

中華民國國家標準

C N S

氣態氫－壓縮氫車輛燃料容器之 熱致動釋壓裝置

Gaseous hydrogen – Thermally
activated pressure relief devices for
compressed hydrogen vehicle fuel
containers

CNS 19882(草-修
1150145):2026
C4641

中華民國 112 年 12 月 27 日制定公布
Date of Promulgation:2023-12-27

中華民國 年 月 日修訂公布
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

節次	頁次
前言	3
1. 適用範圍	4
2. 引用標準	4
3. 用語及定義	4
4. 使用條件	6
4.1 一般	6
4.2 設計使用壽命	6
4.3 標稱工作壓力	6
4.4 耐久試驗循環	6
4.5 溫度範圍	6
5. 品質保證	6
6. 一般要求	6
6.1 材料要求	6
6.2 設計要求	7
6.3 流量	8
6.4 失效模式與效應分析(failure modes and effects analysis, FMEA)	8
7. 設計認可測試	8
7.1 試驗要求	8
7.2 壓力循環	10
7.3 加速壽命	11
7.4 熱循環	12
7.5 加速循環腐蝕	12
7.6 汽車用液體暴露	14
7.7 大氣暴露	15
7.8 耐應力腐蝕開裂性	15
7.9 掉落及振動衝擊	16
7.10 洩漏	17
7.11 工作台致動	17
7.12 流量	19
7.13 高壓致動及流量	19
7.14 耐過大扭矩	20
7.15 靜水壓強度	20
7.16 水噴射防護	21
8. 檢驗及允收測試	21
8.1 檢驗及允收測試計畫	21
8.2 檢驗者職責	21
8.3 系統關鍵組件檢驗	22

(共 31 頁)

8.4 洩漏測試	22
9. 生產批次測試	22
9.1 一般	22
9.2 生產批量大小	22
9.3 釋壓裝置組件	22
9.4 壓力循環查證	22
9.5 工作台致動	23
10. 標記	23
10.1 要求資訊	23
10.2 標記方法	23
11. 組件說明書	23
11.1 一般	23
11.2 先導致動 PRD 閥組件說明書建議	24
附錄 A (參考)子系統及車輛層級之考量	25
附錄 B (參考)設計認可試驗合理性說明	28
參考資料	31

前言

本標準係依據 2025 年發行之第 2 版 ISO 19882，不變更技術內容，制定成為中華民國國家標準者。

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。CNS 19882:2023 已經修訂並由本標準取代。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

1. 適用範圍

本標準規定符合 **CNS 19881**、IEC 62282-4-101、CSA/ANSI HGV 2、EC79/EU406、SAE J2579、UN ECE R134 或 UN GTR No. 13 氫燃料車輛燃料容器之**釋壓裝置**的最低要求。

本標準之適用範圍僅限於依據 **CNS 15122** 安裝在燃料電池及陸用內燃機車輛之氣態氫燃料容器上的熱**致動釋壓裝置**。本標準規定之要求，適用可用於下述類型之陸用車輛車載的熱**致動釋壓裝置**。

- 輕型車輛。
- 重型車輛。
- 產業用動力車輛，如堆高機及其他物料搬運車輛。

其他類型陸用車輛(如鐵路、越野等)之要求，可在充分考慮相應使用條件之基礎上推導。

本標準不適用於整修閥座(reseating)、重新密封或壓力**致動**之裝置。

只要符合本標準要求，**釋壓裝置**可採用任何設計或製造方式。

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。

CNS 3566	硫化或熱塑性橡膠－加速老化與耐熱性試驗
CNS 3699	化學分析用水
CNS 10018	硫化橡膠或熱塑性橡膠耐臭氧龜裂性試驗法(靜態及動態應變試驗)
CNS 15122	氫燃料品質－產品規格
CNS 19881	陸用車輛之氣態氫燃料容器
ASTM D572	Standard Test Method for Rubber – Deterioration by Heat and Oxygen
ASTM D1149	Standard Test Method for Rubber Deterioration—Surface Ozone Cracking in a Chamber
CSA/ANSI HGV 2	Compressed hydrogen gas vehicle fuel containers
ISO 6270-2	Paints and varnishes – Determination of resistance to humidity – Part 2: Condensation (in-cabinet exposure with heated water reservoir)
SAE J2579	Standard for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles
SAE J2719	Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles
UN GTR No. 13	UN Global Technical Regulation on Hydrogen and Fuel Cell Vehicles

3. 用語及定義

下列用語及定義適用於本標準。

3.1 流量(flow capacity)

(釋壓裝置)在指定條件下，每單位時間的體積容量。

3.2 可熔材料(fusible material)

能夠藉熱熔化之金屬、合金或其他材料，且熔化與釋壓裝置(3.7)功能整合。

3.3 製造商指定之致動溫度(manufacturer's specified activation temperature)

依釋壓裝置製造商指定，設計之釋壓裝置(3.7)釋出壓力的溫度。

3.4 製造商指定之標稱工作壓力 [manufacturer's specified nominal working pressure(NPW)]

依釋壓裝置製造商指定，容器或容器組合可使用之釋壓裝置(3.7)在 15 °C均勻氣體溫度的最高穩定壓力。

3.5 標準立方公分(normal cubic centimetre, Ncm³)

在溫度 293.15 K(20°C)及絕對壓力 101,325 kPa 下，乾燥氣體所佔據之 1 cm³體積。

3.6 先導致動裝置(pilot-activating device)

作為先導致動釋壓裝置(3.7)之致動裝置的閥門或裝置，但不包括先導 TPRD。

3.7 釋壓裝置(pressure relief device, PRD)

在指定之性能條件致動時，用於排出容器內容物之裝置。

備考：本標準不涉及整修閥座及重密封裝置。

3.8 熱致動釋壓裝置(thermally activated pressure relief device, TPRD)

由溫度致動之釋壓裝置(3.7)。

3.8.1 直接作用型 TPRD(direct-acting TPRD)

其熱反應元件直接與釋壓裝置(3.7)氣體控制部分作用之 TPRD(3.8)。

3.8.2 長致動型 TPRD(long-trigger TPRD)

其熱反應元件長度超過釋壓裝置(3.7)本體最長尺度 10 倍以上之 TPRD(3.8)。

3.8.3 先導 TPRD(pilot TPRD)

設計作為先導致動壓力釋放閥(3.9.2)致動裝置之 TPRD(3.8)。

3.8.4 遠端感測 TPRD(remote-sensing TPRD)

具一個或多個可獨立受熱且間接與 PRD 氣體控制部分作用之遠端熱反應元件的 TPRD(3.8)。

3.9 壓力釋放閥(pressure relief device valve, PRD valve)

單次使用之閥門，預期打開以排空氬氣容器。

3.9.1 負作動式先導致動 PRD 閥(negative-acting pilot-activated PRD valve)

設計由遠端熱感元件或裝置致動，並對施加於先導致動 PRD 閥(3.9.2)致動口之壓力降低作出反應的 PRD(3.7)。

3.9.2 先導致動壓力釋放閥(pilot-activated PRD valve)

單次使用之閥門，藉由連接之 PRD(3.7)作用而打開以排空氬氣容器。

3.9.3 正作動式先導致動 PRD 閥(positive-acting pilot-activated PRD valve)

設計由遠端熱感元件或裝置致動，並對施加於先導致動 PRD 閥(3.9.2)致動口之正壓作出反應的 PRD(3.7)。

4. 使用條件

4.1 一般

燃料容器可因意外而暴露於火或高溫，此等狀況可能導致容器壓力升高或結構材料劣化，視容器型式及建構材料而定。釋壓裝置提供在此等狀況下燃料容器排放之方法。

釋壓裝置可能不適合所有容器型式、大小或安裝。燃料容器或安裝標準可能要求釋壓裝置與其他組件一起進行試驗。

4.2 至 4.5 所述使用條件代表機動車輛使用時可能遇到之情況，此等使用條件提供釋壓裝置用於壓縮氫車輛燃料容器之設計、製造、檢驗及測試基礎。

4.2 設計使用壽命

釋壓裝置之設計使用壽命應由製造商指定。

備考：本標準所述之測試基於 20 年之預期使用壽命。適當時，使用壽命可藉由調整裝填或工作循環之適當係數(比例)進行延長。例：若使用壽命為 25 年，則工作循環需乘以 1.25。

4.3 標稱工作壓力

本標準適用於製造商指定在 15°C 下，標稱工作壓力為 35 MPa 或 70 MPa 之釋壓裝置，以下稱為：

- (a) “H35” –35 MPa。
- (b) “H70” –70 MPa。

除上述標稱工作壓力外，若符合本標準要求之認可試驗要求事項，則其他氫氣標稱工作壓力亦可適用。

4.4 耐久試驗循環

釋壓裝置之設計依 7.2 循環要求執行時，應可承受 15,000 次壓力循環。壓力循環包括 10 次在 ≤ 2 MPa 與 ≥ 150 %製造商指定標稱工作壓力間之循環。

備考：依據 ISO 19880-1、SAE J2760、SAE J2579:2023 附錄 A 及 CSA/ANSI HGV 4.1 之定義，加氫站分配器故障管理條件下之最大壓力為車輛 150 %標稱工作壓力。

4.5 溫度範圍

釋壓裝置應設計可在 -40 °C 至 85 °C 之間維持壓力完整性。

實際操作氣體溫度可能超出此範圍。製造商可選擇在超出此溫度範圍下進行試驗。

5. 品質保證

應建立並執行品質系統計畫，以證明釋壓裝置係依據認可設計製造。

6. 一般要求

6.1 材料要求

6.1.1 一般

與氫氣接觸之承壓材料應決定在氫氣環境中為可接受，特別需注意氫脆與氫加速疲勞。材料與設計應確保裝置功能無顯著變化、無變形或機械改變，且材料無有害之腐蝕、變形或劣化。

6.1.2 金屬材料

金屬材料之可接受性應藉由測試或參考已發表之相同材料、代表性形式(如棒材或板材、鍛造件或鑄件)、類似強度及等效使用條件之資料加以證明。

備考 1. 有關氫氣環境中材料性能資訊可參照 ISO/TR 15916、ANSI/CSA CHMC 1、ASME B31.12 及 SAE J2579:2023 附錄 B。氫氣相容性亦可藉由在預期使用之氫氣環境中進行測試來證明，例：7.2 規定之壓力循環測試。

備考 2. 某些可熔合金可能含有被部分顧客視為環境不可接受之重金屬，且部分司法管轄區可能禁止使用。

選用不鏽鋼材料時，應考慮對氯化物應力腐蝕開裂之抵抗性。選用碳鋼材料（例：選擇適當塗層、製程）時，應考慮對腐蝕開裂之抵抗性。

選用鋁材料時，應考慮對應力腐蝕開裂與持續負載開裂之抵抗性。

連接含異質材料組件時，應考慮電化學腐蝕之抵抗性。

6.1.3 非金屬材料

應查證非金屬有機材料(例：橡膠、塑膠)在氫氣環境中之適用性，並考慮氫氣比金屬更容易擴散通過此類材料之特性。

非金屬材料暴露於製造商指定之全使用條件及壽命範圍時，應保持其機械穩定性(例：疲勞性值、耐久限、潛變強度、彈性)。

材料應具足夠之抗化學與物理作用能力，以抵抗所含流體與環境劣化。其操作安全所需之化學與物理特性，在組件預定壽命內不得顯著受到影響。特別是，在選擇材料與製造方法時，應充分考慮材料之耐磨性、衝擊強度、耐時效性、溫度變化影響、異質材料組合效應、紫外線輻射影響、快速氣體釋放及氫氣對材料機械性能之劣化影響。

適當時，製造商應查證材料之適用性，包括對滲透性、潛變、長期時效、應力開裂及機械性能保持等特性。安全邊界應藉由靜水壓強度試驗、允許洩漏量及在認可溫度下使用低於潛變閾值之材料加以證明。

備考：有關氫氣對材料機械性能劣化影響之指引可參照 ISO/TR 15916 及 ANSI/AIAA G-095。非金屬材料之氫氣相容性亦可藉由在預期使用之氫氣環境中進行下列一種或多種測試加以證明：

- (a) 文獻記載於類似使用條件下，該材料在氫氣環境中成功發揮性能之現場經驗。
- (b) 業界認可之氫氣相容性標準之性能，例：CSA/ANSI CHMC 2。
- (c) 以氫氣作為 7.2 規定之壓力循環試驗之試驗氣體。

6.2 設計要求

設計應確保釋壓裝置在致動後能完全排放燃料容器之內容物。設計應盡量減少因裝置致動而產生外部危害(例：拋射物)之可能性。任何釋放之物質不得妨礙 PRD 的正常排放。

PRD 應設計以防止因潛變或塑性變形導致之劣化。設計或製造過程應考慮材料缺陷之影響，特別是鑄造與收縮孔洞等對設計強度產生不利影響之缺陷。

6.3 流量

流量應依 7.12 流量試驗測定之。

釋壓裝置在特定應用中之流量充分性，應依 CNS 19881、CSA/ANSI HGV 2、SAE J2579 或 UN GTR No.13(燃料電池車輛)進行篝火測試加以證明，並應藉由降低在封閉空間內小孔徑高流量排放時，可能發生壓力峰值現象之危害效應來達成。

6.4 失效模式與效應分析(failure modes and effects analysis, FMEA)

應對釋壓裝置進行設計 FMEA 與製程 FMEA 或等效分析。

備考：FMEA 是一種汽車產業常用之方法，用於識別安全裝置潛在危害失效模式，並建議藉由設計、製造、檢驗或測試之改進，用以消除該失效模式或降低其影響。FMEA 同時適用於裝置設計及製造與組裝過程，用以識別可提升裝置可靠度與安全性之改善措施。可參考之資料包括 SAE J1739。

7. 設計認可測試

7.1 試驗要求

7.1.1 一般

應以能代表正常生產狀況之釋壓裝置成品進行設計認可測試。試驗報告應由製造商存檔，並在燃料容器製造商與終端使用者要求時提供審查。

本標準要求之設計認可測試，應視需要配合設計 FMEA 中“設計管制”或“建議措施”所定義之附加測試。

每一種設計及設計變更之代表性 PRD 應依表 1 規定進行試驗。與既有完全認可設計充分相似之設計，可依表 1 所定義之縮減試驗計畫進行認可認定。不符合表 1 指導綱要之設計變更，應視為原始設計進行完整之認可測試。

任何附加試驗或要求，應依適當之出版標準或程序執行。

除另有聲明外，本標準所述試驗均應於環境溫度 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下進行。

應注意確認所指定之試驗溫度與試驗壓力均被維持。除另有聲明外，試驗應於下列溫度與壓力許可差範圍內進行：

(a) $-40_{-5}^{+0}\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(b) $-40_{-0}^{+5}\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(c) $P_{\max}^{+2}_{-0}\text{ MPa}$ 。

(d) $P_{\min}^{+0}_{-1}\text{ MPa}$ 。

先導致動 PRD 閥應作為 TPRDs 進行試驗，但個別試驗中另有規定者除外。

表 1 設計及設計變更之試驗要求

本標準試驗	原始設計	製造商指定之標稱工作壓力	製造商指定之致動溫度	彈性體密封片	孔口大小	本體材料	表面塗層	入口連接器	出口連接器
7.2 壓力循環	X	X	X	X		X		X	
7.3 加速壽命	X	X	X	X		X			
7.4 熱循環	X		X	X		X	X		
7.5 加速循環腐蝕	X			X		X	X		
7.6 汽車用液體暴露	X	X				X	X		
7.7 大氣暴露	X			限外部					
7.8 耐應力腐蝕開裂性	X	X				X	X	X	
7.9 落下及振動衝擊	X	X	X			X		X	
7.10 洩漏	X	X	X	X		X	X	X	X
7.11 工作台致動	X	X	X	X	X	X	X		
7.12 流量	X	X			X			X	X
7.13 高壓致動及流量	X	X			X			X	X
7.14 耐過大扭矩	X					X		X	X
7.15 靜水壓強度	X				X*	X		X	X
7.16 水噴射防護	X								X
備考：“X”要求實體測試。 “X*”僅適用於孔口位於高壓側之情況。									

7.1.2 試驗氣體

7.1.2.1 一般

除另有規定外，所有試驗均應使用氫氣或惰性氣體進行。

在試驗壓力下，試驗氣體之露點溫度應確保不會產生結冰、氣體水合物或液體形成。

若以氫氣進行測試，則試件在試驗前、後宜應以惰性氣體進行清除。

依本標準要求進行之測試，可能導致高壓試驗氣體瞬間釋放，產生危險之爆炸衝擊力。宜採取充分之防護措施，以防止爆炸、震波與飛散碎片對試驗者及設施造成傷害。

7.1.2.2 洩漏試驗氣體

洩漏試驗所使用之氣體應為氫氣、氮氣或含有可檢測氫氣或氮氣濃度之惰性氣體混合物。

7.1.2.3 氫氣

用於試驗之氫氣應符合 CNS 15122 或 SAE J2719 之要求或符合下列規格：

- (a) 氫燃料指數： $\geq 99.97\%$ 。
- (b) 非氫氣體總量： $\leq 300\ \mu\text{mol/mol}$ 。
- (c) 水分含量： $\leq 5\ \mu\text{mol/mol}$ 。
- (d) 顆粒物濃度： $\leq 1\ \text{mg/kg}$ 。

7.2 壓力循環

7.2.1 取樣

應選取 5 個 TPRD 成品進行壓力循環試驗。

對先導致動 PRD 閥進行測試時，壓力應施加於閥體進口端(即在正常運作中連接容器內容物之部分)。先導壓力在測試過程中，應依製造商標準安裝說明，使其自然產生相應之壓力循環，無需對該部分再進行額外循環測試。

先導 TPRD 應依 TPRD 試驗要求進行測試。

7.2.2 程序

壓力循環試驗應依下列程序進行：

在樣品溫度 $\geq 85\ ^\circ\text{C}$ 時，首先進行 10 次壓力循環，壓力範圍自 $\leq 2\ \text{MPa}$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力之 150 %。

接著進行 2,240 次壓力循環，壓力範圍自 $\leq 2\ \text{MPa}$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力之 125 %。

之後，在環境溫度下進行 10,000 次壓力循環，壓力範圍自 $\leq 2\ \text{MPa}$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力之 125 %。

最後，在樣品溫度 $\leq -40\ ^\circ\text{C}$ 下進行 2,750 次壓力循環，壓力範圍自 $\leq 2\ \text{MPa}$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力之 80 %。

壓力循環速率不得超過 10 循環/min。

表 2 壓力循環條件

壓力循環至 %	循環次數	循環樣品溫度
2 MPa 至 150 % 標稱工作壓力	初始 10	85 °C
2 MPa 至 125 % 標稱工作壓力	其次 2,240	85 °C
2 MPa 至 125 % 標稱工作壓力	接續 10,000	20 °C
2 MPa 至 80 % 標稱工作壓力	最終 2,750	-40 °C
備考：全部循環之執行速率，不大於 10 循環/min。		

7.2.3 允收結果

在完成壓力循環試驗後，TPRD(或先導致動 PRD 閥)應符合 7.10、7.11 及 7.12 節之要求。

7.3 加速壽命

7.3.1 取樣

加速壽命試驗應針對新的 TPRD 或熱致動機構或材料經修改之設計進行。試驗預期試驗 TPRD 元件之長期劣化或變化，例：熔融材料之潛變。對於長觸發氣或遠端感測 TPRDs，可使用能試驗長期效應，但避免短期非代表性失效之長度或構型。

(a) 應選取 5 個 TPRD 成品進行加速壽命試驗。

(b) 另取 3 個 TPRD，在製造商指定之致動溫度下持續加熱直至致動。

7.3.2 程序

加速壽命試驗應依下列程序進行：

TPRD 樣品應置於烘箱或液體浴中，試驗期間樣品溫度應保持恆定 $\pm 1^\circ\text{C}$ 內。TPRD 進口端壓力應升高至製造商指定標稱工作壓力之 125 %，並保持在 ± 0.7 Mpa 內。壓力供應可設於受控溫度烘箱或液體浴之外。液體或氣體體積宜限制，以防止致動或排放時損壞試驗裝置。各樣品可單獨加壓或藉由歧管系統加壓。加速壽命試驗溫度 T_L ($^\circ\text{C}$) 應依公式(1)計算：

$$T_L = \left(\frac{0.502}{\beta + T_f} + \frac{0.498}{\beta + T_{ME}} \right)^{-1} - \beta \quad (1)$$

式中， β ：等於 273.15

T_f ：製造商指定致動溫度 ($^\circ\text{C}$)

T_{ME} ：等於 85 $^\circ\text{C}$

7.3.3 允收結果

(a) 在加速壽命試驗溫度下試驗之 5 個 TPRD，不得於 500 h 內致動，並應符合 7.10 洩漏要求。

(b) 在製造商指定致動溫度下測試之 3 個 TPRD，應於 10 h 內致動。

7.4 熱循環

7.4.1 取樣

應選取 1 個 TPRD 成品進行熱循環試驗。

7.4.2 程序

熱循環試驗應依下列程序進行：

TPRD 樣品應依下述，於-40 °C與 85 °C間進行循環：

- (a) 將未加壓之 TPRD 置於-40 °C液體浴中 2 h，5 min 內轉移至 85 °C液體浴中。
- (b) 將未加壓之 TPRD 置於 85 °C液體浴中至少 2 h，5 min 內轉移至-40 °C液體浴中。
- (c) 重複步驟(a)與(b)直至完成 15 次熱循環。
- (d) TPRD 在-40 °C液體浴調節至少 2 h 後，進行壓力循環 100 次，壓力範圍≤ 10 %至≥ 80 %製造商指定標稱工作壓力，速率不超過 10 循環/min。液體浴保持-40°C。

當測試先導 PRD 閥時，應將壓力施加至閥體之進口端，該進口端應於正常運作時與容器內容物連接。依製造商正常安裝說明進行安裝後，讓先導壓力在整個試驗過程中達到相應之壓力循環。無需對該部分進行進一步循環測試。當測試長觸發裝置時，應使用設計允許之最長長度進行測試。

7.4.3 允收結果

完成熱與壓力循環後，TPRD 應符合 7.10 節(除試驗於≤-40 °C試驗外)、7.11 及 7.12 要求。

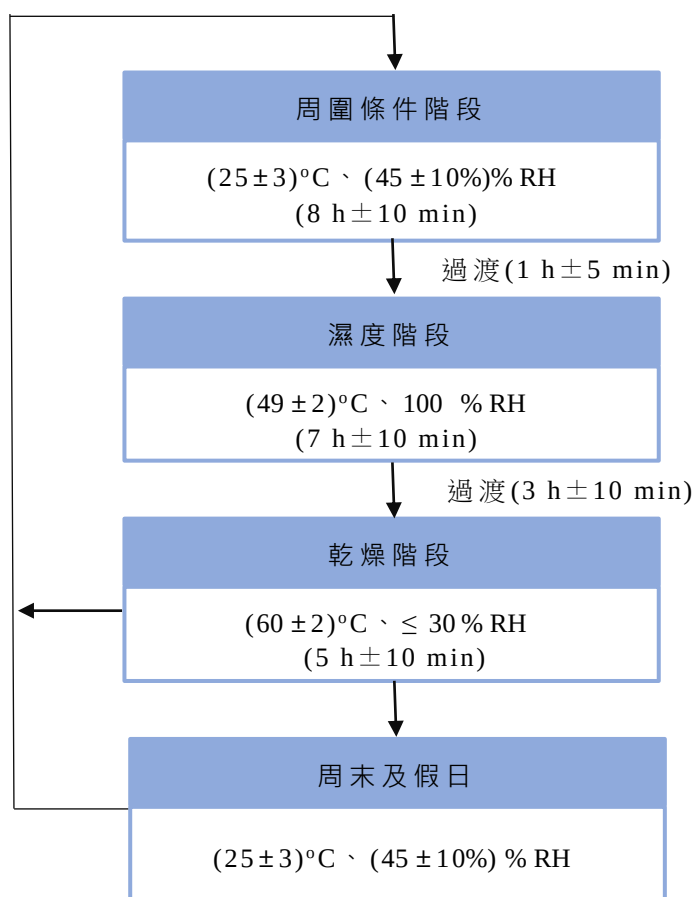
7.5 加速循環腐蝕

7.5.1 取樣

應選取 3 個 TPRD 成品進行加速循環腐蝕試驗。

7.5.2 程序

TPRD 樣品應於循環條件下(鹽溶液、不同溫度、濕度及環境)進行加速實驗室腐蝕試驗。試驗方法包括施加約 1 %之複雜鹽霧，並結合高溫、高濕及高溫乾燥條件。一個試驗週期為 24 h，參照圖 1。



流程圖(1 次循環為 24 h)

圖 1 加速循環腐蝕流程圖

試驗裝置應包括一霧/環境試驗箱、符合 CNS 3699 之 IV 型標準之合適供水系統、用於加熱試驗箱之裝置及將溫度控制在 22 °C 至 62 °C 間之必要裝置。該裝置應包括用於供應適當處理壓縮空氣之裝置及一個或多個用於產生霧之噴嘴。用於產生霧之噴嘴應進行定向或設定擋板，以最大程度地減少霧氣對試驗樣品直接衝擊。

本裝置之試驗箱設計應符合 ISO 6270-2。在“濕底”產生濕度循環試驗期間，應確認樣品表面有可見之水滴，以查證濕度是否適當。

可使用產生蒸氣之水源不含腐蝕抑制劑，即可用於蒸氣產生之濕度。在蒸氣濕度循環試驗中，應確認樣品表面有可見之水滴，以查證濕度是否適當。

乾燥階段之裝置應能取得並維持下述環境條件：溫度：60 °C ± 2 °C，濕度：≤ 30 % RH。該設備亦應具足夠之空氣流通，以防止溫度分層，並確保試驗樣品完全乾燥。

鹽霧作用產生之衝擊力不宜去除腐蝕層或損壞試驗樣品之塗層/油漆系統。

複合鹽溶液百分比質量應如下：

- (a) 氯化鈉(NaCl)：0.9 % (9 g/kg)
- (b) 氯化鈣(CaCl_2)：0.1 % (1 g/kg)
- (c) 碳酸氫鈉(NaHCO_3)：0.075 % (0.75 g/kg)

NaCl 應為試劑級或食品級， CaCl_2 為試劑級， NaHCO_3 為試劑級。水應符合 CNS 3699 之 IV 型。

CaCl_2 或 NaHCO_3 應分別溶於水再加入另一材料溶液，避免乾粉同時加入造成不溶沉澱。

TPRD 應依製造商建議程序安裝，並暴露於試驗方法如圖 1 流程圖所示之循環腐蝕測試。每日重複循環直至完成 100 次循環。每次施加鹽霧時，應使用噴霧裝置將溶液以霧狀噴灑，直到所有區域完全濕潤/滴水。適當之施用方法包括使用塑膠瓶或由無油壓縮空氣驅動之虹吸噴霧器噴灑試驗樣品。噴灑量宜足以沖洗掉先前噴灑後殘留之鹽分。首次鹽霧噴灑應於環境試驗階段開始時進行。每次後續鹽霧噴灑宜在前一次噴灑後約 90 min 進行，以便試驗樣品有足夠時間乾燥。

環境濕度與潮濕環境間及潮濕環境與乾燥環境間之濕度變化時間會對試驗加速產生顯著影響(此因腐蝕速率在此過渡階段最高)。從環境濕度到潮濕環境之過渡時間應為 60 min $\pm$ 5 min，潮濕環境與乾燥環境間之過渡時間應為 180 min $\pm$ 10 min。

7.5.3 允收結果

循環腐蝕試驗結束後，應立即以自來水沖洗 TPRD 並乾燥。試驗樣品應符合 7.10、7.11 及 7.12 要求。

7.6 汽車用液體暴露

7.6.1 取樣

TPRD 外部部分應能承受下列液體暴露而不出現機械性劣化。抵抗性可藉由下述試驗、可比較之已發表資料或已知性質(例：300 系不銹鋼)加以確定。

選取一個 TPRD 成品進行汽車用液體暴露試驗。

7.6.2 程序

TPRD 樣品之外表面應進行以下試驗。試驗樣品之進、出口連接應依製造商安裝說明進行連接或封堵。試驗樣品應於室溫下，以每小時向組件外部噴灑 1 次，共噴灑 24 次，持續時間最長為 3 天(例：3 天內連續 3 個 8 h 班次或連續 24 h)進行暴露，或 TPRD 樣品可浸入溶液中 24 h。使用浸入法時，應依據需要補充液體，以確保試驗期間樣品完全暴露。應使用下列 3 種液體分別進行試驗。一個 TPRD 樣品可依序用於所有 3 種暴露測試。

- (a) 硫酸 – 19 % 水溶液(例：190 mL/L 溶液)。
- (b) 乙醇/汽油 – 10 % / 90 % 濃度之 E10 燃料(例：100 mL/L 乙醇/900 mL/L 汽油)。

(c) 擋風玻璃清洗液-50 % (體積比) 甲醇與水之混合溶液(例：500 mL/L 溶液)。

7.6.3 允收結果

暴露每一種化學液體後，應將 TPRD 樣品擦拭乾淨並用水沖洗，然後進行檢查。

TPRD 不得出現任何可能影響其功能之機械性能劣化跡象，如開裂、軟化或膨脹。諸如點蝕或污漬等外觀變化不視為失效。

所有暴露結束後，TPRD 樣品應符合 7.10、7.11 及 7.12 要求。

7.7 大氣暴露

7.7.1 一般

大氣暴露試驗適用於在正常操作條件下，暴露於大氣中之非金屬材料 PRDs 的認可認定。

7.7.2 氧氣老化

7.7.2.1 取樣

對每一種用於提供燃料密封之非金屬材料，取 3 個樣品進行氧氣老化試驗。

7.7.2.2 程序

氧氣老化試驗應依下述步驟進行：

樣品應依 CNS 3566 或 ASTM D572，於 70 °C 及 2 MPa 條件下暴露於氧氣中 96 h。

7.7.2.3 允收結果

樣品不得出現裂痕或可見之劣化跡象。

7.7.3 臭氧

7.7.3.1 取樣

選取 3 個非金屬材料樣品進行臭氧試驗。

7.7.3.2 程序

試驗依下述之一進行：

(a) 已知耐臭氧之彈性體化合物規格。

(b) CNS 10018 或 ASTM D1149 之 PRD 測試。

(c) 試樣受 20 % 拉伸之應力，暴露於 40 °C、臭氧濃度 50 ppm 之空氣中，120 h。

7.7.3.3 允收結果

樣品不得出現裂痕或可見之劣化跡象。

7.8 耐應力腐蝕開裂性

7.8.1 取樣

對於含有暴露於外部環境之銅基合金組件 TPRD，應以一個組裝之 TPRD 樣品進行試驗，使銅合金組件承受組裝過程中通常會施加之應力。此試驗不適用於僅在使用過程中暴露於氫氣之內部零件。

7.8.2 程序

TPRD 樣品應先進行脫脂處理，然後連續暴露於具玻璃蓋之玻璃容器中 10 天，玻璃容器中裝有濕氨氣-空氣混合物。在樣品下方玻璃容器底部，應保持比重為 0.94 之氨水，其濃度為 20 mL/L 容器體積。樣品應置於距氨水上方 35 mm±5 mm 處之惰性托盤中。濕氨氣-空氣混合物應保持於大氣壓力下，溫度恆定於 35 °C ±5 °C。

7.8.3 允收結果

銅合金組件在此試驗中，不得出現裂痕或分層現象。

7.9 掉落及振動衝擊

7.9.1 掉落衝擊

7.9.1.1 取樣

TPRD 樣品應能代表其最終組裝形式。最多可使用 6 個獨立之試驗樣品，以確保涵蓋所有 6 個主軸(即每個樣品沿一個方向掉落，分別涵蓋 3 個正交軸之相反方向：垂直、橫向及縱向)。製造商可自行決定是否對單一 TPRD 樣品進行所有 6 個方向之掉落。

7.9.1.2 程序

TPRD 樣品應在室溫下，從≥2 m 高度自由落體至光滑之混凝土表面上，落下過程中不得限制其受重力作用之移動。初始衝擊後，TPRD 樣品可在混凝土表面反彈。

7.9.1.3 允收結果

每次掉落後，應檢查測試樣品是否有可見之損壞。在 6 個掉落方向中，若任一方向未出現顯示零件不適合使用之外部損傷(例：螺紋損壞嚴重至零件無法使用)，則應符合 7.9.2 要求。

任何因掉落而導致 TPRD 無法安裝之試驗樣品(例：螺紋損壞)，則不得進行 7.9.2 後續步驟，且不得視為本次試驗失敗。

7.9.2 振動

7.9.2.1 取樣

7.9.1 中掉落之每一個 TPRD 樣品及一個未進行掉落試驗之額外 TPRD 樣品應進行振動試驗。

7.9.2.2 程序

振動試驗應依下述程序進行：

TPRD 樣品應依製造商安裝說明進行安裝，並在最嚴重共振頻率下，沿著 3 個正交軸(垂直、橫向及縱向)分別振動 30 min。對於具長觸發元件之 TPRD，應使用能夠涵蓋製造商安裝說明中所有相關安裝條件之長度進行安裝及試驗。若需要，可使用多個樣品。若採用間隔安裝，則至少應包含一個端部安裝及一個中間安裝。

頻率決定方法如下：在 10 Hz 至 500 Hz 之正弦頻率範圍內，以 1.5 g 加速度

進行 10 min 掃描。若在該範圍內未找到共振頻率，則應於 40 Hz 進行測試。

7.9.2.3 允收結果

測試後，每一個 TPRD 樣品不得出現疲勞或組件損壞，且應符合 7.10、7.11 及 7.12 要求。

7.10 洩漏

7.10.1 取樣

樣品應包括一個未經設計認可測試之新 TPRD，及第 7 節其他試驗規定之額外 TPRD 樣品。

7.10.2 程序

洩漏試驗依下述程序進行：

- 測試前，TPRD 樣品應於每一要求試驗溫度下進行熱調節，並於 ≥ 2 MPa 壓力下保持至少 1 h，以確保其熱穩定性。在所有試驗溫度下，將樣品浸入適當之試驗介質中 1 min，或採用全域累積法(global accumulation method)(或等效方法)。TPRD 在入口處以洩漏測試氣體進行加壓。
- TPRD 應於室溫 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下進行熱調節，直至達到熱穩定性，然後分別加壓至標稱工作壓力之 125 %及標稱工作壓力之 5 %或 2 Mpa (二者取較低者)。
- TPRD 應在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或更低之溫度下進行熱調節，直至達到熱穩定性，然後分別加壓至標稱工作壓力之 100 %及標稱工作壓力之 5 %或 2 Mpa (二者取較低者)。
- TPRD 應在 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或更高溫度下進行調節，直至達到熱穩定性，然後加壓至標稱工作壓力之 125 %，再加壓至標稱工作壓力之 5 %或 2 Mpa (二者取較低者)。

7.10.3 允收結果

氬氣洩漏率不得超過 $10\text{ Ncm}^3/\text{h}$ 。

觀察 1 min 若無氣泡，則 TPRD 通過試驗。若有氣泡，洩漏率應以適當方法進行測量(例：氣相層析法)。使用氬或其他洩漏氣測得之洩漏率應換算為氬氣等效洩漏率(參照 ECE/TRANS/180/Add.13/Amend.1 之 6.1.1.2)。

7.11 工作台致動

7.11.1 直接致動 TPRD

7.11.1.1 取樣

以 3 個未經其他設計認可試驗之新的 TPRD 樣品進行試驗，以建立基準致動時間，該基準致動時間定義為此 3 個樣品之平均致動時間。

另外 5 個已在 7.2、7.4、7.5、7.6 及 7.9 中進行過測試之 TPRD 樣品亦應進行工作台致動試驗。

備考：工作台致動試驗無法預測任何 TPRDs 在系統級篝火測試中之性能，

因為特定裝置在篝火測試中之性能取決於 TPRD、容器閥門及燃料儲存容器之系統整合。

7.11.1.2 程序

工作台致動試驗依下述程序進行：

試驗設定應包括一個能控制空氣溫度與流量之煙囪，以使 TPRD 周圍之空氣溫度保持在 $600\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。TPRD 樣品不得直接暴露於火焰中。TPRD 應依製造商安裝說明進行安裝。新的 TPRD 與老化後的 TPRD 對比樣品之測試條件宜相同。

在煙囪內放置熱電偶以監控溫度。試驗開始前，溫度應保持在可接受範圍內 2 min。插入前，TPRD 樣品應加壓至 $2.0\text{ MPa} \pm 0.5\text{ MPa}$ 。將 TPRD 及/或部分觸發元件插入煙囪，並記錄 TPRD 致動時間，以建立對比基準時間。

若未將整個 TPRD 放入煙囪，則煙囪尺寸或熱暴露量應由製造商決定並加以文件化。

已進行 7.2、7.4、7.5、7.6 及 7.9 試驗之 TPRDs，應於相同工作台致動條件下進行試驗。

7.11.1.3 允收結果

3 個新的 TPRD 樣品致動時間最大差異不得超過 2 min。

先前經 7.2、7.4、7.5、7.6 及 7.9 設計認可試驗之 TPRDs 樣品，其致動時間不得比基線致動時間長超過 2 min。

7.11.2 先導致動 PRD

7.11.2.1 先導致動 PRD 閥之致動與流量測試

7.11.2.2 一般

此試驗目的為證明先導致動 PRD 閥在 PRD 致動時會開啟。

7.11.2.3 試驗設定

先導致動 PRD 閥應依製造商組件說明安裝，並連接已知體積壓力儲存器，可提供代表使用條件之流率。此容量不必與使用中之容器相同，但應足以確保在使用製造商定義之最小儲氣體積時，閥門會完全致動。

先導裝置應依製造商定義之最不利條件連接先導閥，此應考量為最多 PRDs 數量、最少先導閥數量及反向條件。宜特別注意先導系統進、出口之相對流量，或任何其他可能影響先導系統致動先導閥能力之潛在組態因素。

壓力儲存器壓力應以不受流量影響之方式監控，記錄頻率為 1 Hz 或更快。

記錄先導系統壓力，以供靜水壓強度試驗使用(參照 7.15)。

可安裝流量計測量樣品流率，若使用，不得降低通過樣品之流率。若未使用流量計，可利用壓力下降量估算流率。

7.11.2.4 高壓試驗程序

將試驗樣品加壓至製造商指定標稱工作壓力之 100 %。以加熱或其他任何能

產生典型開致動作之方式致動控制先導致動裝置。

本試驗應在至少 3 個樣品上進行，每個樣品至少包含一個未經試驗之樣品、一個經過壓力循環(參照 7.2)之樣品及一個經過熱循環(參照 7.4)之樣品，且所有樣品均在相同試驗條件下進行。

7.11.2.5 低壓試驗程序

將試驗樣品加壓至 $2.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ 。以加熱或其他任何能產生典型開致動作之方式致動控制先導致動裝置。

應以至少一個未試驗過之樣品及從 7.2、7.4、7.5、7.6 與 7.9 各試驗中各取一個試驗過之樣品，於相同試驗條件下進行本試驗。

7.11.2.6 流率

記錄壓力下降曲線及流量測量或計算結果，並提供給終端使用者。若使用非氬氣測試，流率應換算為氬氣預期值，原始與換算流率均應提供。

7.11.2.7 允收結果

先導致動 PRD 閥應在 PRD 致動後於製造商聲明致動時間內開啟，若未聲明則 $<10 \text{ s}$ 。

先導致動 PRD 閥應於裝置發布之壓力範圍內完全開啟，壓力可由量測流率或檢驗內部組件位置決定。

7.12 流量

7.12.1 取樣

應試驗 8 個 TPRD 樣品之**流量**。試驗樣品包括 3 個新的 TPRD 及從 7.2、7.4、7.5、7.6、7.9 各試驗中各取一個試驗過之 TPRD 樣品。

7.12.2 程序

流量試驗依下述程序進行：

- 每一個 TPRD 依 7.11 試驗程序致動。
- 致動後、未清潔、拆卸零件或再處理，每一個 TPRD 應使用氬氣、空氣或惰性氣體進行流量試驗，測量裝置排放速率。
- 流量測試使用氣體入口壓力為 $2.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ ，出口為環境壓力。記錄入口溫度、壓力及流率。
- 流量量測準確度於 $\pm 2 \%$ 內。

7.12.3 允收結果

8 個 TPRDs 樣品中最低量測值不得低於最高流量之 90 %。

應報告 8 個 TPRDs 樣品中最低量測值之**流量**。

7.13 高壓致動及流量

7.13.1 取樣

以 3 個 TPRD 成品進行高壓致動與流量試驗。

由於試驗設定中之最小氣體體積部分取決於最終結果，因此可能需要更多樣品

以決定正確之初始設定。

7.13.2 程序

高壓致動與流量試驗依下述程序進行：

試驗設定應包括一個能控制空氣溫度與流量之煙囪，以使 TPRD 周圍之空氣溫度保持在 $600\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。TPRD 樣品不得直接暴露於火焰中。TPRD 應依製造商安裝說明進行安裝。應依照製造商安裝說明，在 TPRD 前安裝一定量之氣體。氣體量應足以使 TPRD 在 10 s 以上將壓力降至初始壓力之 10 %，並在達到初始壓力之 25 %前達到穩定之 Kv 值。將 TPRD 樣品加壓至製造商指定標稱工作壓力 $\pm 2\%$ 。若單一設計具多個額定標稱工作壓力，則可使用最高值作為所有壓力之可接受試驗條件。氣體溫度應低於 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。儲存氣體之壓力量測方式應確保其不受流經壓力量測裝置之氣流影響。

在煙囪內放置熱電偶以監控溫度。在進行試驗前，溫度應保持在可接受範圍內 2 min。將 TPRD 插入煙囪。

記錄插入煙囪後壓力隨時間之變化，直到排放完成。

7.13.3 允收結果

TPRD 排放不得停止，直至容器壓力低於 1 MPa。

7.14 耐過大扭矩

7.14.1 取樣

以 1 個 TPRD 成品應進行耐過大扭矩試驗。設計為可直接連接螺紋接頭之 TPRD，應能承受安裝 TPRD 時施加之最大額定扭矩 150 %之扭矩，而不產生變形、斷裂或洩漏。

7.14.2 程序

於接近接頭處對 TPRD 樣品施加扭矩，將其安裝進適當尺寸之螺紋治具中。

對具螺紋一個以上接頭之 TPRD，對每一個螺紋接頭施加 150 %之最大額定扭矩，保持 15 min。釋放扭矩後，取出 TPRD。

7.14.3 允收結果

目視檢查 TPRD 樣品，確認無變形或破裂。

TPRD 應符合 7.10 洩漏試驗及 7.15 靜水壓強度試驗之要求。

7.15 靜水壓強度

7.15.1 取樣

以 1 個新的 TPRD 進行此試驗，其他性能試驗中規定之 TPRD 樣品亦應進行此試驗。

7.15.2 程序

7.15.2.1 TPRDs 靜水壓測試程序

於室溫下，對 TPRD 進口端施加 250 %之標稱工作壓力的靜水壓壓力，保持 3 min。目視檢查 TPRD 樣品，以查證未發生破裂。

然後，以標稱工作壓力 5 %以下之速率增加壓力，直至 TPRD 破裂。

7.15.2.2 先導致動 PRD 閥靜水壓程序

對負作動式先導致動 PRD 閥，試驗樣品先導部分於室溫下加壓至 7.2 壓力循環試驗中壓力之 150 %。

對正作動式先導致動 PRD 閥，試驗樣品先導部分加壓至 7.11.2 高流量致動試驗中先導室壓力之 250 %。或若 7.11.2 未決定或不具代表性，則施加標稱工作壓力之 250 %。

上述靜水壓壓力施加於組件進口端，保持 3 min，目視檢查試驗樣品查證未發生破裂。

然後，以不大於標稱工作壓力 5 %以下之速率增加壓力，直至試驗樣品破裂。

7.15.3 允收結果

記錄爆破時之靜水壓壓力。先前已試驗過之試驗樣品之壓力不得低於新樣品爆破壓力之 80 %。

7.16 水噴射防護

7.16.1 取樣

以 1 個 TPRD 成品進行水噴射防護試驗。此試驗適用於可能暴露於車輛外部之 TPRD，尤其適用於可能經歷壓力清洗或道路噴濺，且安裝後具外部開口或密封之 TPRD。

備考：具 ISO 20653 IPX9K 等級之 TPRD 視為符合本試驗要求。

7.16.2 程序

TPRD 依製造商建議程序安裝，於環境溫度下進行試驗。若樣品非圓柱形或類似旋轉對稱，則應安裝於旋轉治具上，使其每 10 s 至 12 s 旋轉一圈或相應地旋轉噴霧方向。

使用壓力清洗機噴射水，水壓 8 MPa 至 10 MPa，流率 14 L/min 至 16 L/min。噴霧扇形模式應採用扁平噴嘴，噴霧扇形角為 $15^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 。相對於噴霧扇形擴散模式，噴霧扇形方向應垂直於掃掠方向。射流應來自距離噴嘴 10 cm 至 15 cm 之位置，溫度應為 40 °C 至 60 °C。

噴水應與對稱軸夾 0°、30°、60°、90°、120°、150°噴射，每一角度持續 30 s。

噴水試驗結束後，應擦乾 TPRD 樣品之外部，並檢驗其是否有損壞或進水。

7.16.3 允收結果

TPRD 不得損壞或以其他方式失效。水不得滲入任何外部密封。

8. 檢驗及允收測試

8.1 檢驗及允收測試計畫

TPRD 製造商應準備檢驗及允收測試計畫。檢驗與測試可由供應商、TPRD 製造商或獨立機構進行。

8.2 檢驗者職責

檢驗者需負責查證所有圖面、試驗及規格要求均已符合。檢驗者應選擇試驗單元，並準備或審查所有檢驗及測試報告。

8.3 系統關鍵組件檢驗

FMEA 中識別之系統關鍵組件，在組裝或出貨前應使用適當系統進行檢驗。

可熔組件若不在製造商規定之孔洞、夾雜物或其他危害缺陷許可差範圍內，則應予以銷毀。

8.4 洩漏測試

所有 TPRDs 均應在 5 % 及最少 125 % 製造商指定 **標稱工作壓力** 下進行洩漏測試。

氬氣或氫氣等效洩漏率 $>10 \text{ Ncm}^3/\text{h}$ 者，應予以拒收。可使用氬氣或氫氣測試，洩漏率應換算為氬氣等效值。

9. 生產批次測試

9.1 一般

應於環境溫度 16°C 至 38°C 進行測試。

應對 FMEA 識別之系統關鍵組件及 TPRDs 成品進行批次測試。系統關鍵組件批次測試可由供應商、獨立機構或 TPRD 製造商進行。TPRDs 批次測試可由製造商或獨立機構進行。試驗報告應由 TPRD 製造商保存至設計使用壽命結束後加 5 年，並於要求時提供給燃料容器製造商及最終使用者。

若試驗結果不符合要求，則應拒收該批 TPRD 或組件。若試驗設備或程序有誤，可對拒收批次重新測試。

9.2 生產批量大小

9.2.1 一般

除 9.2.2 及 9.2.3 規定外，PRD 組件之批量大小由製造商決定。批量大小應符合良好製造規範，並依據 6.4 要求執行之 FMEA 結果進行適當檢驗。

9.2.2 可熔材料

批量大小限於可由一套共同原料(例：一次爐熔化)生產之量。

9.2.3 **釋壓裝置**

批量大小限於可由單批系統關鍵組件生產之量。批量大小應由製造商之品質管制系統決定並加以管理。

9.3 **釋壓裝置**組件

PRD 製造商應取得組件供應商之認證，確認其組件依據材料、熱處理、物理性質及機械性質之適當規範，或進行試驗或檢驗以確認符合適當規範。

9.4 壓力循環查證

9.4.1 一般

從批次中隨機選取 1 個 PRD 樣品。

9.4.2 程序

於溫度 20°C ，以從 2 MPa 至不低於製造商 **指定標稱工作壓力** 之 125 % 之壓力範

圍，對 PRD 施加 15,000 次液壓壓力循環。

9.4.3 允收結果

測試後，PRD 樣品不得顯示任何疲勞或組件損壞跡象，且應符合 7.10 要求。

9.5 工作台致動

9.5.1 一般

從批次中隨機選取 1 個 PRD 樣品。

9.5.2 程序

TPRD 依 7.11 工作台致動試驗進行試驗，並記錄以下數據：

- (a) 煙囪溫度。
- (b) 致動時間。

9.5.3 允收結果

TPRD 應於設計認可工作台致動試驗所建立之基準致動時間 2 min 內完成致動。

10. 標記

10.1 要求資訊

PRD 應標示 CNS 19882 及年版、氣體類型(H2)、製造商**指定標稱工作壓力**或壓力等級(H35 或 H70)、製造商識別、零件編號及追溯碼。

若可安裝 PRD 以允許流體沿著錯誤方向流動，則應在其上標記箭頭以指示流動方向。

10.2 標記方法

標記應耐久。允許使用耐久黏性標籤，或將標記蝕刻或壓印於 PRD 外殼。

11. 組件說明書

11.1 一般

製造商應提供正體中文組件說明書，指導安裝者正確安裝，並包含附錄 A 中識別出之適用注意事項。中間組裝者或容器製造商組裝 PRD 時，應將警告及說明書傳達給安裝者。製造商應依據要求提供二份說明書，包括維修零件說明書。組件說明書關鍵部分應使用強制性用語。

組件說明書至少應包含：

- (a) 裝置認證氣體。
- (b) 最大**標稱工作壓力**。
- (c) 致動溫度(**先導致動** PRD 閥除外)。
- (d) 由 7.12 及 7.13 測得之流量或流量係數(Kv)。
- (e) 設計循環壽命或使用壽命。
- (f) 需定期更換之零件識別。

若適用，說明書宜包含下列事項：

- (g) 安裝扭矩或類似數值。
- (h) 安裝位置限制。

- (i) 安裝方位(若有)，尤其需要考慮高壓或排放口管線中污染物之積聚。
- (j) 排放管線對流量之要求、保護洩壓裝置免受污染、防止拋射物進入
- (k) 檢驗程序(若有)。
- (l) 入口連接要求，包括最小流量特性。
- (m) 安裝過程中可能要求標示警告標籤之要求。

所有此等要求僅需在影響洩壓裝置功能時予以說明。其他標準提出之要求(如排放管線佈線)，無需在說明書中提及。

11.2 先導致動 PRD 閥組件說明書建議

除 11.1 外，先導致動 PRD 閥說明書亦應包含：

- (a) 可作為閥觸發器之 PRD 型號或特性。
- (b) 可連接至單閥之最大 PRD 數量、可連接至單一 PRD 之最大閥數量，或為正確系統組態所需之類似數據。

上述要求僅需針對 PRD 功能說明，其他標準提出之要求(如排放管線佈線)，無需在說明書中提及。

製造商說明書應聲明安裝須依照當地主管機關(authority having jurisdiction, AHJ)法規進行。

附錄 A

(參考)

子系統及車輛層級之考量

A.1 目的

本附錄之目的為記錄燃料容器、燃料儲存子系統及車輛層級之要求。因本標準為組件層級之標準，故此等建議超出本標準之範圍，且若將其包含在本標準中，則釋壓裝置製造商將無法證明其合規性。且釋壓裝置製造商無法展現符合性，若包括於本標準，此等建議為本標準適用範圍之外。此外，釋壓裝置製造商未控制其裝置之使用及安裝，故無法驗證其遵守下述聲明。

此等聲明旨在作為考慮納入開發此等子系統及車輛層級之組織及委員會的建議，例：CNS 62282-4-101、SAE J2578 及 SAE J2579。

A.2 設計使用壽命

釋壓裝置使用壽命之設計宜符合或超過燃料容器之使用壽命。

A.3 設計標稱工作壓力

釋壓裝置標稱工作壓力之設計宜符合或超過燃料容器之使用標稱工作壓力。

A.4 外部環境

A.4.1 釋壓裝置之位置

熱致動釋壓裝置之熱反應部分，宜位於與受保護的燃料容器或系統相同區域或隔室中，且宜暴露於相同之環境。

A.4.2 釋壓裝置警告標籤

固定在容器閥總成之外部釋壓裝置，宜貼有黃色警告標籤，聲明即使維修閥關閉時，該組件仍具高壓。

A.4.3 釋壓裝置排放及洩漏捕獲系統

A.4.3.1 一般

釋壓裝置排放系統(若使用)之主要功能為直接從釋壓裝置排放。洩漏捕獲系統(若使用)之主要功能為捕獲來自釋壓裝置、閥及容器凸座之各種連接潛在洩漏，並將氣體直接排出隔室，以防止在有限空間內形成可燃混合物。

A.4.3.2 釋壓裝置排放系統排放管線材料之建構

釋壓裝置排放系統可由互連管線、管道、排放管、出口及拘束系統組成，宜藉由設計、佈線及建構材料保護該系統免受機械或熱失效或劣化之影響，並維持系統之完整性，直到排放完成。宜減少排放期間累積之靜電荷(例：避免使用非導電性排放管)。此外，宜減輕建構材料腐蝕之風險，連接釋壓裝置之界面不宜造成電位差腐蝕。

A.4.3.3 釋壓裝置排放系統佈線

釋壓裝置及排放系統宜轉移釋壓裝置之排放至客艙、行李箱或貨艙外部。排放系統亦宜能釋放釋壓裝置積聚之滲透物，同時仍保持功能。當釋壓裝置之

流量直接排放時，宜考量最大限度地減少車內乘客或人員之風險，及減少車內或其周圍環境危害進展之風險。釋壓裝置之排放，不宜直接排入或朝向客艙、行李箱或貨艙、進入或朝向輪胎外罩、朝向儲氫系統或朝向車輛前方。設計及安裝宜最小化外部危害(例：彈射體)，而導致裝置致動之可能性。

互連管線、管道、排放管及釋壓裝置出口之佈線，宜避免壓縮或擠壓，並在車輛碰撞時受到保護，以使不會因流動限制而危及其功能。排放管線不宜藉導入阻塞點或其他限制，以降低洩壓裝置的預期流量。

排放管線宜足夠緊固，以防止車輛在使用壽命期間損壞或排放期間不受控制之移動。

設計需求的範例可包括排放管路之大小、限制及佈線之規格，以防止因釋放材料之滯留而受到限制。遠離可能有人佔據位置之方向進行排放，可用於最小化來自彈射體之危害。將排放物定向至某些固定表面攔截彈射體，可能會因促進壓縮氫氣與空氣之擾流混合而降低安全性。若著火期間致動，小型彈射體可能會對穿著防護裝備之緊急人員造成顯著危害。重要目標是最小化固有危害情境之危害。

A.4.3.4 釋壓裝置排放系統之侵入

釋壓裝置排放系統之設計宜防止異物進入或系統中濕氣累積。由於濕氣之冷凝及/或水之進入，濕氣可能會聚集在釋壓裝置之排放側或排放系統中。排放系統中的水或冰可能會抑制釋壓裝置之功能，而造成非預期排放或損壞排放系統組件。排放系統包括排放管線閉合(closure)裝置(若使用)宜防止因下雨或洗車而造成之水入侵，且當暴露於車輛清洗或環境暴露時，宜維持功能的完整性。排放系統應能防止或減輕因釋壓裝置允許洩漏而產生壓力積聚，而不會喪失功能或完整性。

釋壓裝置排放系統及排放管線閉合，不得限制釋壓裝置之流動而影響功能。

A.4.3.5 洩漏捕獲系統(箱體或外罩)

洩漏捕獲系統設計及建構之材料(若使用)，宜不妨礙熱輸入至熱致動釋壓裝置。排放箱或氣密外罩有時候為流動屏障之形式，使用於產業以捕獲來自容器凸座的可能洩漏且氣體直接進入排放管線。宜小心使用此等架構，使得此等裝置不會干擾到釋壓裝置保護容器的能力。

洩漏捕獲系統(若使用)之主要功能為捕獲來自不同連接器至釋壓裝置、容器之閥及凸座、隔室直接排放的可能洩漏，以防止密閉空間之可燃混合物。宜考量洩漏捕獲系統設計之熱效應及熱致動釋壓裝置之安全性能的建構材料。洩漏捕獲系統或氣密外罩為流動屏障的形式，使用於產業以捕獲來自容器凸座的可能洩漏且氣體直接進入排放管線。宜小心使用此等架構，使得此等裝置不會干擾到釋壓裝置保護容器的能力。

釋壓裝置洩漏捕獲系統宜保護因釋壓裝置排放系統之功能組件的熱劣化。

A.4.3.6 燃料儲存系統屏障/遮蔽

可使用遮蔽保護燃料儲存系統免受物理、化學及熱效應。陽光遮蔽宜考量防止因直接暴露於陽光而產生之熱及紫外線效應。熱遮蔽(若需要)亦宜用在儲氫系統，以最小化因車輛鄰接之隔室/區域著火(例：客艙或輪胎壁)之局部熱暴露，直到釋壓裝置能致動以緩解潛在之可能危害事件。考量車輛中之接縫、維修通道孔及艙口、遮蔽或流動屏障之位置及設計，以確保釋壓裝置之有效性不受影響。

遮蔽及流動屏障之設計及位置，宜不干擾釋壓裝置保護容器的能力。

A.4.3.7 釋壓裝置壓力連接

釋壓裝置及連接亦可能因高壓通道積水及凍結而損壞。此可能是因充填設備故障或氣體過於潮濕而發生，但此不是正常現象。宜考量避免釋壓裝置或相關連接及管道成為液體收集器。

A.5 流量

對於給定之應用，釋壓裝置之流量是否足夠，宜藉篝火試驗及最小化封閉空間內小直徑排放口高流量釋放時，可能發生之壓力峰值現象的危害影響來證明。若使用供應及排放管線，則不宜透過導入非預期阻塞點或其他限制來降低釋壓裝置之預期流量，從而損害其性能。若系統配置允許一個以上之燃料容器流過單一釋壓裝置，則流量應能處理來自所有容器之流量。

A.6 使用條件**A.6.1 檢驗**

應依據釋壓裝置、容器或車輛製造商說明書，同時檢查釋壓裝置及其安裝容器是否有損壞或劣化。在檢查期間或其他時間，可使用非腐蝕性清潔劑清潔釋壓裝置之外部。若使用釋壓裝置排放管及排放蓋，宜依據車輛製造商說明書同時進行檢查。

A.6.2 重工及修理

未經釋壓裝置製造商、燃料容器製造商、系統製造商或車輛製造商之書面授權，不宜對已使用之釋壓裝置進行重工及修理。

A.6.3 更換

在使用壽命期間需要更換之釋壓裝置，宜僅使用相同之單元或燃料容器製造商、系統製造商或車輛製造商授權之合適替代品進行更換。

A.6.4 重複使用及重新安裝

已使用之釋壓裝置不宜移至或重複使用於其他燃料容器。

若依系統或車輛製造商建議之使用程序，釋壓裝置宜僅重新安裝於同一容器。

A.6.5 破壞

當不可能藉提供之機械器具保持壓力時，宜考慮破壞釋壓裝置。

例：壓碎至可防止重新連接或鑽最小 5 mm 孔穿透裝置本體。

附錄 B

(參考)

設計認可試驗合理性說明

B.1 壓力循環試驗

燃料容器之使用壽命定義於 125 %之標稱工作壓力下，進行範圍 11,000 至 15,000 次循環，通過壓力循環試驗後，釋壓裝置不宜洩漏且致動時間不宜顯著變化。於加氫站最大預設充填壓力下，新增裝置以 150 %製造商指定標稱工作壓力進行前 10 次循環試驗，此亦調和與 SAE J2579 及燃料電池車輛之 UN GTR No.13 中，針對儲氫系統(包括釋壓裝置)規定相同壓力之 10 次循環相一致。

B.2 加速壽命試驗

長期、可靠性能之評估或許為釋壓裝置認可測試中最重要且最困難之任務。使用較高之溫度加速測試，以預測在 20 年使用壽命，在 85 °C 下累積暴露 3 年及在 57 °C 下 20 年使用壽命之成功性能。於 85 °C 下 3 年之要求，滿足因快速填充條件及固定在溫暖、陽光環境中之行李箱或安裝在車輛下方並受到發動機或排放系統加熱而導致周圍環境溫度升高之預期加熱累積時間。

於 125%標稱工作壓力執行測試，因最高溫度狀況可能結合快速填充壓力限制。於多重溫度需要多重數據點以提供統計足夠之數據。Arrhenius 速率方程式預期提供結果之最佳修正。

B.3 熱循環試驗

釋壓裝置操作期間會受到熱衝擊，部分原因是因在寒冷之周圍環境及車庫之間移動，部分原因是快速填充及排放循環。僅 15 次循環之要求反映嚴重熱衝擊循環次數是有限之看法，且釋壓裝置在幾個循環內對其敏感或對其根本不敏感。在低溫下進行之壓力循環是為展現釋壓裝置組件在低溫下不會脆化，且不會因熱膨脹係數之差異而產生洩漏。

B.4 加速循環腐蝕試驗

加速循環腐蝕試驗取代 500 h 之鹽霧試驗，因為已經展現加速循環腐蝕試驗更能代表此等組件在使用中之暴露情況。此外，該程序更有效地評價各種腐蝕機制，例：一般腐蝕、電位差腐蝕、裂縫等。此測試大致基於通用汽車循環腐蝕測試 (GMW14872)。選擇 100 次循環作為試驗持續時間，以評估使用時可能導致安全問題之零件失效，因釋壓裝置為主要之容器壓力保持組件。藉由洩漏及實驗台致動試驗，評價組件腐蝕暴露後功能性能。

B.5 汽車液體暴露試驗

使用中之組件極可能暴露於潑灑或噴灑狀況，始提出噴灑於外表面之方法論。由於最高風險因素是汽車環境中通常存在之液體，故已排除氫氧化鈉及硝酸銨之暴露，在汽車使用中，此等組件正常不會暴露在此等化學品中。

B.6 大氣暴露試驗

當正常操作期間，釋壓裝置具有非金屬材料暴露於大氣，則大氣暴露試驗適用於釋壓裝置之認可。

B.7 耐應力腐蝕破裂試驗

本試驗顯示銅合金組件不會受到應力腐蝕破裂。

B.8 落下及振動衝擊試驗

落下衝擊要求說明壓力釋放裝置之搬運、運輸及安裝過程中可能發生之損壞。此要求記錄導致零件不適合使用之可見損壞或確保零件落下後無明顯損壞跡象，符合所有功能要求(無隱藏損壞)。

為試驗目的，振動要求已從單一頻率變更為 10 Hz 至 500 Hz 正弦頻率範圍之掃描。17 Hz 之原始頻率是藉由一輛車在各種路面上行駛而決定。決定給定釋壓裝置最嚴重共振頻率之變化，可更準確地量測給定設計之性能。諧振頻率會依據釋壓裝置設計及安裝規定而變化，故此程序之改變更準確地展現組件之性能。

B.9 洩漏試驗

釋壓裝置總成進行不同之非破壞設計認可試驗後，不宜呈現洩漏。燃料電池車輛試驗條件與 UN GTR No.13 調和。

B.10 工作台致動試驗

該試驗旨在以快速且廉價之方式，評估釋壓裝置之響應特性是否受到各種非破壞認可試驗之影響。該試驗無意取代篝火試驗，作為決定給定壓力釋放裝置與決定燃料容器之允收方法。某些車輛燃料容器篝火試驗指定之最低火焰溫度為 593 °C，此為本試驗中煙氣溫度之基礎。由於此是經過各種非破壞認可試驗之釋壓裝置與未經此類試驗裝置間之比較試驗，故未要求釋壓裝置置入煙道後，需將溫度保持在目標範圍內。比較致動時間旨在展現鑑定試驗不妨礙裝置致動或導致其過早致動。

B.11 流量試驗

此測量結果旨在為釋壓裝置購買者提供資訊。

B.12 高壓致動及流動試驗

在某些試驗中，有些釋壓裝置會打開然後重新關閉。此情況已在不同裝置及不同實驗室之篝火試驗中出現，並導致試驗期間容器破裂。某些裝置在首次致動時無法完全打開。其可能會逐漸打開。若其為一致，則本身並不是問題。不同型式之釋壓裝置之打開特性(包含上述狀況)並非一致。此本身可能不是問題，但現有之流量額定，即單一流量值，意謂給定之 PRD 在整個致動過程中流量為給定量。此可能會導致 PRD 選擇不當。上述 2 個打開特性於不同試驗或不同單元中並不一致，因此累積流量出現顯著變化，但未進行試驗。此與單一篝火試驗具代表性之假設及現有試驗中±5 %流量變化之要求相反。目前之試驗並不代表實際使用狀況，因試驗中使用 25 %標稱工作壓力之微量氣體，以避免連

續流之任何影響(諸如冷卻，或連續流及高壓之其他影響)。此可能會忽略某些失效模式或產生其他失效模式。測試中觀察到假高值及假低值。

B.13 耐過大扭矩

此試驗預期確認 PRD 螺紋設計可承受安裝過程中過大之扭矩。試驗確保螺紋可承受超過額定最大安裝扭矩 150 %之扭矩，而不導致變形、破裂或洩漏。

B.14 靜水壓強度

此測試確保新的 PRDs (及先導致動 PRD 閥)設計具有最低安全係數，能承受至少標稱工作壓力之 250 %，超過其所安裝容器允許之最低安全係數。

B.15 水噴射防護

水滲入為 PRD 最常見失效模式之一，通常發生於水進入 PRD 排放管線，可能導致致動延遲或在低溫環境結冰，損壞內部組件或阻礙致動。此試驗針對可暴露於車輛外部之釋壓裝置，特別是可能遇到高壓沖洗或路面飛濺且依製造商說明書安裝後，存在外部開口或密封之情況。試驗目的在確保在多角度高壓噴射水流噴灑下，水不滲入任何 PRD 密封以展現等效於 IPX9K 之防水等級。

參考資料

- [1] ISO/TR 15916, Basic considerations for the safety of hydrogen systems
- [2] ISO 20653, Road vehicles –Degrees of protection (IP code) –Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access
- [3] CNS 62282-4-101, 燃料電池技術－第 4-101 部：作為道路車輛及輔助電力單元之外的推進用燃料電池發電系統－電驅動產業搬運車之安全性
- [4] ASTM B31.12, Hydrogen Piping and Pipelines
- [5] ANSI/CSA CHMC 1, Test methods for evaluating material compatibility in compressed hydrogen applications –Metals
- [6] CSA/ANSI HGV 4.1, Hydrogen dispensing systems
- [7] CSA/ANSI HPRD 1, Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle (HGV) fuel containers
- [8] SAE J1739, Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)
- [9] SAE J2578, Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety
- [10] SAE J2760, Pressure Terminology Used in Fuel Cells and Other Hydrogen Vehicle Applications

相對應國際標準

ISO 19882:2025 Gaseous hydrogen – Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers

中華民國國家標準

發行機關：經濟部標準檢驗局

局 址：臺北市中正區濟南路一段四號

電 話：(02)2343-1770

網 址：<https://www.bsmi.gov.tw>

編輯排版：文山彩藝有限公司

銷售網址：<https://www.cnsonline.com.tw>

定 價：依上開銷售網站公告之售價為準

GPN：4911300047

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

楊政晃委員修正意見

氣態氫－壓縮氫車輛燃料容器之 熱致動釋壓裝置

Gaseous hydrogen – Thermally
activated pressure relief devices for
compressed hydrogen vehicle fuel
containers

CNS 19882(草-修
1150145):2026
C4641

中華民國 112 年 12 月 27 日制定公布
Date of Promulgation:2023-12-27

中華民國 年 月 日修訂公布
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

節次	頁次
前言	3
1. 適用範圍	4
2. 引用標準	4
3. 用語及定義	4
4. 使用條件	6
4.1 一般	6
4.2 設計使用壽命	6
4.3 標稱工作壓力	6
4.4 耐久試驗循環	6
4.5 溫度範圍	7
5. 品質保證	7
6. 一般要求	7
6.1 材料要求	7
6.2 設計要求	8
6.3 流量	8
6.4 失效模式與效應分析(failure modes and effects analysis, FMEA)	9
7. 設計認可測試	9
7.1 試驗要求	9
7.2 壓力循環	11
7.3 加速壽命	12
7.4 熱循環	13
7.5 加速循環腐蝕	13
7.6 汽車用液體暴露	16
7.7 大氣暴露	16
7.8 耐應力腐蝕開裂性	17
7.9 掉落及振動衝擊	17
7.10 洩漏	18
7.11 工作台致動	19
7.12 流量	21
7.13 高壓致動及流量	21
7.14 耐過大扭矩	22
7.15 靜水壓強度	22
7.16 水噴射防護	23
8. 檢驗及允收測試	24
8.1 檢驗及允收測試計畫	24
8.2 檢驗者職責	24
8.3 系統關鍵組件檢驗	24

(共 31 頁)

8.4 洩漏測試	24
9. 生產批次測試	24
9.1 一般	24
9.2 生產批量大小	25
9.3 釋壓裝置組件	25
9.4 壓力循環查證	25
9.5 工作台致動	25
10. 標記	26
10.1 要求資訊	26
10.2 標記方法	26
11. 組件說明書	26
11.1 一般	26
11.2 先導致動 PRD 閥組件說明書建議	27
附錄 A (參考)子系統及車輛層級之考量	28
附錄 B (參考)設計認可試驗合理性說明	32
參考資料	35

前言

本標準係依據 2025 年發行之第 2 版 ISO 19882，不變更技術內容，制定成為中華民國國家標準者。

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。CNS 19882:2023 已經修訂並由本標準取代。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

1. 適用範圍

本標準規定符合 ~~CNS 19881~~、~~IEC~~CNS 62282-4-101、CSA/ANSI HGV 2、EC79/EU406、SAE J2579、UN ECE R134 或 UN GTR No. 13，使用於加氫燃料車輛燃料容器之釋壓裝置的最低要求。

本標準之適用範圍性，僅受限於針對燃料電池及陸用內燃機車輛，容納依據CNS 15122 安裝在燃料電池及陸用內燃機車輛之氣態氫之燃料容器設置上之熱致動釋壓裝置。本標準規定之要求，適用可接受使用於以下述類型式之陸用上車輛車裝載的熱致動釋壓裝置。

- 輕型車輛。
- 重型車輛。
- 產業用動力車輛，如堆高機及其他物料搬運車輛。

其他類型型式之陸用上車輛(如鐵路軌道、越野等)之要求，可在充分考慮考量相應適當使用條件之基礎上推導後衍生。

本標準不適用於整修閥座(reseating)、重新密封(reseling)或壓力致動之裝置。

只要符合本標準要求之釋壓裝置，可採用為任何設計或製造方式法。

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。

CNS 3566	硫化或熱塑性橡膠－加速老化與耐熱性試驗
CNS 3699	化學分析用水
CNS 10018	硫化橡膠或熱塑性橡膠耐臭氧龜裂性試驗法(靜態及動態應變試驗)
CNS 15122	氫燃料品質－產品規格
CNS 19881	陸用車輛之氣態氫燃料容器
ASTM D572	Standard Test Method for Rubber – Deterioration by Heat and Oxygen
ASTM D1149	Standard Test Method for Rubber Deterioration—Surface Ozone Cracking in a Chamber
CSA/ANSI HGV 2	Compressed hydrogen gas vehicle fuel containers
ISO 6270-2	Paints and varnishes – Determination of resistance to humidity – Part 2: Condensation (in-cabinet exposure with heated water reservoir)
SAE J2579	Standard for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles
SAE J2719	Hydrogen Fuel Quality for Fuel Cell Vehicles
UN GTR No. 13	UN Global Technical Regulation on Hydrogen and Fuel Cell Vehicles

3. 用語及定義

下列用語及定義適用於本標準。

3.1 流量(flow capacity)

(釋壓裝置)在指定條件下，容量以每單位時間表示的之體積容量。

3.2 可熔材料(fusible material)

能夠藉熱熔化之金屬、合金或其他材料，且熔化在此情況下與為釋壓裝置(3.7)的必要功能整合。

3.3 製造商指定之致動溫度(manufacturer's specified activation temperature)

依由釋壓裝置製造商指定之溫度，設計之釋壓裝置(3.7)設計於此溫度下釋出放壓力的溫度。

3.4 製造商指定之標稱工作壓力 [manufacturer's specified nominal working pressure(NWP)]

依由釋壓裝置製造商指定，具有釋壓裝置(3.7)之容器或容器組總成於 15 °C均勻氣體溫度下，合可使用之釋壓裝置(3.7)在 15 °C均勻氣體溫度的最高穩定壓力。

3.5 標準常態立方公分(normal cubic centimetre, Ncm³)

在溫度 293.15 K(20 °C)及絕對壓力 101,325 kPa 下，1 cm³乾燥氣體所佔據之 1 cm³體積。

3.6 先前導致動裝置(pilot-activating device)

除前導 TPRD 外，設計作為先前導致動釋壓裝置(3.7)之致動觸發器使用裝置的閥門或裝置，但不包括先導 TPRD。

3.7 釋壓裝置(pressure relief device, PRD)

在指定之性能條件致動時，用於排出容器內容物之裝置。

備考：本標準不涉及整修閥座及重密封裝置。

3.8 熱致動釋壓裝置(thermally activated pressure relief device, TPRD)

由溫度致動之釋壓裝置(3.7)。

3.8.1 直接作用型 TPRD(direct-acting TPRD)

其熱反應性元件直接與作用於釋壓裝置—PRD(3.7)氣體控制部分作用之 TPRD(3.8)。

3.8.2 長致動觸發型 TPRD(long-trigger TPRD)

其熱反應性元件長度超過釋壓裝置較 PRD(3.7)本體最長尺度長 10 倍以上之 TPRD(3.8)。

3.8.3 先前導 TPRD(pilot TPRD)

針對前導致動 PRD 閥(3.9.2)設計作為先導致動壓力釋放閥(3.9.2)致動裝置觸發器使用之 TPRD(3.8)。

3.8.4 遠端感測 TPRD(remote-sensing TPRD)

具一個或多個遠端熱反應性元件，使得可獨立分別受加熱 PRD 之控制部分且並間接與 PRD 氣體控制部分作用之遠端熱反應元件的 TPRD(3.8)。

3.9 釋壓裝置力釋放閥(pressure relief device valve, PRD valve)

~~單次使用之閥門，~~預期打開以排空氫氣容器 之單次使用的閥。

3.9.1 負作動式先前導致動 PRD 閥(negative-acting pilot-activated PRD valve)

設計由遠端熱感元件或裝置 致動觸發，並對施加於 先前導致動 PRD 閥(3.9.2)致動 埠之壓力降低作出反應的 PRD(3.7)。

3.9.2 先前導致動壓力釋放閥(pilot-activated PRD valve)

~~單次使用之閥門，~~藉由連附接之PRD(3.7)作用而打開，以排空氫氣容器 之單次使用閥。

3.9.3 正作動式先前導致動 PRD 閥(positive-acting pilot-activated PRD valve)

設計由遠端熱感元件或裝置 觸發致動，並對施加於 先前導致動 PRD 閥(3.9.2)致動 埠之正壓作出反應的 PRD(3.7)。

4. 使用條件

4.1 一般

燃料容器可因意外而暴露於火或高溫，此等狀況 作用可能導致容器壓力升高或結構材料 劣退化，視容器型式及建構材料而定。釋壓裝置-PRD 提供在此等狀況下燃料容器 排放排氣之方法。

釋壓裝置-PRD 可能不適合 於所有容器型式、大小或 安裝設置。燃料容器或 安裝設置標準可能要求 釋壓裝置-PRD 與連同其他組件一起進行試驗。

4.2 至 4.5 係汽車使用所述使用條件代表機動車輛使用時可能遇到見之情況代表性使用條件，此等使用條件提供 釋壓裝置-PRD 用於壓縮氫車輛燃料容器之設計、製造、檢驗及測試 的基礎。

4.2 設計使用壽命

釋壓裝置-PRD 之設計使用壽命應由製造商指定。

備考：本標準所述之測試 係基於 20 年之的預期使用壽命。適當用時，使用壽命 值可藉由適當之因子(比例)調整，裝延長充填或工作循環之適當係數(比例)進行延長。例：若-25 年使用壽命為 25 年，則所需工作循環需為乘以 1.25。

4.3 標稱工作壓力-NWP

依製造商指定，適用本標準適用之 PRD 在 15°C 下的 NWP 於製造商指定在 15°C 下，標稱工作壓力為 35 MPa 或 70 MPa 之釋壓裝置，本標準下文依以下稱為表示：

(a) “H35” —35 MPa。

(b) “H70” —70 MPa。

除上述標稱工作壓力外，若符合本標準要求之所需認可合格鑑定試驗之要求事項，該等規定容許則其他氫氣的標稱工作壓力其他 NWP亦可適用。

4.4 耐久性試驗循環

釋壓裝置-PRD 之設計應依 7.2 循環要求 設計執行時，應可承耐受 15,000 次壓力

循環。壓力循環包括 ~~10 次~~ 在 ≤ 2 MPa 與 ≤ 150 % 製造商指定 ~~標稱工作壓力-NWP~~ 間之 10 次 循環。

備考：依據 ~~ISO~~ CNS 19880-1、SAE J2760、SAE J2579:2023 附錄 A 及 CSA/ANSI HGV 4.1 ~~之規定義~~，加氫站 ~~分配器之加氫機~~ 故障管理條件下之最大壓力為車輛 150 % ~~標稱工作壓力-NWP~~。

4.5 溫度範圍

~~釋壓裝置-PRD 設計應設計維持可在~~ -40 °C 至 85 °C 之 ~~間維持~~ 壓力完整性。

實際 氣體 操作 氣體 溫度可能超出此範圍 ~~一~~，製造商可選擇在超出此 等 溫度範圍下進行試驗。

5. 品質保證

應建立並執行品質系統計畫，以證明 ~~釋壓裝置-PRD~~ 係依據 認可合格 設計 製造生產。

6. 一般要求

6.1 材料要求

6.1.1 一般

~~與接觸~~ 氫氣 ~~接觸~~ 之承壓材料，應決定在依可接受於氫氣環境中使用決定為可接受，~~特別尤其需~~ 注意氫脆 ~~與及~~ 氫加速疲勞。材料 ~~與及~~ 設計應 確保使得 裝置功能性 無顯著變化、無裝置 變形或機械性 改變無顯著變化，且材料無有害之腐蝕、變形或劣化。

6.1.2 金屬材料

金屬材料之 材料 可接受性，應藉由 測試或參考已發表之相同材料、代表性形式 (如例：棒材或板材、鍛造 件 或鑄造 件)、類似強度及等效使用條件之資料 加以 證明。

備考 1. 有關氫氣環境 中 之材料性能資訊，可參照於 ISO/TR 15916、ANSI/CSA CHMC 1、ASME B31.12 及 SAE J2579:2023 附錄 B 找到。氫氣相容性亦可 藉由 在預期使用之氫氣環境 中進行 測試來證明，~~例一~~ 如 7.2 規定之壓力循環 測試。

備考 2. 某些可熔合金可能含有 被部分為某些 顧客視為環境不可接受 之重金屬，且部分以及某司法些 管轄區 權可能 禁止使用 之重金屬。

選用 不鏽鋼材料時，應 考慮對考量抗 氯化物應力腐蝕 開裂破裂之抵抗性。選用 碳鋼材料 ~~—~~ (例：選擇適當塗 層裝、製程) 時，應 考慮考量對抗 腐蝕 開裂破裂之抵抗性。

選擇用 鋁材料時，應 考慮考量抗 對應力腐蝕 開裂破裂與及 持續負載 開裂破裂之抵抗性。

連接含異質材料組件時，應 考慮考量抗 電 化位 學腐蝕 之抵抗性。

6.1.3 非金屬材料

氫使用之 應查證 非金屬有機材料 (例：橡膠、塑膠) 在氫氣環境中之 適用 合性，

應查證並考慮考量氫氣擴散穿過此等材料比較穿過金屬更容易擴散通過此類材料之特性。

非金屬材料暴露於製造商指定之全範圍使用條件及壽命範圍時，應保持其機械穩定性有關的條件(例：疲勞性性質、耐久限、潛變強度、黏彈性)。

材料應具足夠之以抗流體之容納及環境退化的化學與及物理作用能力，以抵抗所含流體與環境劣化。其操作安全所需之化學與及物理特性，在組件預定規劃壽命內宜不受得顯著受到影響。特別是，在選擇材料與及製造方法時，應宜充分考慮考量材料之耐抗磨性、衝擊強度、耐時效抗老化性、溫度變化影響效應、異質材料組合成效應、紫外線輻射效應影響、氫氣對材料機械性能之快速氣體釋放減壓及退化效應氫氣對材料機械性能之劣化影響。

適當時，製造商應查證材料之適用合性，包括考量此特性如對滲透性、潛變、長期時效老化、應力開裂破裂及機械性能的保持留等特性。安全邊界應藉由靜水壓強度試驗、允容許洩漏量及在認可針對合格鑑定溫度下材料使用低於潛變閾值之材料加以證明。

備考：有關氫氣對材料機械性能劣退化影響效應之說明指引，可參照於 ISO/TR 15916 及 ANSI/AIAA G-095 找到。非金屬材料之氫氣相容性，亦可藉由在預期使用之氫氣環境中進行測試以下列一種或多種個測試加以證明：

- (a) 於具有類似使用條件之氫環境，文獻記載於類似使用條件下，該件化材料在氫氣環境中成功發揮性能之的現場經驗。
- (b) 針對氫氣相容性之業界認可之氫氣相容性標準之的性能，例：如 CSA/ANSI CHMC 2。
- (c) 以氫氣作為 7.2 規定之壓力循環試驗，以氫氣為之試驗氣體。

6.2 設計要求

一旦致動，設計應確保使得釋壓裝置 PRD 在致動後能完全排放燃料容器之內容物。設計應宜最小化導致盡量減少因裝置致動而產生之外部危害(例：拋射物)之的可能性。任何釋放之出物質不得妨礙 PRD 的正常排放排氣。

設計 PRD 應設計以防止處理退化，因免於潛變或塑性變形導致之劣化。設計或製造過程應考慮宜考量材料缺陷之影響效應，特別尤其是不利於設計之衝擊穩固性的鑄造與及收縮孔洞等對設計強度產生不利影響之缺陷。

6.3 流量容量

流量容量應依 7.12 流量容量試驗測定之。

釋壓裝置針對賦予應用 PRD 之流量容量在特定應用中之流量的充分性，應依 CNS 19881、CSA/ANSI HGV 2、SAE J2579 或 UN GTR No.13(針對燃料電池車輛)進行之篝火測試加以證明，並應在密閉空間以高流率自小直徑排氣釋出期間藉由降低在封閉空間內小孔徑高流量排放時，應最小化可能發生壓力峰值現象之的危害效應來達成。

6.4 失效模式與效應分析(failure modes and effects analysis, FMEA)

應針對釋壓裝置-PRD 進執行設計 FMEA 與及製程 FMEA，或等效分析。

備考：FMEA 是為一種用於汽車產業常用之方法論，用於以鑑識別安全裝置的潛在危害失效模式，並建議藉由變更設計、製造、檢驗或測試之改進，用以消除該此失效模式或降低其影響效應。FMEA 同時適用於裝置設計及、製造與及組裝過程程序，用以識鑑別修正行為可提升改善裝置之可靠度與及安全性之改善措施。可參考之資料包括 SAE J1739。

7. 設計認可合格鑑定測試

7.1 試驗要求

7.1.1 一般

設計合格鑑定測試應以能代表正常生產狀況之釋壓裝置代表性 PRD 成品進行設計認可測試。試驗報告檔案應由製造商保存檔，並在宜於燃料容器製造商與及終端使用者要求時提供做可用性審查。

依適當性及必要性，本標準要求之設計認可合格鑑定測試，應視需要配合依設計 FMEA 中的“設計管制”或“建議措施”所定義之附加額外測試驗補充。

每一種設計及設計變更之代表性 PRD，應依表 1 規定進行試驗。與既設計充分類似既有完全認可合格鑑定設計充分相似之設計，可應允許依表 1 所規定義之縮減透過減少合格鑑定試驗計畫進行認可認定。不符合未落於表 1 指導綱要引內之設計變更，應視為原始設計進行完整之認可合格鑑定測試驗。

可用時，任何附加額外試驗或要求，應依適當之出版發行標準或程序執行。

除另有聲明規定外，本標準所述於此規定之試驗均，應於環境溫度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 周圍溫度下進行。

應注意確認所指維持規定之試驗溫度與及試驗壓力均被維持。除另有規定聲明外，於此規定之試驗，應於使用以下列對溫度與及壓力的許可差範圍內進行：

(a) $-40_{-5}^{+0}\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(b) $-40_{-5}^{+0}\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(c) $P_{\max}^{+2}_{-0}\text{ MPa}$ 。

(d) $P_{\min}^{+0}_{-1}\text{ MPa}$ 。

先前導致動 PRD 閥應作為依 TPRDs 進行試驗，但除提及之個別試驗中另有規定者除外。

表 1 設計及設計變更之試驗要求

本標準試驗	原始設計	製造商指定之標稱工作壓力NWP	製造商指定之致動溫度	彈性體密封片	孔口大小	本體材料	表面塗層裝	入口連接器	出口連接器
7.2 壓力循環	X	X	X	X		X		X	
7.3 加速壽命	X	X	X	X		X			
7.4 熱循環	X		X	X		X	X		
7.5 加速循環腐蝕	X			X		X	X		
7.6 汽車用液體暴露	X	X				X	X		
7.7 大氣暴露	X			限外部					
7.8 耐抗應力腐蝕開裂 破裂性	X	X				X	X	X	
7.9 落下及振動之衝擊	X	X	X			X		X	
7.10 洩漏	X	X	X	X		X	X	X	X
7.11 工作台致動	X	X	X	X	X	X	X		
7.12 流量容量	X	X			X			X	X
7.13 高壓致動及流量	X	X			X			X	X
7.14 耐抗過大扭矩	X					X		X	X
7.15 靜水壓強度	X				X*	X		X	X
7.16 水噴射防保護	X								X
備考：“X” 要求實體測試。 “X*” 僅適用於孔口位於高壓側之情況。									

7.1.2 試驗氣體

7.1.2.1 一般

除另有規定外，所有試驗均應使用氫氣或非惰反應性氣體進行。

在試驗壓力下，試驗氣體之露點溫度應確保不會產生結冰、氣體水合物或液體形成。

若測試以使用氫氣進行測試，則測試件在試驗前—後宜應宜以惰性氣體進行清除排淨。

此等要求敘述依本標準要求進行之測試，可能導致具有危險爆炸力的高壓試驗氣體瞬間突然釋放出，產生危險之爆炸衝擊力。宜採取使用足夠充分之防護措施，以防止保護試驗人員及設施免於爆炸、震波盪與及飛散碎片對試驗者及設施造成的傷害。

7.1.2.2 洩漏試驗氣體

洩漏試驗所使用之氣體應為氫氣、氮氣或含有可檢偵測氫氣或氮氣濃度量之非惰反應性氣體混合物。

7.1.2.3 氫氣

用於測試驗之氫氣應符合 **CNS 15122** 或 SAE J2719 之要求，或符合以下列規格：

- (a) 氫燃料指數： $\geq 99.97\%$ 。
- (b) 總非氫氣體總量： $\leq 300\ \mu\text{mol/mol}$ 。
- (c) 水分含量： $\leq 5\ \mu\text{mol/mol}$ 。
- (d) 顆粒狀物濃度： $\leq 1\ \text{mg/kg}$ 。

7.2 壓力循環

7.2.1 取樣

應選取 5 個 TPRD 成品進行壓力循環試驗。

對測試先前導致動 PRD 閥進行測試時，壓力應施加於正常操作連接容器內容物閥體之人進口端(即在正常運作中連接容器內容物之部分)。依製造商之正常設置說明先書設置時，前導壓力應在容許遍及試驗達到任何壓力循環產生測試過程中，應依製造商標準安裝說明，使其自然產生相應之壓力循環，無需對該此部分再無需更多的進行額外循環測試。

先前導 TPRD 應依以下 TPRD 測試驗要求進行測試。

7.2.2 程序

壓力循環試驗應依以下列程序進執行：

在樣品溫度 $\geq 85\ ^\circ\text{C}$ 時，首先進行 10 次壓力循環—壓力範圍應自 $\leq 2\ \text{MPa}$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力NWP之 150 %。

接著進行 2,240 次壓力循環，壓力範圍自 $\leq 2\ \text{MPa}$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力NWP之 125 %。

之後，~~後續~~在環境周圍溫度下進行 10,000 次壓力循環，~~壓力範圍自 ≤ 2 MPa $\leq$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力-NWP 之 125 %。~~

最後，在樣品溫度 ≤ -40 °C 下進行 2,750 次壓力循環，~~壓力範圍自 ≤ 2 MPa $\leq$ 至 $\geq$ 製造商指定標稱工作壓力-NWP 之 80 %。~~

壓力循環執行速率不得超過 10 循環/min。

表 2 壓力循環條件

壓力循環至 %	循環次數	循環樣品溫度
2 MPa 至 150 % 標稱工作壓力-NWP <u>NWP</u>	初始 10	85 °C
2 MPa 至 125 % 標稱工作壓力-NWP <u>NWP</u>	其次 2,240	85 °C
2 MPa 至 125 % 標稱工作壓力-NWP <u>NWP</u>	接續 10,000	20 °C
2 MPa 至 80 % 標稱工作壓力-NWP <u>NWP</u>	最終 2,750	-40 °C
備考：全部循環之執行速率 不 大於 10 循環/min。		

7.2.3 允收結果

在完成接著壓力循環試驗後，TPRD(或先前導致動 PRD 閥)應符合 7.10、7.11 及 7.12 節之要求。

7.3 加速壽命

7.3.1 取樣

加速壽命測試應針對新的 TPRD 或熱致動機構制設計，或材料經修改之設計進執行。針對 TPRD 元件之長期劣化或變更試驗的預期試驗 ~~TPRD 元件之長期劣化或變化~~，~~例：如~~熔融材料之潛變。對於長觸發氣器或遠端感測之 TPRDs，可使用能長期效應試驗長期效應的長度或配置，~~但而~~避免短期非代表性失效之長度或構型。

(a) 應選取 5 個 TPRD 成品進行加速壽命試驗。

(b) 另取 3 個 TPRD ~~在應進行~~製造商指定之致動溫度不持續加熱直至致動。

7.3.2 程序

加速壽命試驗應依下列以下程序進執行：

TPRD 樣品應置於烘箱或液體浴中，整個試驗期間過程之樣品溫度應保持恆固定於 ± 1 °C 內。TPRD 進入口端壓力應升高至製造商指定標稱工作壓力-NWP 之 125 %，並保持固定在 ± 0.7 Mpa 內。壓力供應源可設於受控溫度烘箱或液體浴之外部。宜限制液體或氣體之量體積宜限制，以預防止致動或排放排氣時損壞試驗裝置。各每一樣品可單獨加壓或藉經由歧管系統加壓。

加速壽命試驗溫度 T_L (°C) 應依公式(1)計算：

$$T_L = \left(\frac{0.502}{\beta + T_f} + \frac{0.498}{\beta + T_{ME}} \right)^{-1} - \beta \quad (1)$$

式中， β ：等於 273.15

T_f ：製造商指定之致動溫度(°C)

T_{ME} ：~~等於~~為 85 °C

7.3.3 允收結果

- (a) 受試之 5 個 TPRD在其加速壽命試驗溫度~~下試驗之 5 個 TPRD~~，不得於 500 h 內致動，並應符合 7.10 洩漏要求。
- (b) 受試之 3 個 TPRD在製造商指定致動溫度~~下測試之 3 個 TPRD~~，應小於 10 h ~~內~~致動。

7.4 熱循環

7.4.1 取樣

~~應選取~~1 個 TPRD 成品應進行熱循環試驗。

7.4.2 程序

熱循環試驗應依~~下列~~以下程序進執行：

TPRD 樣品應~~依下述~~於-40 °C與 85 °C間進行熱循環，如下：

- (a) 將 1個未加壓之 TPRD 置於-40 °C液體浴中~~2 h~~ 以上，於 5 min 內轉移至 85 °C液體浴中。
- (b) ~~將~~未加壓之 TPRD ~~置於~~ 85 °C液體浴中維持至少 2 h 以上，於 5 min 內轉移至-40 °C液體浴中。
- (c) 重複步驟(a)~~與~~及(b)直至完成 15 次熱循環。
- (d) 隨著 TPRD 在-40 °C液體浴調節適至最少 2 h 後~~一進行壓力循環 100 次~~，於 ≤ 10 %製造商指定 NWP 壓力範圍~~≤ 10 %至與 ≥ 80 %製造商指定 NWP 間循環 100 次製造商指定標稱工作壓力~~，速率不超過 10 循環/min。試驗期間之液體浴應維持在-40°C。

當測試先導致動 PRD 閥時，應將壓力施加壓力至於正常操作下連接容器內容物之閥體之入口端，該進口端應於正常運作時與容器內容物連接。依製造商之正常設置說明書設置時，前導壓力應容許遍及試驗達到任何壓力循環產生，此部分無需更多的循環測試依製造商正常安裝說明進行安裝後，讓先導壓力在整個試驗過程中達到相應之壓力循環。無需對該部分進行進一步循環測試。當測試長之觸發器裝置時，應使用本試驗設計允許之最長長度進行測試。

7.4.3 允收結果

完成熱與及壓力循環後，TPRD 應符合 7.10 ~~節~~(除試驗於≤-40 °C試驗外)、7.11 及 7.12 之要求。

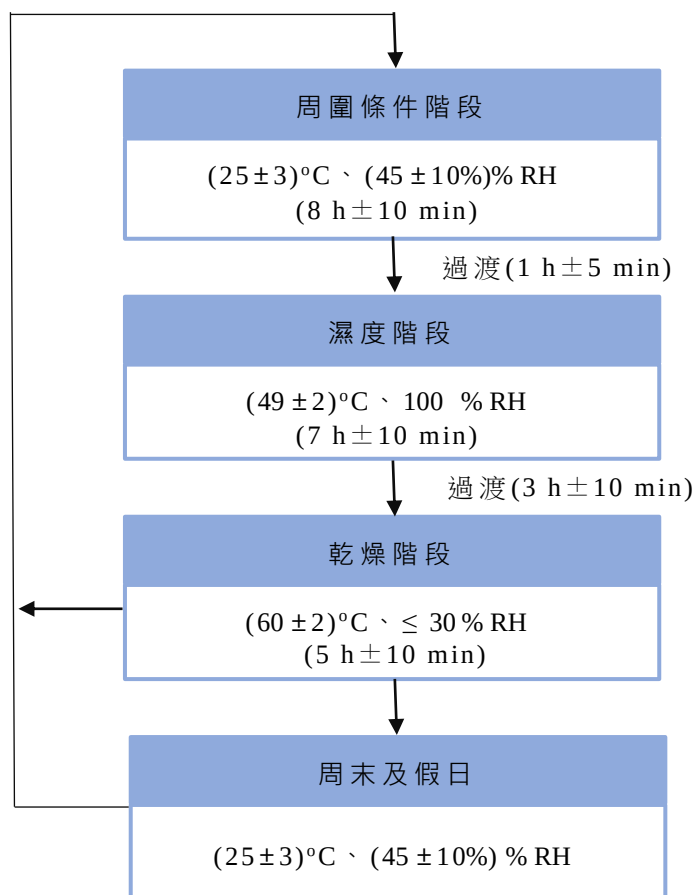
7.5 加速循環腐蝕

7.5.1 取樣

~~應選取~~ 3 個 TPRD 成品 應 進行加速循環腐蝕試驗。

7.5.2 程序

TPRD 樣品 在結合循環條件下(鹽溶液、不同溫度、濕度及周圍環境)下，應暴露於循環條件下~~(鹽溶液、不同溫度、濕度及環境)進行~~加速之實驗室腐蝕試驗。試驗方法包括 連結高溫、高濕及高溫變乾施加應用之約 1 % 之複雜合鹽霧，~~並結合高溫、高濕及高溫乾燥條件。一個~~ 1 個 試驗週期循環為 24 h，~~參照如~~圖 1 描述。



流程圖(1 次循環為 24 h)

(45±10) %

(25±3) °C

圖 1 加速循環腐蝕流程圖

用於本試驗之裝置應包括 ~~一~~ 1 個 霧/環境試驗箱、符合 CNS 3699 之 IV 型標準之 適合的適供水源系統、~~用於~~加熱試驗箱之裝置及將溫度控制溫度在 22 °C 至與 62 °C 間之必要裝置設備的供給。該裝置應包括用於供應供給關於適合調適當處理壓縮空氣之裝置源及 ~~一個~~ 1 或多個 用於產生霧化器之噴嘴。

用於作為產生霧化器之噴嘴，應進行做定向或設定擋板，以最夫小化在任何方向直接程度地減少霧氣對試驗樣品直接衝擊試驗樣品。

本裝置應之包含試驗箱設計應符合 ISO 6270-2 設計之試驗箱。在“濕底”期間產生濕度循環試驗期間，應確認在樣品表面找到有可目視之水滴可見之水滴，以查證適當的濕度是否適當。

可使用產生蒸氣濕度之水源蒸氣可作為提供水源，用於產生不含腐蝕抑制劑的蒸氣，即可用於蒸氣產生之濕度。在蒸氣產生之濕度循環試驗中期間，應確認在樣品表面找到有可目視見之水滴，以查證適當的濕度是否適當。

乾燥階段之裝置應能取得有能力並維持以下述環境條件：溫度： $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及濕度： $\leq 30\text{ \% RH}$ 。該設備裝置亦應亦具足夠之空氣流通循環，以防止溫度分層化，並亦容許確保試驗樣品完全乾燥。

來自此鹽霧作應用用產生之施力/衝擊力，不宜不去除腐蝕層或損壞試驗樣品之塗層裝/油漆塗料系統。

複合鹽溶液之質量百分比質量應依以下規定如下：

(a) 氯化鈉(NaCl)：0.9 % (例：9 g/kg)

(b) 氯化鈣(CaCl_2)：0.1 % (例：1 g/kg)

(c) 碳酸氫鈉(NaHCO_3)：0.075 % (例：0.75 g/kg)

NaCl 應為試劑試藥級或食品級， CaCl_2 為試劑試藥級， NaHCO_3 為試劑試藥級 [例：可接受為焙鹼(焙鹼)或相容性產物]。水應符合 CNS 3699 之 IV 型要求。

無論 CaCl_2 或 NaHCO_3 應分別溶於水，並再加入另一其他材料之溶液。若加入乾的所有材料，可導致避免乾粉同時加入造成不溶的沉澱。

TPRD 應依製造商建議程序安裝設置，並暴露於試驗方法如圖 1 流程圖所示描述之循環腐蝕測試驗法。每日重複循環直至已完成暴露 100 次循環。針對每一次施加鹽霧時應用，溶液應使用噴霧灑裝置霧化組件將溶液噴灑成以霧狀噴灑，直到所有區域完全濕潤/滴水。適當合之施應用方法技術包括使用塑膠瓶，或由藉無油壓縮調節空氣驅動之虹吸噴霧器噴灑於試驗樣品。施加之噴灑量宜足以沖洗掉先前噴灑後蓄積殘留之鹽分。首次鹽霧噴灑應用發生應於環境周圍試驗階段之開始時進行。每次一後續鹽霧噴灑宜在於前一次噴灑後約 90 min 後施加進行，以便容許試驗樣品有足夠時間乾燥。

環境濕度周圍與潮濕環境條件間，以及潮濕條件環境與乾燥條件環境間之濕度變化斜坡時間，會對試驗加速產生有顯著影響效應(此因過渡階段之腐蝕速率在此過渡階段最高)。從周圍環境濕度到至潮濕條件環境之過渡時間應為 $60\text{ min} \pm 5\text{ min}$ ，且潮濕條件環境與至乾燥條件環境間之過渡時間應為 $180\text{ min} \pm 10\text{ min}$ 。

7.5.3 允收結果

循環腐蝕試驗結束後，應立即以自來水沖洗 TPRD 並容許乾燥。然後，試驗樣品應符合 7.10、7.11 及 7.12 之要求。

7.6 暴露於汽車用液體暴露

7.6.1 取樣

TPRD 之外部部分應能承耐受下列暴露於以下液體暴露，而不出現無機械性劣退化。抵抗性可藉由以下述試驗、可比較之已發表資料或已知性質(例：300 系不銹鋼)加以確決定。

選取——1 個 TPRD 成品進執行車用流體暴露試驗。

7.6.2 程序

TPRD 樣品之外表面應進行暴露於以下試驗。連接試驗樣品之進入口及——出口連接，應依製造商安裝設置說明書進行連接或封堵覆蓋。試驗樣品應暴露於室周圍溫度，以每小時噴灑向組件外部噴灑——1 次，共噴灑 24 次，持續時間全部期間達到最長為——3 天(例：每天 3 每班次、每班次 8 h 或直接 24 h，全部 3 天內連續 3 個 8 h 班次或連續 24 h)進行暴露——。或者，TPRD 樣品可浸沒入於溶液中 24 h。使用浸沒入法時，流體應依據視需要補充液體，以確保試驗期間樣品完全暴露。清楚之試驗應使用下列以下 3 種液體分別進行試驗。——一個——1 個 TPRD 樣品可——以下 3 種依序用於所有——3 種暴露測試。

(a) 硫酸 - 19 % 水溶液(例：190 mL/L 溶液)。

(b) 乙醇/汽油 - 10 % / 90 % 濃度之 E10 燃料(例：100 mL/L 乙醇/900 mL/L 汽油)。

(c) 擋風玻璃清洗液——50 % (體積比)甲醇與水之混合溶液(例：500 mL/L 溶液)。

7.6.3 允收結果

暴露於每一種化學液體後，應將 TPRD 樣品擦拭乾淨並用水沖洗——、以及然後進行檢查。TPRD 不得出現任何可能影響降低其功能之機械性能劣退化跡象，如開裂破裂、軟化或膨脹。諸外觀變化如點孔蝕或污漬等外觀變化不視為失效。所有暴露總結束後，TPRD 樣品應符合 7.10、7.11 及 7.12 要求。

7.7 大氣暴露

7.7.1 一般

大氣暴露試驗適用於在正常操作條件下期間，有非金屬材料暴露於大氣中之非金屬材料 PRDs 的認可認鑑定。

7.7.2 氧氣老化

7.7.2.1 取樣

提供容納燃料密封之 3 個對每一種用於提供燃料密封之非金屬材料樣品，取 3 個樣品應進行氧氣老化試驗。

7.7.2.2 程序

氧氣老化試驗應依以下述步驟程序執進行：

樣品應依 CNS 3566 或 ASTM D572，於 70 °C 及 2 MPa 條件下暴露於氧氣中 96 h。

7.7.2.3 允收結果

暴露於氧氣老化後，樣品不得出現破裂痕或呈現可目視見之劣化跡象象證。

7.7.3 臭氧

7.7.3.1 取樣

選取 3 個 樣品之每一 非金屬材料 應樣品 進行臭氧試驗。

7.7.3.2 程序

臭氧試驗應依以下述之一程序進行：

- (a) 彈性體化合物已知耐確立抗臭氧之彈性體化合物規格。
- (b) 依 CNS 10018 或 ASTM D1149 測試之PRD 測試。
- (c) 試樣應受應力作用使延伸受20 %拉伸之應力，應暴露於 40 °C 下暴露
於 50 ppm 臭氧濃度 50 ppm 之空氣中，120 h。

7.7.3.3 允收結果

暴露於臭氧後，樣品不得出現破裂痕或呈現可目視見之劣化跡象象證。

7.8 耐抗應力腐蝕開裂破裂性

7.8.1 取樣

對於含有銅基合金作成組件之 TPRD 暴露於外部環境之銅基合金組件 TPRD，應以一個 1 個組裝之TPRD 總成為試驗樣品進行試驗，使銅合金組件承遭受之強施於其支應力，如同組裝的結果過程中通常會施加之應力。此試驗不適用於僅在使用過程期間僅中暴露於氫氣之內部零組件。

7.8.2 程序

TPRD 樣品應先進行脫脂處理，並接著然後連續暴露於具以玻璃蓋住之維持氨水-空氣之混合物霧的玻璃試驗容器中10 天，玻璃容器中裝有濕氨氣-空氣混合物。比重為 0.94 之氨水應維持在樣品下方的玻璃容器底部，應保持比重為 0.94 之氨水，其濃度為每升容器體積加入 20 mL/L 容器體積。樣品應置於距氨水溶液液面上方 35 mm ± 5 mm 處之並以惰性托盤中支撐。濕氨氣水-空氣混合物之霧氣應保持於大氣壓力下，溫度恆定於 35 °C ± 5 °C。

7.8.3 允收結果

銅合金組件在於此試驗中，不得出現裂痕或分層現象。

7.9 掉因落下及振動之衝擊7.9.1 掉落下之衝擊

7.9.1.1 取樣

TPRD 樣品應能為其最終組裝形式之代表性樣品其最終組裝形式。最多可使用 6 個獨立各別之試驗樣品，以確保使涵蓋所有 6 個主-6 軸(即每個一樣品沿一個方向掉落，分別涵蓋 3 個正交軸之相反方向：垂直、橫向及縱向)。在製造商可自行決定斟酌下，是否對單一 TPRD 樣品可進行所有 6 個方向之掉落下。

7.9.1.2 程序

TPRD 樣品應在室溫下，從 ≥ 2 m 高度自由落體依重力之結果無限制運動至光滑之的混凝土表面上，~~落下過程中不得限制其受重力作用之移動~~。初始衝擊後，TPRD 樣品可在容許在混凝土表面反彈。

7.9.1.3 允收結果

每一次掉落下後，應檢查測試樣品是否有可見目視之損壞。在任何 6 個掉落下方向中，若任一方向未出現顯示無部零件不適合使用之的外部損傷壞(例即：螺紋充分損壞嚴重至致部零件無法使用)，則應符合 7.9.2 要求。

任何試驗樣品因掉落下而損壞，導致 TPRD 無法安裝之試驗樣品(例：螺紋損壞)，則不得進行 7.9.2 後續步驟，且不得視為本次試驗失敗。

7.9.2 振動

7.9.2.1 取樣

每一 7.9.1 中掉落下之每一個 TPRD 樣品及一個未進行掉落下試驗之額外 TPRD 樣品，應進行振動試驗。

7.9.2.2 程序

振動試驗應依以下述程序進執行：

TPRD 樣品應依製造商安裝之設置說明書進行安裝固定，並沿著 3 個正交軸(垂直、橫向及縱向)在的最嚴重共振頻率下，沿著 3 個正交軸(垂直、橫向及縱向)分別振動 30 min。對於具長觸發元件之 TPRD，應使用能夠涵蓋藉製造商安裝設置說明中書涵蓋試驗所有相關固定安裝條件之長度進行安裝固定及試驗。若，視需要，可使用多個以上樣品。若採使用間隔安裝固定，則至少應包含一個端部安裝末端及一個中間固定安裝。

頻率應依以下決定方法如下：在 10 Hz 至 500 Hz 之正弦頻率範圍內，以 1.5 g 加速度進行 10 min 掃描。若未在此範圍內未找到共振頻率，則測試應於 40 Hz 進行測試。

7.9.2.3 允收結果

測試後，每一個 TPRD 樣品不得出現疲勞或組件損壞之跡證，且應符合 7.10、7.11 及 7.12 要求。

7.10 洩漏

7.10.1 取樣

樣品應包括一個尚未經設計認可鑑定測試之新 TPRD，及依第 7 節規定於其他試驗規定之額外 TPRD 樣品。

7.10.2 程序

洩漏試驗依以下述程序進執行：

- 測試前，TPRD 樣品應於每一要求試驗溫度下進行熱調節，並於維持加壓 ≥ 2 MPa 壓力下保持至少 1 h，以確保其熱穩定性。在所有試驗溫度下，將

樣品浸入沒於適當之試驗介質中 1 min，或採用全域整體累積法(global accumulation method)(或等效方法)。在 TPRD 在入口處以洩漏測試氣體進行加壓。

- TPRD 應於室溫(20 °C ± 5 °C)下進行熱調節，直至達到熱穩定性，然後分別並加壓至標稱工作壓力-NWP 之 125 %，及且接著加壓至標稱工作壓力-NWP 之 5 %或 2 Mpa (，取其較小二者取較低者)。
- TPRD 應在不大於 -40 °C 或更低之溫度下進行熱調節，直至達到熱穩定性，然後分別加壓至標稱工作壓力-NWP 之 100 %，且接著加壓至及標稱工作壓力-NWP 之 5 %或 2 Mpa ，取其較小(二者取較低者)。
- TPRD 應在不小於 85 °C 或更高溫度下進行調節，直至達到熱穩定性，然後加壓至標稱工作壓力-NWP 之 125 %，且接著再加壓至標稱工作壓力-NWP 之 5 %或 2 Mpa ，取其較小(二者取較低者)。

7.10.3 允收結果

氫氣洩漏率不得超過 10 Ncm³/h。

觀察若 1 min 內若無觀察到氣泡，則 TPRD 通過試驗。若存偵測到氣泡，洩漏率應以藉適當方法量測洩漏率進行測量(例：氣相層析法儀)。使用氫之外的洩漏測試氣體(例：氮)，或其他洩漏氣測得之洩漏率應換算為等效氫氣等效洩漏率(參照 ECE/TRANS/180/Add.13/Amend.1 之 6.1.1.2)。

7.11 工作台致動

7.11.1 直接致動作用於 TPRD

7.11.1.1 取樣

以試驗 3 個未經其他設計認可鑑定試驗之新的 TPRD 樣品進行試驗，以建立致動基準致動時間，該基準其定義致動時間定義為此等 3 個樣品單元之平均致動時間。

另外 5 個為已在 7.2、7.4、7.5、7.6 及 7.9 中進行過測試之 TPRD 樣品，亦應亦進行工作台致動試驗。

備考：工作台致動試驗無法不預測任何 TPRDs 在系統級位階之篝火測試中之性能，因為特定賦予裝置在篝火測試中之性能，取決於 TPRD、容器閥門及燃料儲存容器之系統整合。

7.11.1.2 程序

工作台致動試驗依以下述程序進行：

試驗設定裝置應包含一個能控制空氣溫度與及流量之煙囪，以使 TPRD 周圍之空氣溫度保持在達到 600 °C ± 10 °C 的一致溫度，TPRD 樣品不得直接暴露於火焰中。TPRD 應依製造商安裝設置說明進行安裝書固定。新的 TPRD 及與老化後的之 TPRD 對比較樣品的之測試條件宜相同。

放置熱電偶在於煙囪內放置熱電偶以監控溫度。操作試驗開始前，溫度應

保持在可接受範圍內 2 min。插入前，TPRD 樣品應加壓至 $2.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ 。將 TPRD 及/或部分觸發元件插入煙囪，並記錄 TPRD 致動時間，以建立對比基準時間。

若未將整個 TPRD 無法放入煙囪，則煙囪尺寸或熱暴露量應由製造商決定並加以文件化。

已進行 7.2、7.4、7.5、7.6 及 7.9 試驗之 TPRDs，應於相同工作台致動條件下進行試驗。

7.11.1.3 允收結果

3 個新的 TPRD 樣品之致動時間的最大差異不得超過 2 min。

先前已經 7.2、7.4、7.5、7.6 及 7.9 設計認可鑑定試驗之 TPRDs樣品，其致動時間長度不得比，應不大於基線致動時間長超過2 min。

7.11.2 先前導致動 PRD

7.11.2.1 先前導致動 PRD 閥之致動與及流量測試

7.11.2.2 一般

此試驗之目的係為證明先前導致動 PRD 閥在由PRD 致動時會開啟。

7.11.2.3 試驗設定裝置

先前導致動 PRD 閥應依製造商組件說明安裝說明書固定，並連接提供使用條件之代表性流率的已知體積壓力儲存器槽，可提供代表使用條件之流率，此容量大小不必需如與使用中之容器相同，但應足以確保在而依使用製造商指定義使用之最小儲氣槽體積時，應大至足以確保完全的閥致動閥門會完全致動。

先前導致動裝置應依製造商指定義之最不利條件連接先前導致動閥，此應考量為PRD 最多 PRDs 數量及一最少先前導致動閥數量，以及反向條件。尤其宜特別注意先前導系統之進一出口之相對關流率量，或任何其他可能影響先前導系統致動先前導致動閥能力之潛在組態因素配置考量。

壓力儲存器槽之壓力，應以藉壓力讀取不受流量影響流量效應的感測器之方式監測控，記錄頻率為 1 Hz 或更快。

記錄先前導系統壓力一以供作為靜水壓強度試驗使用(參照 7.15)。

可安裝設置流量計量測經過量樣品之流率，若使用，其不得降低通經過樣品之流率。若未使用流量計，可利用壓力下降衰減量估算計流率。

7.11.2.4 高壓試驗程序

將試驗樣品加壓至製造商指定標稱工作壓力-NWP之 100 %。以加熱或其他任何能產生典型開啟動作之控制前導致動裝置方式致動控制先導致動裝置，賦予代表性打開動作。

在相同適驗條件下，本試驗應對至少 1 個未經先前測試，應在至少 3 個樣品上進行，每個樣品至少包含一個未經試驗之樣品，一個 1 個樣品經過壓力循

環(參照 7.2)之樣品及一個樣品經過熱循環(參照 7.4)之樣品進行試驗，且所有樣品均在相同試驗條件下進行。

7.11.2.5 低壓試驗程序

將試驗樣品加壓至 $2.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ ，以加熱或其他任何控制前導致動裝置方式致動，賦予代表性打開動作能產生典型開致動作之方式致動控制先導致動裝置。

在相同適驗條件下，本試驗應對至少 1 個未經先前測試，應以至少一個未試驗過之樣品以及從經 7.2、7.4、7.5、7.6 與及 7.9 各每一試驗中各取的一個試驗過之樣品進行試驗，於相同試驗條件下進行本試驗。

7.11.2.6 流率

記錄壓力下降衰退曲線及流量測量或計算結果，並應作成提供給終末端使用者可用。若測試除使用非氫氣之外的氣體測試，流率應換算為預期之氫氣預期值，且原始與及換算流率均應作成可用性提供。

7.11.2.7 允收結果

先前導致動 PRD 閥應在從 PRD 致動時間後於製造商指定致動時間內打開聲明致動時間內開啟，或若未指定時間聲明，則 $<10 \text{ s}$ 。

先前導致動 PRD 閥應於裝置發布之壓力範圍內完全打開，無論是依流率測量壓力可由量測流率或檢驗內部組件位置決定。

7.12 流量容量

7.12.1 取樣

流量容量應試驗 8 個 TPRD 樣品之流量。試驗樣品群應包括 3 個新的 TPRD 及從該等先前經每一 7.2、7.4、7.5、7.6、7.9 各試驗之 TPRD 樣品中各取一個試驗過之 TPRD 樣品。

7.12.2 程序

流量試驗依以下述程序進行：

- 每一個每 1 個 TPRD 應依使用 7.11 試驗程序致動。
- 致動後且未清潔後、拆卸零移出部件或再處理調適，每一個每 1 個 TPRD 樣品應使用氫氣、空氣或惰性氣體進行流量試驗，測量裝置量測其中釋出之流排放速率。
- 流量測試應使用 $2.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ 之氣體入口壓力為 $2.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ ，出口為環境周圍壓力。應記錄入口溫度、壓力及流率。
- 流量應以準確度於 $\pm 2\%$ 內之裝置量測準確度於 $\pm 2\%$ 內。

7.12.3 允收結果

8 個 TPRD 樣品中之最低量測值不得低於最高流量之 90 %。

流量容量應依報告 8 個 TPRD 樣品中之最低量測值報告之流量。

7.13 高壓致動及流量

7.13.1 取樣

以 3 個 TPRD 成品進行高壓致動與及流量試驗。

由於試驗設定裝置中之最小氣體體積，決定部分取決於不見的最終結果，因此可能需求更多樣品以決測定正確之初始設定裝置。

7.13.2 程序

高壓致動與及流量試驗應依以下述程序進執行：

試驗設定裝置應包含 1 一個能控制空氣溫度與及流量之煙囪，以使 TPRD 於周圍之空氣環境達到溫度保持在 $-600\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的一致溫度。TPRD 樣品不得直接暴露於火焰中。TPRD 應依製造商安裝設置說明書進行安裝。應依照製造商安裝設置說明書，在 TPRD 前應設置安裝一定量之氣體容積。氣體容積量應足以使夠 TPRD 排氣降至低於 10 %開始壓力大於在 10 s 以上將壓力降至初始壓力之 10 %，並在達到 25 %開初始壓力之 25 %前，應足夠 TPRD 達到穩定之的 Kv 值。將 TPRD 樣品加壓至製造商指定標稱工作壓力-NWP 之 $\pm 2\%$ 。若單一設計具多個額定標稱工作壓力-NWP，則可使用最高值作為所有壓力之可接受試驗條件。氣體溫度應低於 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。儲存氣體之壓力應以此方式量測方式應確保，其不受流量通過經壓力量測裝置之氣流影響。

在煙囪內放置熱電偶以監控測溫度。在進行操作試驗前，溫度應保持在可接受範圍內 2 min。將 TPRD 插入煙囪。

記錄插入煙囪位置後壓力隨時間之變化全部時間之壓力，直到完全排放氣完成。

7.13.3 允收結果

TPRD 排放不得停止流量，直至容器儲槽壓力低於 1 MPa。

7.14 耐抗過夫度扭矩

7.14.1 取樣

以 1 個 TPRD 成品應進行耐抗過夫度扭矩試驗。設計 TPRD 為可直接連接螺紋接頭之 TPRD，應能承受安裝施加於設置 TPRD 時施加之最大額定扭矩之 150 %之扭矩，而不產生變形、斷裂或洩漏。

7.14.2 程序

施加扭矩於接近接頭處對之試驗的 TPRD 樣品施加扭矩，因此將其安裝進設置適當尺寸之螺紋治夾具中。

針對具有螺紋一個或多個以上螺紋接頭之 TPRD，對每一個螺紋接頭施加 150 %之最大額定扭矩於每一螺紋接頭，保持 15 min。釋放鬆開扭矩後，取移出 TPRD。

7.14.3 允收結果

目視檢查 TPRD 樣品以確認無變形或破裂。

TPRD 應符合 7.10 規定洩漏試驗及 7.15 規定靜水壓強度試驗之要求。

7.15 靜水壓強度

7.15.1 取樣

~~以~~1 個新的 TPRD 應進行此試驗，以及規定於其他性能試驗中規定之 TPRD 樣品 ~~亦應進行此試驗~~。

7.15.2 程序

7.15.2.1 TPRD ~~s~~-之靜水壓測試程序

~~於室溫下，對 TPRD 進口端施加 250 % 之標稱工作壓力 NWP 的之~~靜水壓 應
施加於室溫下的 TPRD 入口壓力，保持 3 min。 應目視檢查 TPRD 樣品，以
查證未發生破裂。

然後，應以 標稱工作壓力 5 % NWP 以下之速率增加 靜水壓力，直至 TPRD 破
爆裂。

7.15.2.2 先前導致動 PRD 閥之靜水壓程序

針對負作用動式之先前導致動 PRD 閥，試驗樣品 之先前導部分 應於室溫下
加壓至 7.2 壓力循環試驗中產生壓力之的 150 %。

針對正作用動式之先前導致動 PRD 閥，試驗樣品 先之前導部分 應加壓至
7.11.2 高流量致動試驗中先前導室產生壓力之的 250 %。或者，若前導壓力
因 7.11.2 未決定或不具認為有代表性，則 應施加 標稱工作壓力 NWP 之 250
%於前導室。

應施加上述靜水壓壓力施加於組件進入口端，保持 3 min，應目視檢查試驗
樣品以查證未發生破裂。

然後，靜水壓應以 不大於標稱工作壓力 NWP 之 5 % 以下之速率增加壓力，
直至試驗樣品 破爆裂。

7.15.3 允收結果

應記錄爆裂破時之靜水壓壓力。先前已受試驗過之試驗樣品之爆裂壓力不得低
於新試驗樣品爆破壓力之的 80 %。

7.16 水噴水射防保護

7.16.1 取樣

~~以~~1 個 TPRD 成品 應進行水噴水射防保護試驗。此試驗 適用於針對預期會可能
暴露於車輛外部之 TPRD，尤其適用是會於可能經歷高壓水力清洗或道路噴濺
情況，且以及依製造商組件說明書設置，安裝後具有外部開口或密封時之 TPRD。
備考：具依 ISO 20653 有 IPX9K 等級之 TPRD 視為，視為符合本試驗要求。

7.16.2 程序

TPRD 應依製造商建議程序安裝，試驗應於環境周圍溫度下進行試驗。若樣品
非圓柱形或類似旋轉對稱，則其應安裝於旋轉治夾具上，依每一旋轉或噴灑旋
轉方向使其每，轉動 10 s 至 12 s 旋轉一圈或相應地旋轉噴霧方向。

水應使用 8 MPa 至 10 MPa 高壓力清洗機水噴射出噴灑水，水壓 8 MPa 至 10
MPa 且流率為 14 L/min 至 16 L/min。

噴霧灑扇形模式應採使用扁平流噴嘴(flat stream nozzle)，噴霧灑扇形角為 $15^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 。相對於噴灑扇形擴散展開模式之噴灑扇形方位，應垂直於掃掠方向。源自噴嘴之射流應來自距離噴嘴應為 10 cm 至 15 cm 之位置，且溫度應為 40°C 至 60°C 。

噴水灑應發生與於對稱軸夾角為 0° 、 30° 、 60° 、 90° 、 120° 及 150° 噴射之每一角度持續 30 s。

噴水試驗結束完成後，TPRD 樣品之外部應擦乾 TPRD 樣品之外部，並應針對損壞或水侵入檢驗其是否有損壞或進水。

7.16.3 允收結果

TPRD 不得損壞或以其他方式另外成為失效無法操作。水不得滲入任何外部密封。

8. 檢驗及允收測試

8.1 檢驗及允收測試計畫

TPRD 製造商應準備針對檢驗及允收測試準備計畫。檢驗與測試可由供應商、TPRD 製造商或獨立機構進行。

8.2 檢驗者職責任

檢驗者需負責查證所有圖面、試驗及規格要求均已符合要求。檢驗者應選擇試驗單元，並應準備或審查所有檢驗及測試報告。

8.3 系統關鍵組件之檢驗

於 FMEA 中識鑑別之系統關鍵組件，在組裝或出貨前應使用適當合的系統進行檢驗。

可熔組件若不在製造商規定之可熔組件之孔洞、夾雜物或其他危害缺陷，未於製造商許可差內許可差範圍內，則應予以銷毀。

8.4 洩漏測試

所有 TPRD 均應在製造商指定 NWP 之 5 % 及最少 125 % 製造商指定標稱工作壓力下進行試驗洩漏測試。氬氣或氬氣等效氣體洩漏率 $> 10 \text{ Ncm}^3/\text{h}$ 者之 TPRD 應予以拒收。本試驗可使用任何濃度之氬氣或氬氣測試於洩漏量測，率應若試驗氣體洩漏率換算為針對氬氣的等效洩漏率值。

9. 生產批測試

9.1 一般

針對測試目的，應於環境周圍溫度應於 16°C 至與 38°C 之間進行測試。

批測試應對 FMEA 識鑑別之系統關鍵組件及 TPRD 成品進行批次測試。系統關鍵組件之批次測試可由供應商、獨立機構或 TPRD 製造商進行。TPRD 之批次測試可由製造商或獨立機構進行。試驗報告應由 TPRD 製造商保存至，時間為 TPRD 設計使用壽命結束後加 5 年，並作成可用於要求時提供給燃料容器製造商及最終使用者所需。

試驗結果不符合要求時，則該批 TPRD 或組件應拒收該批 TPRD 或組件。若試驗設備或程序有錯誤，可對授權拒收批次重新測試。

9.2 生產批量大小

9.2.1 一般

除依 9.2.2 及 9.2.3 規定外，PRD 組件之批量大小由製造商決定。批量大小應符合良好製造規範實務，並依據 6.4 要求使用執行之 FMEA 結果進行之適當的檢驗水準。

9.2.2 可熔材料

批量大小受限於所謂可由共同一套共同原材料(例：一次爐熔化融)生產之量。

9.2.3 釋壓裝置-PRD

批量大小受限於所謂可由單一批之系統關鍵組件生產之量。批量大小應由於製造商之品質管制系統下決定並加以管理。

9.3 釋壓裝置-PRD 組件

PRD 製造商應取得針對材料、熱處理、物理性質及機械性質依適當規範之組件自供應商之獲得認證，確認其組件依據材料、熱處理、物理性質及機械性質之適當規範，或進行試驗或檢驗以確認已符合適當規範。

9.4 壓力循環查證

9.4.1 一般

從批大中隨機選取 1 個 PRD 樣品。

9.4.2 程序

PRD 應於溫度 -20 °C 下進行 15,000 次液壓循環，以壓力從 2 MPa 至不低於製造商指定標稱工作壓力-NWP 之 125 % 之壓力範圍，對 PRD 施加 15,000 次液壓壓力循環。

9.4.3 允收結果

測此試驗後，PRD 樣品不得顯示任何疲勞或組件損壞之跡象，且應符合 7.10 要求。

9.5 工作台致動

9.5.1 一般

從批大中隨機選取 1 個 PRD 樣品。

9.5.2 程序

TPRD 應依 7.11 進行適當之工作台致動試驗進行試驗，並應記錄以下數據：

- (a) 煙囪溫度。
- (b) 致動時間。

9.5.3 允收結果

TPRD 應於依建立之設計認可鑑定工作台致動試驗所建立之於基準致動時間 2 min 內完成致動。

10. 標記示

10.1 要求之資訊

PRD 應標示 本標準之名稱 ~~CNS 19882~~ 及 年版分(即 CNS 19882:2026)、氣體 類型型式(H₂)、製造商 指定標稱工作壓力的 NWP 或 壓力等級類別(H35 或 H70)、製造商識別、零部件編號及追溯碼。

若 ~~可安裝~~ PRD 設置可能以允容許流體沿著向錯誤方向流動，則 其應在其上標記 示箭頭以指示流動方向。

10.2 標記示方法

標記應 為永耐久性。可允許使用 永耐久性黏貼性標籤，或將標記 示蝕刻或壓印於 PRD 外 殼罩。

11. 組件說明書

11.1 一般

製造商應 針對其裝置提供 正體中文組件說明書 ~~→~~。此說明書應提供設置者關於指導安裝者作正確 安裝設置之指引資訊，並 依包含附錄 A 中識鑑別出之適用的 注意關心事項。說明書應亦要求組裝 PRD 於容器之中間組裝者或容器製造商組裝 PRD 時，必須應將傳達警告及說明書 傳達給予安裝設置者。製造商應 依據要求提供 二份說明書 副本以響應需求，包括維修 零部件說明書。組件說明書關鍵部分應正體中文使用強制性用語發行。組件之關鍵部件的說明書，應強制文字化(應或必須，非宜或可)。

組件說明書 至少應至少包含：

- (a) 驗證氣體裝置 認證氣體。
- (b) 最大 標稱工作壓力 NWP。
- (c) 致動溫度(先除前導致動 PRD 閥除外)。
- (d) 由依 7.12 及 7.13 測 得定之流量 容量或流量係數(Kv)。
- (e) 設計循環壽命或使用壽命。
- (f) 需定期更換 部件之零件識別。

若適用，說明書宜 包含下列以下事項項目：

- (g) 安裝設置扭矩或類似 數值。
- (h) 安裝 位置場所限制。
- (i) 安裝若有設置定向方位(若有)，尤其 需要考慮考量高壓或 排放排氣口管線 之中污染物 之積聚。
- (j) 排放排氣管線 之對流量 之要求、保護洩壓裝置 PRD 免受於污染 ~~→~~並 控制防止拋射物 進入的保護
- (k) 若有檢驗程序 ~~(若有)~~。
- (l) 入口連接要求，包括最小流量特性。
- (m) 依部件設置所需 安裝過程中可能要求 之標記警告標籤 之的要求。

所有此等要求僅需須在依其影響洩壓裝置-PRD功能時予以說明。其他標準提出之要求(如排放管線佈線)，無需在說明書中提及說明，如排氣管線佈線。

11.2 先前導致動 PRD 閥之組件說明書建議

除 11.1 外，先前導致動 PRD 閥之組件說明書宜亦應包含：

- (a) 可作為閥之觸發器之 PRD 型號或特性。
- (b) 可連接至單一閥之 PRD 的最大~~多~~ PRD 數量、可連接至單一 PRD 之閥的最多~~大~~數量，或為正確系統組態視為所需之類似數據。

上述所有此等要求僅需須針對 PRD 涉及之功能說明，其他標準提出之要求(如排放管線佈線)，無需在說明書中提及，如排氣管線佈線。

製造商之說明書應聲明指定設置安裝須依照當地主管機關(authority having jurisdiction, AHJ)之法規進行。

附錄 A

(參考)

子系統及車輛層級之考量

A.1 目的

本附錄之目的係為記錄燃料容器、燃料儲存子系統及車輛層級之要求。因本標準為組件層級之標準，故此等建議超出本標準之適用範圍，且若將其包含在括於本標準中，則釋壓裝置-PRD 製造商將無法證明其合規符合性。另外且，釋壓裝置-PRD 製造商無法展現符合性，若包括於本標準，此等建議為本標準適用範圍之外。此外，釋壓裝置-PRD 製造商未不控管制其裝置之使用及安裝設置，故無法驗證其遵守符合以下述聲明。

此等聲明旨在作為考慮考量納入開發此等子系統及車輛層級標準之組織及委員會包括於的建議，例如如 CNS 62282-4-101、SAE J2578 及 SAE J2579。

A.2 設計使用壽命

釋壓裝置-PRD 使用壽命之設計宜符合或超過燃料容器之使用壽命。

A.3 設計標稱工作壓力-NWP

釋壓裝置-PRD 標稱工作壓力之 NWP 設計宜符合或超過其使用之燃料容器之的使用標稱工作壓力-NWP。

A.4 外部環境

A.4.1 釋壓裝置-PRD 之位置

熱致動釋壓裝置-PRD 之熱反應部分，因燃料容器或系統受保護，宜位於與受保護的燃料容器或系統相同區域或隔室區間中，且宜暴露於相同之環境。

A.4.2 釋壓裝置-PRD 警告標籤

固定安裝在容器閥總成之外部釋壓裝置之 PRD，宜貼有上黃色警告標籤，聲明即使維修閥關閉時，該組件仍具高壓力。

A.4.3 釋壓裝置-PRD 排放氣及洩漏捕獲系統

A.4.3.1 一般

釋壓裝置若使用 PRD 排放氣系統(若使用)之主要功能為直接從釋壓裝置-PRD 排放氣。若使用洩漏捕獲系統(若使用)之主要功能，為以捕獲來自釋壓裝置-PRD、閥及容器凸閥座之各種連接頭潛在洩漏，並將氣體直接排出隔室區間，以防止在有限制空間內形成之可燃混合物。

A.4.3.2 釋壓裝置-PRD 排放氣系統排放氣管線材料之建構

釋壓裝置-PRD 排放氣系統可由包含互連管線、管道、排放氣管、出口及拘束限制系統組成，宜藉由設計、佈線及建構材料保護該系統，免受於機械或熱失效或劣退化之影響，並維持系統之完整性，直到排放氣完成。宜減少輕排放排氣期間靜電荷累積之靜電荷(例：避免使用非導電性排放排氣管)。此外，宜減輕建構材料之腐蝕之風險，連接且不宜造成釋壓裝置-PRD 之界面不宜銜

頭的造成電位差腐蝕。

A.4.3.3 釋壓裝置-PRD 排放排氣系統佈線

釋壓裝置-PRD 及排放排氣系統宜轉移釋壓裝置-PRD 之排放排氣至乘客艙、行李箱或貨艙外部。排放排氣系統亦宜亦能釋放出自釋壓裝置-PRD 滲透之積聚之滲透物，同時仍保持功能。當釋壓裝置-PRD 之流量直接排放時，宜考量最小化對車輛乘客或外部人員造成的風險最大限度地減少車內乘客或人員之風險，以及減少車內或其周圍環境危害之發展之風險。釋壓裝置-PRD 之排放排氣，不宜不直接排入或朝向乘客艙、行李箱或貨艙、進排入或朝向輪胎外罩、朝向儲氫系統或朝向車輛前方正面。設計及安裝設置宜最小化外部危害(例：彈射體拋射物)之可能性，而免於導致裝置致動之可能性。

互連管線、管道、排放排氣管及釋壓裝置-PRD 出口之佈線，宜避免壓緊縮或擠壓，並以及在車輛碰撞時受到的保護，以使功能性不會因流動限制而危及損害其功能。排放排氣管線不宜藉導入阻塞點或其他限制，以不降低洩壓裝置-PRD 的預期流量容量。

排放排氣管線宜足夠緊充分固定，以預防止車輛在使用壽命期間使用之損壞，或排放排氣期間不受控制之位移動。

設計需要求的之範示例，可包括排放排氣管路之大小、限制及佈線之規格，以預防止因釋放出材料之滯留而受到限制。排氣方位朝向遠離人們可能聚集場所有人佔據位置之方向進行排放，可用於最小化來自因彈射體拋射物之危害。將排放排氣朝向面對物定向至某些固定表面，以致於攔截彈射體拋射物，可能會因促進壓縮氫氣與空氣之擾流混合而降低安全性。若著火期間發生致動，小型彈射體的拋射物可能會對穿著防護裝備之緊急人員造成顯著危害。重要目標是最小化已經是固有危害情境狀態之危害。

A.4.3.4 釋壓裝置-PRD 排放排氣系統之侵入作用

釋壓裝置宜設計 PRD 排放排氣系統之，以設計宜防止異物進入或系統中之濕氣累積。由於濕氣之冷凝露及/或水之進入，濕氣可能會聚集在釋壓裝置於 PRD 之排放排氣側或排放排氣系統之排氣側採集中。排放水或冰於排氣系統中的水或冰可能會抑制釋壓裝置-PRD 之功能，而造成非預期的排放排氣或損壞排放排氣系統組件。排放排氣系統若包括使用排放排氣管線蓋閉合(closure)裝置(若使用)，排氣系統宜防止因下雨或洗車而造成之水之侵入，且當暴露於車輛清洗車或環境暴露時，宜維持功能的完整性。排放排氣系統應宜能防止或減輕釋放出因釋壓裝置-PRD 允容許洩漏而產生壓力積聚，而不會喪失去功能或完整性。

釋壓裝置-PRD 排放排氣系統及排放排氣管線蓋閉合，宜不得限制流量，免於釋壓裝置-PRD 之流動以此方式而影響功能。

A.4.3.5 洩漏捕獲系統(箱體或外罩)

若使用洩漏捕獲系統設計及建構之材料(若使用)，宜不妨礙熱輸入至熱致動釋壓裝置-PRD。

排放排氣箱或氣密外罩有時候為流動屏障壁之一種形式，使有時候用於產業以捕獲來自容器凸閥座的可能潛在洩漏，且導引氣體直接進入排放排氣管線。宜小心使用此等架構配置，使得此等裝置不會干擾到釋壓裝置-PRD保護容器的能力。

若使用洩漏捕獲系統(若使用)之主要功能，為係捕獲來自不同連接頭器至對釋壓裝置-PRD、容器之閥及閥凸座一隔室直接排放排氣的可能洩漏，並直接排氣至區間外，以預防止密閉限制空間之可燃的混合物。宜考量洩漏捕獲系統設計之熱效應及熱致動釋壓裝置-PRD之安全性能的建構材料。

洩漏捕獲系統或氣密外罩為流動屏障壁之的形式，某些時候使用於由產業用於以捕獲來自容器凸閥座的的潛在可能洩漏，且並將氣體直接進導入排放排氣管線。宜小心使用此等架構配置，使得此等裝置不會干擾到釋壓裝置-PRD保護容器的能力。

釋壓裝置宜保護 PRD 洩漏捕獲系統，免於 PRD 排氣系統功能性組件之不確定的熱退化宜保護因釋壓裝置-PRD排放排氣系統之功能組件的熱劣化。

A.4.3.6 燃料儲存系統屏障壁/遮蔽

可使用遮蔽保護燃料儲存系統，免受物理、化學及熱效應。宜考量陽光遮蔽宜考量防止因直接暴露於陽光而產生之熱及紫外線效應。需要時，儲氫系統宜亦使用熱遮蔽(若需要)亦宜用在儲氫系統，以最小化因車輛鄰近之隔室/區域著火區間/區域(例：如客艙或輪胎壁)之局部熱暴露，直到釋壓裝置-PRD能致動以緩解減輕潛在之可能危害事件。關於考量車輛中之接縫、車輛之維修通道孔及艙口地板、遮蔽或流動屏障壁之的位置及設計考量，以確保宜使得釋壓裝置-PRD之有效性不受影響損害。

遮蔽及流動屏障兩者之設計及位置，宜不干擾釋壓裝置-PRD保護容器燃料儲存系統的能力。

A.4.3.7 釋壓裝置-PRD 壓力連接頭

釋壓裝置-PRD及連接頭亦可能因高壓通道之積水及凍結而損壞。此可能是因充填設備故障或氣體過於潮濕而發生，但此不是正常現象發生。宜考量賦予避免釋壓裝置-PRD或相關聯連接頭及管導變成為液體捕捉器收集器。

A.5 流量容量

對於給定賦予之應用一釋壓裝置-PRD之流量的足夠性是否足夠，宜藉篝火測試驗，以及最小化封在密閉空間內由小直徑排放排氣口之高流量率釋放出時期間，最小化可能發生之壓力峰值現象的危害影響來效應證明。若使用供應及排放排氣管線，則不宜不透過導入非預期阻塞點或其他限制來，以降低預期釋壓裝置-PRD之預期流量，從而損害其性能。若系統配置允容許一個1個以上之燃料容器流過

單一釋壓裝置-PRD，則流量容量宜應能夠處理來自所有容器之的流量。

A.6 使用條件

A.6.1 檢驗

針對損壞或劣化，PRD 應宜依據釋壓裝置-PRD 容器或車輛之製造商說明書，依其設置的容器同時檢查釋壓裝置-PRD 及其安裝容器是否有損壞或劣化。在檢查期間或其他時間，PRD 外部可使用非腐蝕性清潔劑清潔釋壓裝置-PRD 之外部。若使用釋壓裝置-PRD 排放排氣管及排放排氣蓋，宜依據車輛製造商說明書同時進行檢查。

A.6.2 重加工及修理

未經釋壓裝置無 PRD 製造商、燃料容器製造商、系統製造商或車輛製造商之書面授權，不宜對已使用之釋壓裝置-PRD 宜不進行重加工及修理。

A.6.3 更換

PRD 在使用壽命期間需要更換之釋壓裝置-PRD，宜僅使用相同之單元，或依燃料容器製造商、系統製造商或車輛製造商授權之合適的替代品進行更換。

A.6.4 重複再使利用及重新安裝設置

已使用之釋壓裝置-PRD 不宜不轉移至或重複再使利用於其他燃料容器。

若依系統或車輛製造商建議之使用程序，釋壓裝置-PRD 宜僅重新安裝設置於同一容器。

A.6.5 破壞

當不可能藉提供之機械器具方法保持壓力時，宜考慮考量破壞釋壓裝置-PRD。

例：充分擠壓碎至可防止重新連再附接或鑽最小 5 mm 孔穿透裝置本體。

附錄 B

(參考)

設計認可鑑定試驗合理性說明

B.1 壓力循環試驗

燃料容器之使用壽命定義於 11,000 次與 15,000 次範圍間循環至 125 % NWP 之標稱工作壓力 NWP 下，進行範圍 11,000 至 15,000 次循環，通過壓力循環試驗後，釋壓裝置 PRD 不宜不洩漏且通過壓力循環試驗後，致動時間不宜無顯著變化。

於加氫站預設最大預設充填壓力下，裝置追加新增試驗前 10 次循環至裝置以 150 % 製造商指定標稱工作壓力 NWP 進行前 10 次循環試驗之規格。此亦規定儲氫系統亦調和 10 次循環至相同壓力與，包括 SAE J2579 之 PRD 及燃料電池車輛之 UN GTR No.13 的燃料電池車輛中，針對儲氫系統(包括釋壓裝置 PRD)規定相同壓力之 10 次循環相一致。

B.2 加速壽命試驗

長期、可靠性能之評估，或許為釋壓裝置針對 PRD 的認可鑑定測試，中或許是最重要且最困難之任務。使用較提高之溫度用於加速測試，係為專案成功執行以預測累積暴露 3 年，在 85 °C 下代表在超過 20 年使用壽命，在 85 °C 下累積暴露 3 年及在 57 °C 下代表 20 年使用壽命之成功性能。於 85 °C 下累積 3 年時間之要求，係預期來自滿足因快速填充條件之加熱，以及若安裝在卡車固定在於加溫溫暖、陽光環境中之或累積安裝在車輛底行李箱或安裝在車輛下方並受到發動機或排放排氣系統加熱，而導致提高周圍環境溫度升高之預期加熱累積的時間。

於 125 % 標稱工作壓力 NWP 執行測試，係因最高溫度狀況可能結合快速填充壓力限制值。於多重溫度需要求之多重數據點，以提供統計足夠之重要的數據。

阿瑞尼斯(Arrhenius)速率方程式預期提供對結果提供之最佳之修正相關性。

B.3 熱循環試驗

釋壓裝置 PRD 操作期間會預期會受到熱衝擊，待收之部件分原因是因在於寒冷之周圍環境及與車庫之間移動，且於部件分原因是快速充填充及排放排氣循環。僅 15 次循環之要求反映嚴重苛熱衝擊循環次數是係有限之看法的提示，且釋壓裝置 PRD 不論是在一些循環在幾個循環內對其敏感，亦完全或對其根本不敏感。

在低溫下進行之壓力循環係是為展現證明釋壓裝置 PRD 組件在低溫下不會脆化，且不會因熱膨脹係數之差異而產生洩漏。

B.4 加速循環腐蝕試驗

加速循環腐蝕試驗取代 500 h 之鹽霧測試，係因加速循環腐蝕測試對此等組件為於使用中之暴露已經展現加速循環腐蝕試驗更能具代表性此等組件在使用中之暴露情況。此外，該此程序更有效地評價各種腐蝕機制，例如一般腐蝕、電位差腐蝕、裂縫等。此測試驗大抵基於通用汽車循環腐蝕測試 (GMW14872) 寬鬆。依

試驗持續時間選擇 100 次循環作為試驗持續時間，以評估使用時部件失效可能導致安全問題之零件失效，因釋壓裝置如同 PRD 為主要之容器壓力保持組件。藉由洩漏及實驗工作台致動試驗一評價組部件，公佈執行腐蝕暴露後之功能性性能。

B.5 汽車液流體暴露試驗

使用中之時，組件極最可能暴露於潑灑飛濺或噴灑狀況，始提出噴灑於外表面之方法論。流體作為可預期在車輛環境由於正常存在之最高風險因素是汽車環境中通常存在之液體，故已排除氫氧化鈉及硝酸銨之暴露，如同其非此等組件在汽車使用中，此等組件正常不會暴露在此等的化學品中。

B.6 大氣暴露試驗

大氣暴露試驗適用於當正常操作條件期間，釋壓裝置-PRD-具有非金屬材料暴露於大氣一則之。大氣暴露試驗適用於釋壓裝置-PRD-之的鑑定認可。

B.7 耐抗應力腐蝕破裂試驗

本試驗顯示證明銅合金組件不會受到應力腐蝕破裂。

B.8 落下及振動試驗之衝擊試驗

PRD 於搬運、出貨及設置期間，要求說明因落下之衝擊可遭受的要求說明壓力釋放裝置之搬運、運輸及安裝過程中可能發生之損壞。此要求記錄文件化導致以提供零部件不適合使用之可見目視損壞，或確保部零件落下後無可目視明顯損壞跡象，符合所有功能要求(無隱藏損壞)。

為針對測試目的，振動要求已從單一頻率變更為正弦頻率掃掠範圍從 10 Hz 至 500 Hz 正弦頻率範圍之掃掠。原始 17 Hz 之原始頻率是係建立在表達藉由一輛車輛在行經各種路面上行駛而決定。決定針對給定釋壓裝置賦予 PRD 最嚴重共振頻率之變化之變更決定，可更準確地量測給定賦予設計之性能。諧共振頻率變更係會依據釋壓裝置-PRD 設計及安裝規定而變化，故因此程序之改變更表達更準確地的總成展現組件之性能。

B.9 洩漏試驗

釋壓裝置-PRD 總成進行不同之各種非破壞性設計認可鑑定試驗後，不宜不呈現洩漏。試驗條件針對燃料電池車輛試驗條件與 UN GTR No.13 調和。

B.10 工作台致動試驗

該試驗旨在以快速且價廉價之方式，評估釋壓裝置-PRD 之響應特性是否受到各種非破壞認可鑑定試驗之影響。該本試驗無意取代篝火試驗，作為決測定給指定壓力釋放裝置-PRD 與指決定燃料容器搭配之允收方法。某些車輛燃料容器之篝火試驗，指定之最低火焰溫度為 593 °C，此為本試驗中針對煙道氣溫度之基礎。由於此是其為已經過各種非破壞性認可鑑定試驗之釋壓裝置-PRD 與未經此類同樣試驗裝置間之比較試驗，故未要求釋壓裝置一旦 PRD 置入煙道後，需未要求將維持溫度保持在於目標範圍內。嘗試呈現比較致動時間之比較，旨在展呈現鑑定試驗不妨礙裝置致動或導致其過早致動。

B.11 流量容量試驗

此測量結果旨在為釋壓裝置針對 PRD 購買者提供取得之量測資訊。

B.12 高壓致動及流動量試驗

在某些試驗中，~~之有某些釋壓裝置-PRD 會打開啟並接著然後重新關閉~~。此情況已在篝火試驗見到使用不同裝置，及並在不同實驗室之篝火試驗中出現，並導致試驗期間容器破裂。某些裝置在首次致動時無法完全打開啟，而其可能會逐漸打開啟。若其為一致性，則對其本身並不是問題。包含上述提及之狀況，不同型式間之釋壓裝置-PRD 之打開啟特性(包含上述狀況)並非一致性。此本身可能不是問題，但現有之卻存在流量定額定，即稱為單一流量值，意謂表示賦予給定之-PRD 在整個致動過程中期間之流量為給定量一，此可能會導致 PRD 選擇不適當的 PRD。上述所列之 2 個打開啟特性於從不同試驗至試驗或不同單元至單元中並不無一致性，因此累積流量出現存在顯著變化，但且未進行試驗。對立假設為代表性之此與單一篝火試驗具代表性之假設，並在既及現有試驗中要求±5 %流量變化之要求相反。目前之試驗並不非實際使用之代表性實際使用狀況，因試驗中使用 25 %標稱工作壓力-NWP 之微量氣體，以避免連續流之任何影響效應(諸如冷卻，或連續流及高壓之其他效應影響)。此可能會忽略某些失效模式或產生其他失效模式。測試中已觀察到假錯誤之高值及錯誤假的低值。

B.13 耐抗過大度扭矩

此試驗預期欲確認設計之 PRD 螺紋設計可承耐受安裝過程中設置期間過大之度的扭矩。試驗確保螺紋可承耐受超過額定最大額定安裝設置扭矩 150 %之扭矩，而不導致變形、破裂或洩漏。

B.14 靜水壓強度

此測試確保設計之新的-PRDs (及先前導致動 PRD 閥)設計具有最低安全係數，能承耐受至少標稱工作壓力-NWP 之 250 %，其超過其所安裝設置容器允容許之的最低安全係數。

B.15 水噴水射防保護

水滲侵入為 PRD 最常見失效模式之一，此通常發生於水進入 PRD 排放排氣管線，其可能導致致動時間延遲緩慢或在低溫環境冷氣候下於 PRD 內凍結冰，可損壞內部組件或阻礙致動。此試驗針對可暴露於車輛外部之釋壓裝置-PRD，特別尤其是可能遇到經歷高壓沖洗車或路面飛噴灑，且依製造商組件說明書安裝設置後，存在外部開口或密封之情況下。此試驗目的在係為確保高壓噴射水流在多角度高壓噴射水流噴灑下，水不滲入任何 PRD 密封，以展現證明 IP 等級(ingress protection rating)等效同於 IPX9K 之防水等級。

參考資料

- [1] ISO/TR 15916, Basic considerations for the safety of hydrogen systems
- [2] ISO 20653, Road vehicles –Degrees of protection (IP code) –Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access
- [3] CNS 62282-4-101, 燃料電池技術－第 4-101 部：作為道路車輛及輔助電力單元之外的推進用燃料電池發電系統－電驅動產業搬運車之安全性
- [4] ASTM B31.12, Hydrogen Piping and Pipelines
- [5] ANSI/CSA CHMC 1, Test methods for evaluating material compatibility in compressed hydrogen applications –Metals
- [6] CSA/ANSI HGV 4.1, Hydrogen dispensing systems
- [7] CSA/ANSI HPRD 1, Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle (HGV) fuel containers
- [8] SAE J1739, Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)
- [9] SAE J2578, Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety
- [10] SAE J2760, Pressure Terminology Used in Fuel Cells and Other Hydrogen Vehicle Applications

相對應國際標準

ISO 19882:2025 Gaseous hydrogen – Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers

中華民國國家標準

發行機關：經濟部標準檢驗局

局 址：臺北市中正區濟南路一段四號

電 話：(02)2343-1770

網 址：<https://www.bsmi.gov.tw>

編輯排版：文山彩藝有限公司

銷售網址：<https://www.cnsonline.com.tw>

定 價：依上開銷售網站公告之售價為準

GPN：4911300047

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印