F	50	17	10
G	80	17	10
H	120	0	0

表 4 M₃和 N₃类车辆限值曲线数值

位置	时间 ms	纵向加速度 g	横向加速度 g
A	20	0	0
B	50	6.6	5
C	65	6.6	5
D	100	0	0
E	0	4	2.5
F	50	12	10
G	80	12	10
H	120	0	0

7.4 侧面冲击试验

7.4.1 主关断装置距地面高度不高于 800 mm 的侧面冲击试验

7.4.1.1 试验条件

CHSS应按照7.1.1充装氢气或氦气。

应在车辆安装位置对CHSS进行测试，包括附件、支架和保护结构（如适用），将CHSS安装在一辆完整的车辆或车架上。

7.4.1.2 碰撞器

碰撞器应符合GB 20071中的要求。

7.4.1.3 试验程序

碰撞时碰撞器的速度应为 (50 ± 1) km/h。如果试验在更高的速度下进行，并且CHSS符合5.2.1和5.2.3的要求，则认为试验合格。碰撞方向应与车辆纵轴成 90° 角，碰撞器撞击试验车辆的最薄弱位置（具体位置由检测机构与制造商确定）。

7.4.2 主关断装置距地面高度高于 800 mm 的侧面冲击试验

7.4.2.1 试验条件

CHSS应按照7.1.1充装氢气或氦气。

应在车辆安装位置对CHSS进行测试，包括附件、支架和保护结构（如适用），将CHSS安装在一辆完整的车辆或车架上，应按照GB 26512—2020中5.4规定的方式固定车辆或车架。

7.4.2.2 碰撞器

碰撞器应符合GB 26512—2020中5.5的要求。

7.4.2.3 试验程序

撞击能量应等于 29.4 kJ。如果试验是在更高的撞击能量下进行的，并且 CHSS 符合 5.2.1 和 5.2.3 的要求，则认为试验合格。碰撞方向应与车辆纵向成 90° 角，碰撞器的重心撞击试验车辆的最薄弱位置。

附 录 A (资料性) 压力和温度传感器核查程序

A.1 样车检查

A.1.1 检查该车辆的温度和压力传感器计量证书。

A.1.2 检查并记录该车辆目前状态所有储氢气瓶的温度和压力传感器的数值,可通过CAN总线读取相关数据。

A.2 温度传感器准确度核查

A.2.1 恒温静置24 h或以上。

A.2.2 完成静置后,记录车辆上每个储氢气瓶的温度及环境温度,每5 min记录一次,共记录5次。

A.2.3 储氢气瓶的温度5次记录相互之差绝对值均小于1℃,且与环境温度平均值之差小于1.5℃,则温度传感器满足要求。否则,温度传感器不满足要求。

A.3 温度与压力关系准确度核查

A.3.1 如果储氢气瓶压力小于20 MPa,推荐充装氢气至25 MPa或以上。

A.3.2 移动车辆至浸车间,记录车辆上每个储氢气瓶的温度与压力数值 T_1 、 P_1 。

A.3.3 调整浸车间环境温度,设定环境温度与 T_1 差值大于15℃。

A.3.4 每隔1 h,记录一次车辆上每个储氢气瓶的温度与压力显示值,记录2次, T_2 、 P_2 、 T_3 、 P_3 。

A.3.5 按式(A.1)、(A.2)和(A.3)分别计算三个温度状态的压力与温度和氢气压缩因子 Z 乘积的比值,得出比值系数 n_1 、 n_2 、 n_3 。

$$n_1 = \frac{P_1}{Z_1(T_1+273)} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$n_2 = \frac{P_2}{Z_2(T_2+273)} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$n_3 = \frac{P_3}{Z_3(T_3+273)} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

n_1 ——温度 T_1 和压力 P_1 下的比值系数;

n_2 ——温度 T_2 和压力 P_2 下的比值系数;

n_3 ——温度 T_3 和压力 P_3 下的比值系数;

注:氢气压缩因子 Z 按照GB/T 35178—2017附录A中A.6规定的方法计算。

A.3.6 按式(A.1)、(A.2)和(A.3)计算比值系数 k_1 、 k_2 、 k_3 。

$$k_1 = \frac{n_1}{n_2} \dots\dots\dots (A.4)$$

$$k_2 = \frac{n_2}{n_3} \dots\dots\dots (A.5)$$

$$k_3 = \frac{n_1}{n_3} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

k_1 ——温度 T_1 和压力 P_1 下的比值系数；

k_2 ——温度 T_2 和压力 P_2 下的比值系数；

k_3 ——温度 T_3 和压力 P_3 下的比值系数；

k_1 、 k_2 、 k_3 与1之差的绝对值均小于0.015，则认为温度与压力传感器准确。
