# 附件八十二、氫儲存系統

1. 實施時間及適用範圍：
   1.1中華民國一百零六年四月一日起，使用於M及N類之各型式氫儲存系統，其應符合本項規定。
   1.2檢測機構得依本項基準調和之聯合國車輛安全法規(UN Regulations)，UN R134 00~01系列及其後續相關修正規範進行測試。
2. 名詞釋義：
   2.1 爆裂盤(Burst disc)：係指壓力釋放裝置(Pressure relief device)中一操作上不可重新關閉之部件，當該部件安裝於裝置時，其設計為引爆於預定壓力以允許壓縮氫氣釋放。
   2.2 止回閥(Check valve)：係指一種逆止閥(Non-return valve)，用以防止車輛燃料供輸管線內流體逆流。
   2.3 壓縮氫儲存系統(Compressed hydrogen storage system, CHSS)：係指設計為氫氣車輛儲存氫燃料之系統，其組成有加壓儲存容器(Pressurized container)、壓力釋放裝置(PRD)、及將儲存氫氣與燃料系統內其他部件及環境隔絕之關閉裝置(Shut off device)。
   2.4 氫儲存容器(Container for hydrogen storage)：係指氫儲存系統內主要儲存氫燃料容量之組件。
   2.5 限用期限(Date of removal from service)：規定之除役卸除時間(年及月)。
   2.6 製造日期(壓縮氫儲存容器)：係指在製造過程中完成壓力試驗之日期(年及月)。
   2.7 封閉或半封閉空間(Enclosed or semi-enclosed spaces)：係指車輛內(或車輛輪廓上之橫越開口)之特殊容積，其位於氫系統(儲存系統、燃料電池系統及燃料流量管理系統)及其外殼(依實車狀況)以外，且可能累積氫氣(因而有危險的可能)，例如可能發生於車室、行李廂及引擎蓋下之空間。
   2.8 排氣點(Exhaust point of discharge)：係指排出燃料電池洩放氣體之車輛區域幾何中心。
   2.9 燃料電池系統(Fuel cell system)：係指包含燃料電池組、空氣處理系統、燃料流量控制系統、排氣系統、熱管理系統及水管理系統之統合系統。
   2.10 燃料注入口(Fuelling receptacle)：係指搭接燃料槍至車輛並藉以輸送燃料至車輛之裝備。燃料注入口係作為燃料添加口(Fuelling port)之替代部件。
   2.11 氫濃度：係指氫莫耳(Moles)（或分子）於氫氣與空氣之混合物中百分比（相當於氫氣之容積佔比）。
   2.12 氫燃料車輛(Hydrogen-fuelled vehicle)：係指以壓縮氫氣為推動燃料之機動車輛，包括燃料電池車輛及內燃機車輛。客車之氫燃料規範係依照ISO 14687-2:2012及SAE J2719(2011.9月版)。
   2.13 行李廂：車輛內由車頂、車蓬(Hood)、地板及側板等所圍成，用來放置行李之空間，其係與車室空間之前方隔板或後方隔板相分隔。
   2.14 最高容許工作壓力(Maximum allowable working pressure, MAWP)：允許壓力氫儲存容器或儲存系統於正常運作狀態下運作之最高錶壓(Gauge pressure)。
   2.15 最高注入燃料壓力(Maximum fuelling pressure, MFP)：係指於注入燃料時施予壓縮系統之最高壓力，其為標稱工作壓力(NWP)百分之一百二十五。
   2.16 標稱工作壓力(Nominal working pressure, NWP)：係代表系統於典型運作下之錶壓。就壓縮氫儲存容器而言，其NWP係於攝氏十五度之均勻溫度(Uniform temperature)下，壓縮氣體於完全充滿之儲存容器或儲存系統內之穩定壓力(Settled pressure)。
   2.17 壓力釋放裝置(Pressure relief device, PRD)：係指於指定性能條件下被致動，

以釋放加壓系統內之氫氣，並得以防止系統故障之裝置。

2.18 爆裂(Rupture/Burst)：係指因內部壓力而突然且猛烈地破裂、爆開或飛裂成碎片。

2.19 安全釋壓閥(Safety relief valve)：於預設壓力值開啟，且可再關閉之壓力釋放裝置。

2.20 使用年限(壓縮氫儲存容器)：被允許使用之年限。

2.21 關閉閥(Shut-off valve)：係指氫儲存容器及車輛燃料系統間自動致動之閥門，於未連接電源時，其預設於「關閉」位置。

2.22 單一故障(Single failure)：係指由單一事件引發之故障，包含該故障所導致之任何接續故障。

2.23 熱致動釋壓裝置(Thermally-activated pressure relief device, TPRD)：係指藉由溫度致動開啟以釋放氫氣之非復閉式釋壓裝置。

2.24 車輛燃料系統(Vehicle fuel system)：係指用以儲存或供給氫燃料至燃料電池(FC)或內燃機引擎(ICE)之組件總成。

3. 氫儲存系統之適用型式及其範圍認定原則：

3.1 廠牌(或其商標)及型式系列相同。

3.2 氫燃料儲存狀態(壓縮氣體)相同。

3.3 標稱工作壓力相同。

3.4 氫儲存容器之結構、材料、容積及實體尺度相同。

3.5 TPRD、止回閥及關閉閥等(依實際裝設狀況)之結構、材料及基本特性相同。

4.申請者於申請認證測試時應至少提供所需受驗件(或試驗所必要車輛部份)及下列文件。

4.1 規定3.之受驗件規格資料，與受驗件圖示及/或照片。

4.2 傳動設備

4.2.1 氫儲存系統

4.2.1.1 使用液態/壓縮(氣態)氫之儲存系統

4.2.1.1.1 說明與詳圖；

4.2.1.1.2 廠牌(或其商標) ；

4.2.1.1.3 型式。

4.2.1.2 容器

4.2.1.2.1 廠牌(或其商標) ；

4.2.1.2.2 型式；

4.2.1.2.3 最大允許工作壓力值(MPa) ；

4.2.1.2.4 標稱工作壓力值(MPa) ；

4.2.1.2.5 填充循環次數；

4.2.1.2.6 容積值(公升) ；

4.2.1.2.7 材質；

4.2.1.2.8 說明與詳圖。

4.2.1.3 熱致動釋壓裝置

4.2.1.3.1 廠牌(或其商標) ；

4.2.1.3.2 型式；

4.2.1.3.3 最大允許工作壓力值(MPa) ；

4.2.1.3.4 壓力設定值；

4.2.1.3.5 溫度設定值；

4.2.1.3.6 吹洩量(Blow off capacity)；

4.2.1.3.7 最高正常工作溫度；

4.2.1.3.8 標稱工作壓力值(MPa)；
4.2.1.3.9 材質；
4.2.1.3.10 說明與詳圖；
4.2.1.3.11 基準符合文件。
4.2.1.4 止回閥
4.2.1.4.1 廠牌(或其商標)；
4.2.1.4.2 型式；
4.2.1.4.3 最大允許工作壓力值(MPa)；
4.2.1.4.4 標稱工作壓力值(MPa)；
4.2.1.4.5 材質；
4.2.1.4.6 說明與詳圖；
4.2.1.4.7 基準符合文件。
4.2.1.5 自動關閉閥
4.2.1.5.1 廠牌(或其商標)；
4.2.1.5.2 型式；
4.2.1.5.3 最大允許工作壓力值(MPa)；
4.2.1.5.4 標稱工作壓力值(MPa)；
4.2.1.5.5 材質；
4.2.1.5.6 說明與詳圖；
4.2.1.5.7 基準符合文件。

4.3 申請者應提供文件(量測數據及統計分析)，述明新儲存容器之爆裂壓力中點值($BP_O$)。(依5.1.1)

4.4 本項規定執行所要求之文件。

5.壓縮氫儲存系統之一般規定

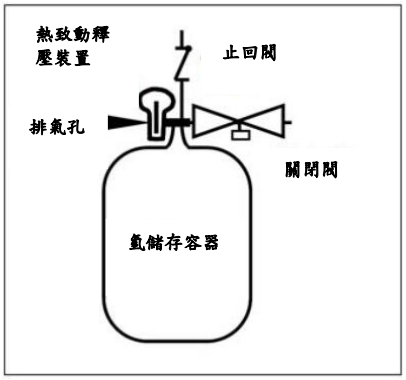
氫儲存系統由高壓儲存容器及用於開啟進入高壓儲存容器之主要封閉裝置(Closure device)所組成。典型壓縮氫儲存系統，如圖一所示，由一個加壓氫儲存容器、三個關閉裝置(應符合「氫儲存系統組件」基準規定)及其配件所組成。封閉裝置應包含下述功能，惟這些功能可能相互結合：

(a)TPRD；

(b)止回閥，用以防止逆流至加燃料管線；

(c)自動關閉閥，其可關閉以防止燃料從氫儲存容器流至燃料電池或內燃機。

任何主要為封閉來自氫儲存容器流體之關閉閥及TPRD，應直接安裝於各儲存容器上或各儲存容器內。各儲存容器上或各儲存容器內應直接安裝至少一個具止回閥功能之組件。




圖一、典型壓縮氫儲存系統

使用於道路上車輛之所有新壓縮氫儲存系統，其NWP應為七十MPa或以下，使用年限應為十五年或以下，且應符合條文5.之要求。

氫儲存系統應符合本項性能試驗之規定。
使用於道路上的基本要求：
(a)基準指標(Baseline metrics)驗證試驗。
(b)耐久性驗證試驗(連續液壓試驗)。
(c)預期路上系統性能驗證試驗(連續氣壓試驗)。
(d)燃燒終止系統性能驗證試驗。
(e)主要封閉功能耐久性能驗證試驗。
各性能要求內之試驗組成，如表一所述。對應之試驗程序依照6.規定。
表一、性能要求綜覽

| | |
|---|---|
| 5.1. | 基準指標之驗證試驗(Verification tests for baseline metrics) |
| 5.1.1. | 最初爆裂壓力之基準值(Baseline initial burst pressure) |
| 5.1.2. | 最初壓力循環壽命之基準值(Baseline initial pressure cycle life) |
| 5.2. | 耐久性驗證試驗(連續液壓試驗)( Verification test for performance durability (sequential hydraulic tests)) |
| 5.2.1. | 保證壓力試驗(Proof pressure test) |
| 5.2.2. | 落下(衝擊)試驗(Drop (impact) test) |
| 5.2.3. | 表面損壞試驗(Surface damage) |
| 5.2.4. | 化學暴露與周圍溫度壓力循環試驗(Chemical exposure and ambient temperature pressure cycling tests) |
| 5.2.5. | 高溫靜態壓力試驗(High temperature static pressure test) |
| 5.2.6. | 嚴苛溫度壓力循環試驗(Extreme temperature pressure cycling) |
| 5.2.7. | 殘餘保證壓力試驗(Residual proof pressure test) |
| 5.2.8. | 殘餘爆裂強度試驗(Residual strength Burst Test) |
| 5.3. | 預期路上性能驗證試驗(連續氣壓試驗)( Verification test for expected on-road performance (sequential pneumatic tests)) |
| 5.3.1. | 保證壓力試驗(Proof pressure test) |
| 5.3.2. | 周圍溫度及嚴苛溫度氣壓循環試驗(Ambient and extreme temperature gas pressure cycling test (pneumatic)) |
| 5.3.3. | 嚴苛溫度靜壓力洩漏/滲透試驗(Extreme temperature static gas pressure leak/permeation test (pneumatic)) |
| 5.3.4. | 殘餘保證壓力試驗(液壓)( Residual proof pressure test) |
| 5.3.5. | 殘餘爆裂強度試驗(液壓)( Residual strength burst test (hydraulic)) |
| 5.4. | 燃燒終止系統性能驗證試驗( Verification test for service terminating performance in fire) |
| 5.5. | 主要封閉裝置之要求(Requirements for primary closure devices) |

5.1 基準指標之驗證試驗
5.1.1 最初爆裂壓力之基準值
三個儲存容器應以液壓加壓直到爆裂(依照6.2.1試驗程序)。申請者應提供文件(量測數據及統計分析)，述明新儲存容器之爆裂壓力中點值($BP_O$)。
所有受驗儲存容器之爆裂壓力應在$BP_O$之正負百分之十範圍內，且大於或等於

最小$BP_{min}$(即NWP之百分之二百二十五)。

且以玻璃纖維複合材料作為主要構成之儲存容器，其最小爆裂壓力應大於NWP之百分之三百五十。

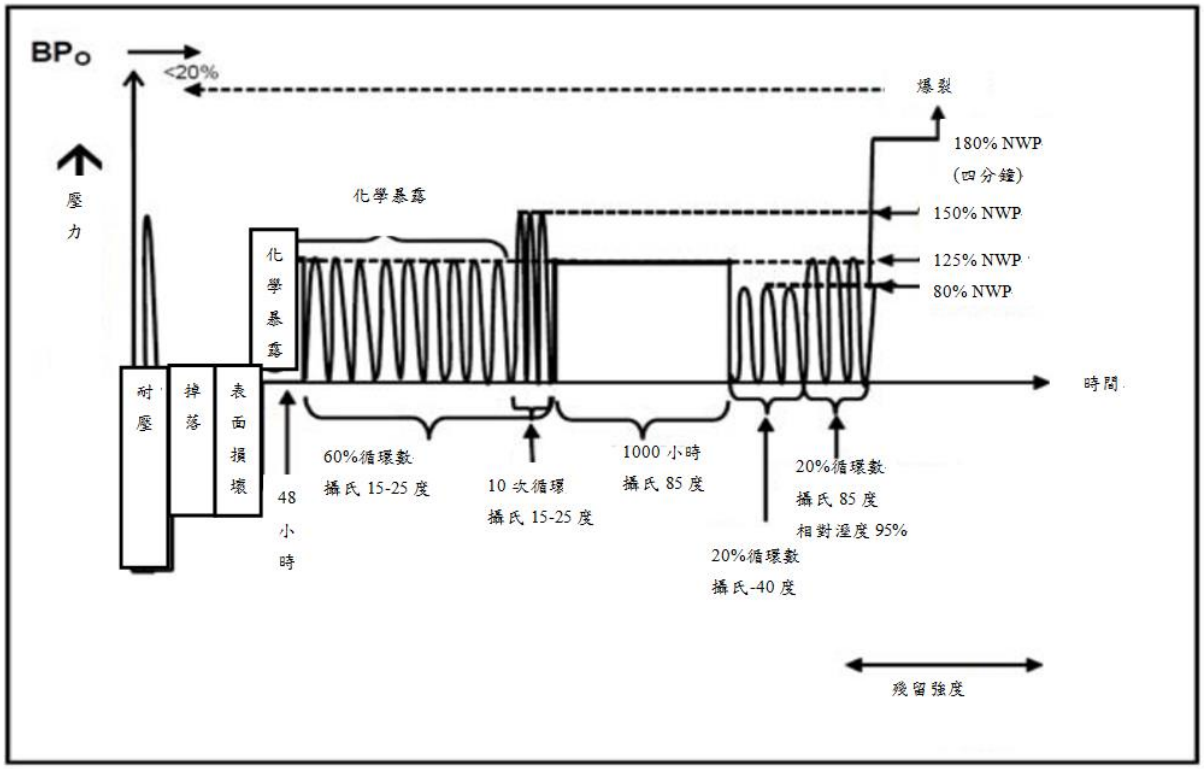
5.1.2 最初壓力循環壽命之基準值

於周圍溫度攝氏二十(正負五)度，三個儲存容器應以液壓加壓循環至NWP之百分之一百二十五 (正二/負零MPa)，達二萬二千次循環無爆裂，或直到洩漏發生(依照6.2.2試驗程序)。限用期限十五年之儲存容器不應於一萬一千次循環內發生洩漏。

5.2 耐久性驗證試驗(連續液壓試驗)

若5.1.2測得三個儲存容器之壓力循環壽命均大於一萬一千次循環，或若彼此之差值為正負百分之二十五以內，則僅須一個氫儲存容器進行條文5.2試驗，否則三個氫儲存容器均應執行條文5.2試驗。

如圖二所示，對單一系統依下述順序執行各試驗，氫儲存容器不應產生洩漏。氫儲存系統之試驗程序依照6.3之規定。




圖二、耐久性驗證試驗(液壓)

5.2.1保證壓力試驗(Proof pressure test)

將氫儲存容器加壓至NWP之百分之一百五十(正二/負零MPa)，至少維持三十秒。(依照6.3.1試驗程序)

5.2.2 落下(衝擊)試驗

以多個衝擊角度進行氫儲存容器落下試驗。(依照6.3.2試驗程序)

5.2.3 表面損壞試驗

進行氫儲存容器表面損壞。(依照6.3.3試驗程序)

5.2.4 化學暴露與周圍溫度壓力循環試驗

於攝氏二十（正負五）度，使氫儲存容器暴露於行車環境之化學品，且使其壓力循環至NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，執行百分之六十之壓力循環次數(依照6.3.4試驗程序)，於進行最後十次循環之前，停止化學暴露，且使其壓力循環至NWP之百分之一百五十(正二/負零MPa)。

5.2.5 高溫靜態壓力試驗(High temperature static pressure test)

於超過攝氏八十五度下，將氫儲存容器加壓至NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，且持續至少一千小時(依照6.3.5試驗程序)。

5.2.6 嚴苛溫度壓力循環試驗

於低於攝氏負四十度下，讓氫儲存容器壓力循環至NWP之百分之八十(正二/負零MPa)，執行百分之二十之壓力循環次數；於超過攝氏八十五度及相對濕度百分之九十五(正負二)下，讓壓力循環至NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，執行百分之二十的循環次數(依照6.2.2試驗程序)。

5.2.7 液壓殘餘壓力試驗

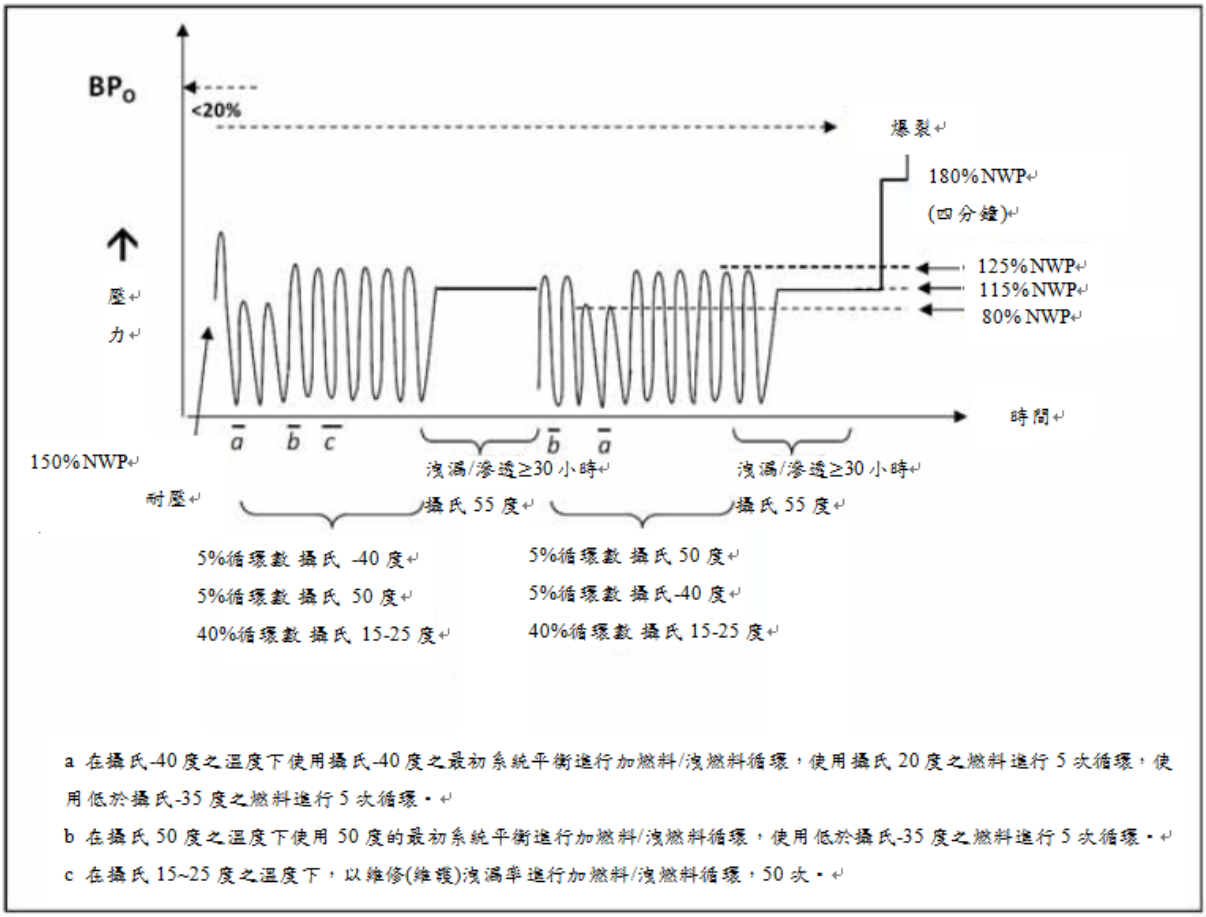
將氫儲存容器加壓至NWP之百分之一百八十(正二/負零MPa)，維持至少四分鐘而不發生爆裂(依照6.3.1試驗程序)。

5.2.8 殘餘爆裂強度試驗

進行氫儲存容器液壓爆裂試驗，以驗證該爆裂壓力至少為條文4.3最初爆裂壓力之基準值($BP_O$) 之百分之八十(依照6.2.1試驗程序)。

5.3 預期路上性能驗證試驗(連續氣壓試驗)

如圖三所示，依下述順序執行各試驗，氫儲存系統不應發生洩漏。試驗程序依照6.之規定。




圖三、預期道路上性能之驗證試驗(氣壓/液壓)

5.3.1 保證壓力試驗(Proof pressure test)

將系統加壓至NWP之百分之一百五十(正二/負零 MPa)，至少維持三十秒(依照6.3.1試驗程序)。若氫儲存容器於製造時已進行保證壓力試驗，則可免除此試驗。

5.3.2周圍溫度及嚴苛溫度氣壓循環試驗

使用氫氣對系統進行五百次壓力循環(依照6.4.1試驗程序)。

(a) 壓力循環分為兩組：於靜態壓力暴露(條文5.3.3)之前，執行二百五十次循環；於最初靜態壓力暴露(條文5.3.3)之後，執行剩餘之二百五十次循環，如圖三所示。

(b) 第一組之壓力循環中，於小於或等於攝氏負四十度下，壓力為NWP之百分之八十(正二/負零MPa)，執行二十五次循環；接著於大於或等於攝氏五十度及相對濕度百分之九十五(正負二)下，壓力為NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，執行二十五次循環；最後於攝氏二十(正負五)度下，壓力為NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，執行剩餘之二百次循環；

第二組之壓力循環中，於大於或等於攝氏五十度及相對濕度百分之九十五(正負二)下，壓力為NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，執行二十五次循環;接著於小於或等於攝氏負四十度,壓力為NWP之百分之八十(正二/負零MPa)，執行二十五次循環；最後於攝氏二十(正負五)度，壓力為NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)，執行剩餘之二百次循環。

(c) 氫氣燃料之溫度為小於或等於攝氏負四十度。

(d) 於第一組之二百五十次壓力循環期間，系統溫度平衡至小於或等於攝氏負四十度後，以溫度攝氏二十(正負五)度之燃料執行五次循環；於燃料溫度小於或等於攝氏負四十度下執行五次循環；及系統溫度平衡至大於或等於攝氏五十度且相對濕度百分之九十五後，以小於或等於攝氏負四十度之燃料執行五次循環。

(e) 以大於或等於維護保養時燃料排放率(De-fuelling rate)執行五十次壓力循環。

5.3.3 嚴苛溫度靜態壓力洩漏/滲透試驗

(a)於條文5.3.2之每組二百五十次氣壓循環後，執行此試驗。

(b)壓縮氫儲存系統之最大允許氫排放量為儲存系統之水容量四十六毫升/小時/公升(依照6.4.2試驗程序)。

(c)若滲透速率量測值大於零點零零五毫克/秒 (三點六標準毫升/分鐘)，則應進行局部洩漏試驗，以確保無局部之外部點洩漏率大於零點零零五毫克/秒(三點六標準毫升/分鐘)(依照6.4.3試驗程序)。

5.3.4 殘餘保證壓力試驗(液壓)

將氫儲存容器加壓至NWP之百分之一百八十(正二/負零MPa)，至少維持四分鐘而未發生爆裂(依照6.3.1試驗程序)。

5.3.5殘餘爆裂強度試驗(液壓)

進行氫儲存容器之液壓爆裂試驗，以驗證該爆裂壓力至少為條文4.3最初壓力爆裂之基準值($BP_O$)之百分之八十(依照6.2.1試驗程序)。

5.4 燃燒終止系統性能驗證試驗

以壓縮氫氣為試驗氣體。可以壓縮空氣替代。

將氫儲存系統加壓至NWP，且暴露於火中(依照6.5.1試驗程序)。應控制溫度致動壓力釋放裝置以釋放儲存之氣體，而不產生爆裂。

5.5 主要封閉裝置之要求

如圖一所示，用以隔離高壓氫儲存系統之主要封閉裝置(即TPRD、止回閥及關閉閥)，應符合「氫儲存系統組件」基準。

若另以其他具相當功能、配件、材料、強度及尺度之封閉裝置替代裝設，且符合上述條件，則無須重新試驗儲存系統。惟TPRD硬體、裝設位置或排氣管線之變更，應依據5.4規定重新執行防火測試。

5.6 標識

標識應永久貼附於每個氫儲存容器上，且應至少包含下述資訊：製造商名稱、產

品序號、製造日期、MFP、NWP、燃料類型(例如CHG表示氣態氫)及限用期限。每個氫儲存容器應標識5.1.2規定試驗程序所執行之循環數。於製造商建議之氫儲存容器限用期限前，標識應不易脫落及易於辨識。

限用期限不應超過製造日期後十五年。

6.壓縮氫儲存系統之試驗程序

6.1 壓縮氫儲存基本要求之試驗程序如下：

(a)基準性能指標之試驗 (本項5.1規定之要求)

(b)性能耐久性試驗 (本項5.2規定之要求)

(c)預期路上性能試驗(本項5.3規定之要求)

(d)燃燒終止系統性能之試驗程序(本項5.4規定之要求)

(e)主要關閉裝置之性能耐久試驗(本項5.5規定之要求)

6.2. 基準性能指標之試驗程序(本項5.1規定之要求)

6.2.1 爆裂試驗(液壓)

於周圍溫度攝氏二十(正負五)度，使用非腐蝕性液體進行爆裂試驗。

6.2.2 壓力循環試驗(液壓)

依據下述程序進行試驗：

(a)氫儲存容器裝滿非腐蝕性液體；

(b)於試驗開始時，氫儲存容器與液體在規定之溫度及相對濕度下維持穩定；於試驗期間，環境、供給燃料液體(Fuelling fluid)及氫儲存容器外殼維持於規定之溫度。於試驗期間，氫儲存容器之溫度可因環境溫度而變化；

(c)進行氫儲存容器之壓力循環，於二(正負一)MPa和目標壓力之間，規定之循環數中，循環速率不超過每分鐘十次循環；

(d)氫儲存容器內液壓流體(Hydraulic fluid)之溫度應維持且監控於規定之溫度。

6.3 性能耐久性試驗程序(本項5.2規定之要求)

6.3.1 耐壓試驗

讓系統平順持續地以非腐蝕性之液壓流體加壓，直到壓力達到目標試驗壓力值，接著維持於規定時間內。

6.3.2 落下(撞擊)試驗(無加壓)

於周圍溫度下，對內部未加壓或未連接閥門之氫儲存容器執行落下試驗。氫儲存容器應落下於表面平滑且水平之混泥土墊或其它具等效硬度之地板類型。

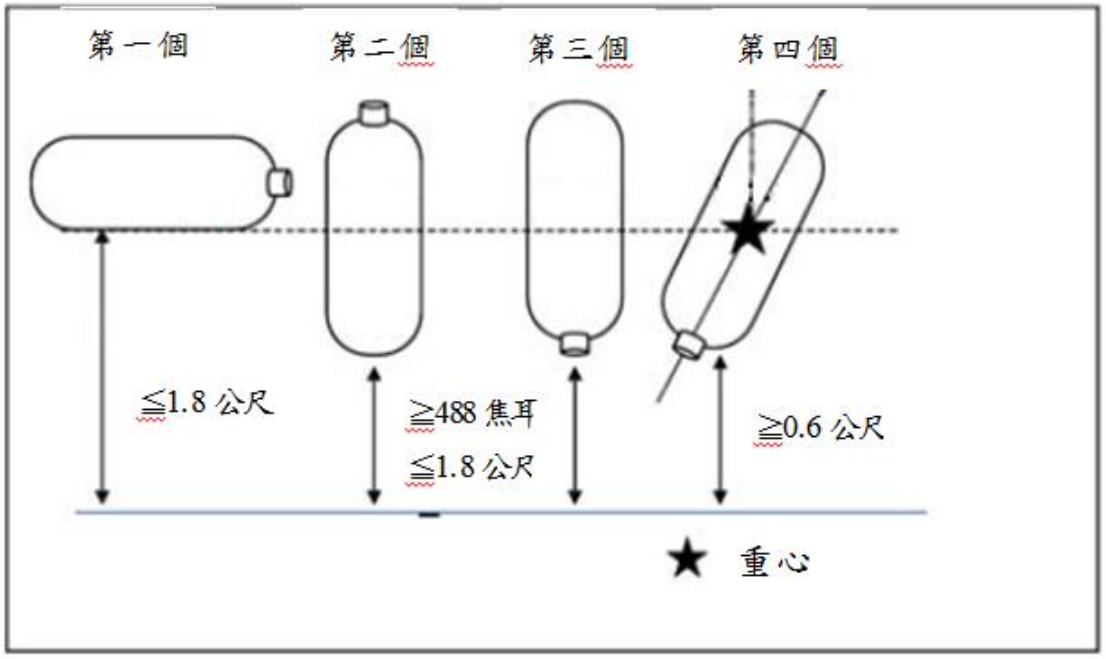
氫儲存容器之落下方向(Orientation)如下述(依照5.2.2之要求)；一個或多個氫儲存容器應依據下述各方向進行落下。可用一個氫儲存容器進行四個落下方向，或最多使用四個氫儲存容器來完成四個落下方向。

(i) 氫儲存容器水平地從距地高一點八公尺處落下至地面上，執行一次。

(ii) 氫儲存容器之瓶口朝上，以不小於四百八十八焦耳(J)之位能且最底部距地高不應超過一點八公尺，垂直落下至地面上，執行一次。

(iii) 氫儲存容器之瓶口朝下，以大於等於四百八十八焦耳(J)之位能且最底部距地高不應超過一點八公尺，垂直落下至地面上，執行一次。若氫儲存容器形狀為對稱式(排氣口兩側形狀相同)則可免除此方向之落下試驗。

(iv) 氫儲存容器之瓶口朝下，重心距地高一點八公尺，與垂直方向成四十五度落下至地面上，執行一次。惟若氫儲存容器底部距地高低於零點六公尺，則應調整氫儲存容器落下角度使該距地高至少為零點六公尺且重心距地高為一點八公尺。




圖四、落下方向

落下方向如圖四。

不應作出任何防止氫儲存容器反彈之行為，惟於上述垂直落下試驗中可防止氫儲存容器翻倒。

若以多個氫儲存容器執行所有落下試驗，則這些氫儲存容器應依據6.2.2壓力循環試驗(液壓)，直至發生洩漏或達二萬二千次壓力循環而未發生洩漏。洩漏不應發生於一萬一千次壓力循環以內。

依據5.2.2規定要求之氫儲存容器落下方向，應依下述確認：

(a) 若以單一氫儲存容器執行落下，則依據5.2.2規定要求執行落下之該氫儲存容器，應在四個落下方向執行掉落；

(b) 若以多個氫儲存容器執行四個落下方向試驗，且所有氫儲存容器達壓力循環二萬二千次而未發生洩漏，則依據5.2.2規定之要求執行落下且落下方向為5.2.2(iv)四十五度，應接續依據5.2之規定執行進一步之試驗；

(c) 若以多個氫儲存容器執行四個落下方向，且有任一氫儲存容器於壓力循環二萬二千次以內發生洩漏，則應使用新的氫儲存容器執行落下試驗，該落下方向為導致發生洩漏之循環次數最低者，並應接續依據5.2規定執行進一步之試驗。

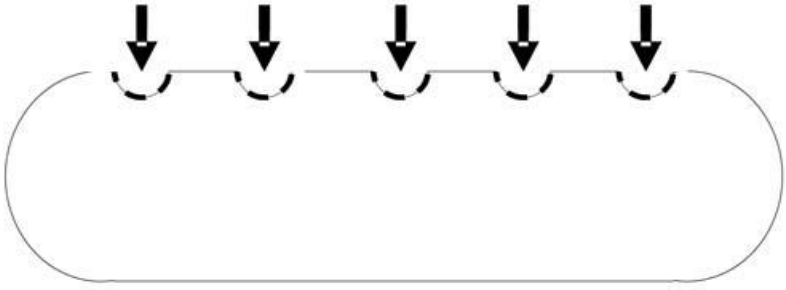
6.3.3 表面損壞試驗(無加壓)

依下述順序進行試驗：

(a) 表面裂痕之產生(Surface flaw generation)：水平放置無加壓之氫儲存容器，於其底部外側表面，沿著靠近肩部區域而不超過肩部區域之圓柱形區域，施以兩道縱向割痕(Cut)。位於朝向閥門之氫儲存容器端之第一道割痕，深度至少一點二五公釐且長度至少二十五公釐。朝向氫儲存容器上另一非閥門端之第二道割痕，深度至少零點七五公釐且長度至少二百公釐；

(b) 擺錘衝擊(Pendulum impacts)：水平放置氫儲存容器，將其上部區分成五個不重疊且直徑各一百公釐之不同區域(如圖五)。於溫度小於攝氏負四十度之環境室(Chamber)置放十二小時後，於五個區域之各個中心點進行擺錘衝擊；擺錘為等面三角錐且底座為正方形，頂點(Summit)與邊緣之倒角半徑為三公釐。擺錘之衝擊中心與三角錐之重心一致。於氫儲存容器之五個標記區域各施以三十焦耳(J)之擺錘衝擊，於擺錘衝擊期間，氫儲存容器牢固不動

且未加壓。



圖五 氫儲存容器之側視圖

6.3.4 化學暴露及周圍溫度下壓力循環試驗

於6.3.3擺錘衝擊試驗後，將未加壓氫儲存容器之五個區域各被暴露於下述五種溶液之一：

(a) 水中含有百分之十九硫酸體積之溶液(電池酸液)；

(b) 水中含有百分之二十五氫氧化鈉重量之溶液；

(c) 汽油(加油站之液體)中含有百分之五甲醇體積之溶液；

(d) 水中含有百分之二十八硝酸銨重量之溶液(尿素溶液)；

(e) 水中含有百分之五十甲醇體積之溶液(擋風玻璃清洗液)；

將試驗氫儲存容器上之液體暴露區域朝上。於五個區域各放置一個大約厚度零點五公釐及直徑一百公釐之玻璃棉(Glass wool)片。試驗進行期間，玻璃棉充分吸附試驗液體，確保其整個表面濕透且穿過其厚度。

於氫儲存容器進行進一步試驗前，連同玻璃棉之氫儲存容器應暴露達四十八小時，且氫儲存容器應維持於NWP之百分之一百二十五(正二/負零MPa)(施加液壓)及攝氏二十(正負五)度溫度下。

依據6.2.2規定，於攝氏二十(正負五)度下，執行規定之目標壓力循環及循環次數。在執行最後十次循環之前，移除玻璃棉片且用水沖洗氫儲存容器表面後，執行最後十次最終目標壓力循環。

6.3.5 靜態壓力試驗(液壓)

於溫度控制室(Temperature-controlled chamber)中，加壓氫儲存系統至目標壓力。於規定期間內，周圍溫度及非腐蝕性液體應維持於目標溫度(允許誤差正負攝氏五度)。

6.4 預期路上性能試驗程序(本項5.3規定之要求)

此處為氣壓試驗程序；液壓試驗程序敘述已於6.2.1描述。

6.4.1 氣壓循環試驗(氣壓)

於試驗開始時，讓氫儲存容器穩定於規定之溫度、相對濕度及燃料量(Fuel level)下至少二十四小時。維持試驗環境於規定之溫度及相對濕度，直至試驗結束。(依試驗規定要求，於壓力循環期間之系統溫度係穩定於外部環境溫度。)

儲存系統於小於二(正零/負一) MPa與規定之最大壓力(正負一MPa)之間執行壓力循環。若系統控制係於車輛使用中防止壓力下降至規定壓力以下，則不應於壓力低於該規定下進行循環試驗。填充速率應控制於一恆定三分鐘(Constant 3-minute)之壓力斜率(Pressure ramp rate)，惟燃料液體每秒不應超過六十克；注入至氫儲存容器之氫燃料溫度，應被控制於規定溫度，惟若氫儲存容器內之氣體溫度超過攝氏八十五度，則應降低壓力斜率。燃料抽取速率(Defuelling rate)應控制於大於或等於對象車輛(Intended vehicle)之最大燃油需求速率(Fuel-demand rate)。壓力循環係依據規定之次數執行。若於對象車輛內使用裝置及/或控制以防止出現內部極端溫度，則可與該等裝置及/或控制(或等效措施)一起進行試驗。

6.4.2 氣體滲透試驗(氣壓)

讓儲存系統完全填滿氫氣於NWP之百分之一百十五(正二/負零MPa)， (攝氏十五度下、NWP之百分之一百之填滿密度，等同於攝氏五十五度下、NWP之百分之一百十三)，且維持於溫度大於攝氏五十五度之密封容器內，直到穩定滲透狀態(Steady-state permeation)或三十小時，以時程較長者為主。測量總穩定狀態排放率包括氫儲存容器之洩漏及滲透。

6.4.3 局部氣體洩漏試驗(氣壓)

本項試驗可使用氣泡試驗(Bubble test)。氣泡試驗之執行，應依下述程序：

(a)本項試驗關閉閥(及氫系統之其它內部連接裝置)之排氣口應加蓋密封(因為本項試驗主要係針對外部洩漏)。試驗人員可將受驗件浸入洩漏試驗用液體，或將受驗件放置於開放空氣中，再塗覆洩漏試驗用液體於受驗件上。氣泡尺寸依試驗條件而有很大變異。試驗人員依據氣泡形成速率及尺寸而評估氣體洩漏。

(b)備註：若局部速率為每秒零點零零五毫克(三點六標準毫升/分鐘)，則允許之氣泡(典型直徑一點五公釐)形成速率為每分鐘二千零三十個。若為比前述更大的氣泡，則應容易偵測到該洩漏。直徑六公釐以上之異常尺寸氣泡，則允許之氣泡形成速率為每分鐘大約三十二個氣泡。

6.5 燃燒終止系統性能之試驗程序(本項5.4規定之要求)

6.5.1 燃燒試驗

氫儲存容器總成包括壓縮氫儲存系統(含排氣系統，如排氣管線及其外覆)及任何直接貼附於氫儲存容器之外覆(如氫儲存容器之保溫包覆材料(Thermal wrap)及/或TPRD之外蓋(Covering)/ 屏障(barrier)。

以下述兩種方法其中之一，確定於初始(局部) 火源上方之系統位置：

(a)方法一：一般(非特定(Non-Specific))車輛安裝基本要求

若無特定車輛安裝配置(且系統之認證未限定於特定之車輛安裝配置)，則受驗件之局部燃燒暴露部位為距離TPRD最遠之區域。上述受驗件，僅包含所有實車上直接安裝於氫儲存容器之隔熱外覆(Thermal shielding)或其它減緩裝置(Mitigation device)。若係於任何實車上安裝之排氣系統(如排氣管線及其外覆)及/或TPRD之外覆/屏障，則其包含於氫儲存容器總成。若實車指定使用類型之組件，惟系統試驗未有該些組件代表件，則此系統應重新試驗。

(b)方法二：特定車輛安裝基本要求

若宣告特定車輛安裝配置，且系統之認證係限定於該特定車輛安裝配置，則試驗準備可包含氫儲存系統及其它車輛組件。這些車輛組件(如以焊接或螺栓永久附著於車輛結構上且非固定於儲存系統之外覆/屏障)應屬於氫儲存系統之實車配置試驗準備內。依據四個燃燒方向(來自車室、行李廂、輪拱(Wheel well)或累積在地板之汽油)，於最嚴苛之局部燃燒試驗區域，執行局部燃燒試驗。

6.5.1.1 可置無任何外覆組件之氫儲存容器於6.5.2之大火吞沒燃燒。

6.5.1.2 方法一及方法二應符合下述試驗要求：

(a)氫儲存容器總成於NWP之百分之一百(正二/負一MPa)下填滿壓縮氫氣，並將氫儲存容器組件水平地放置於火源上方大約一百公釐處；

(b)燃燒試驗之局部區域：

(i)受驗件之局部燃燒暴露區域係於距離TPRD最遠之區域。若選擇方法二且有識別出特定車輛安裝配置之較多脆弱區域(Vulnerable area)，則將其中距離TPRD最遠之脆弱區域直接放置於初始火源上方。

(ii)火源是由液化石油氣(LPG)燃燒器構成，用在受驗件上產生均勻之最低溫

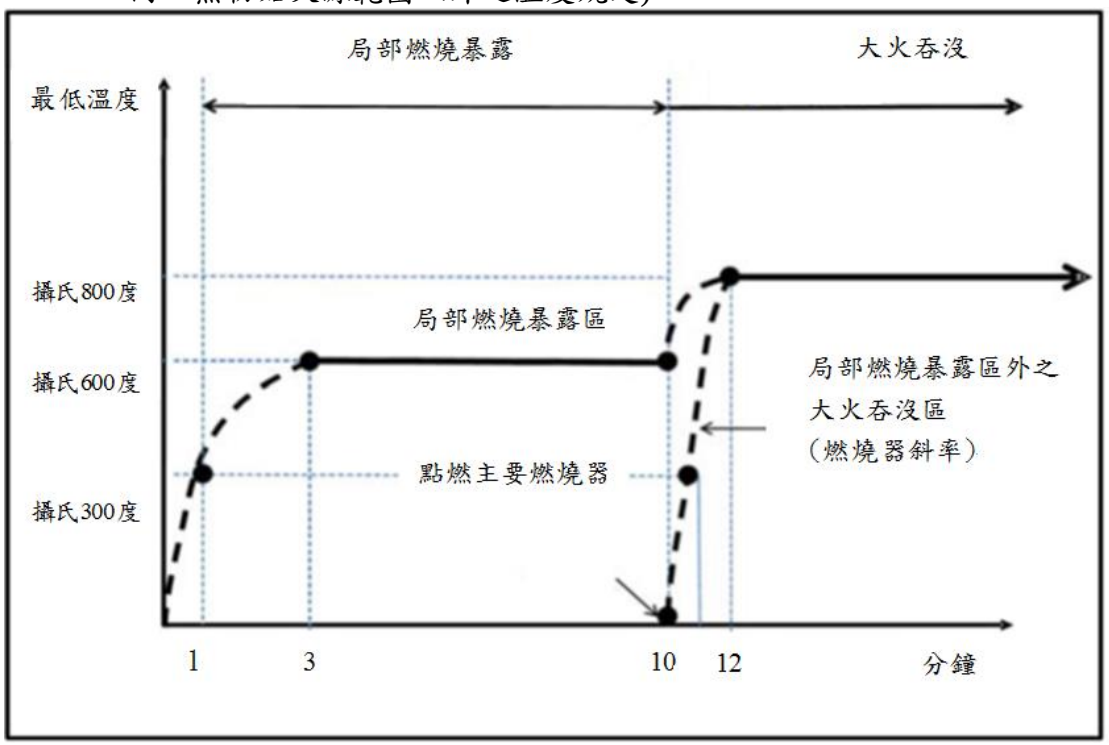
度，由至少五個熱電偶(Thermocouple)測量，涵蓋受驗件最長一點六五公尺(局部燃燒暴露區域內至少二個熱電偶，及至少三個彼此間距小於零點五公尺且均勻配置於其他位置之熱電偶)，且於距離受驗件外表面二十五(正/負十)公釐處，沿著縱軸放置熱電偶。可依申請者宣告，或者檢測機構要求，將額外之熱電偶放置於TPRD感應點或任何其它為另得診斷目的之位置；

(iii)使用擋風罩(Wind shield)以確保均勻加熱；

(iv)於受驗件之局部燃燒暴露區域下方，火源燃燒於縱向涵蓋二百五十(正負五十)公釐範圍內，火源寬度涵蓋整個氫儲存容器之直徑(寬度)。若選擇方法二，則應考量特定車輛特徵，依實際狀況減少長度及寬度。

(v)如圖六所示，局部燃燒暴露區域之熱電偶，其溫度於點火後一分鐘內，溫度持續上升到至少攝氏三百度；點火後三分鐘內，溫度上升到至少攝氏六百度，接著於至少攝氏六百度溫度維持七分鐘。於此期間，局部燃燒暴露區之溫度不應超過攝氏九百度。

熱性能最低與最高限制值之符合要求，於試驗期進入點後一分鐘開始，且係依據此區域內各熱電偶之一分鐘波動平均值。(於此等點火後十分鐘期間內，無初始火源範圍以外之溫度規定)




圖六

(c)燃燒試驗之大火吞沒區域：

於緊接著二分鐘內，受驗件整個表面溫度應上升到至少攝氏八百度，且延伸火源，使整個受驗件寬度、全長達一點六五公尺，產生均勻溫度(大火吞沒)。最低溫度應維持於攝氏八百度，且最高溫度不應超過攝氏一千一百度。

熱性能最低與最高固定限制值之符合要求，於試驗期進入點後一分鐘開始，且係依據此區域內各熱電偶之一分鐘波動平均值。

受驗件維持於大火吞沒狀態下之溫度，直到該系統由TPRD排氣且壓力下降至低於一MPa。應連續排氣(不中斷)且氫儲存容器不應爆裂。因額外之洩漏釋放(不包含從TPRD釋放出)而引起之火焰，其長度不應超過火源火焰周圍零點五公尺。

表二、燃燒試驗一覽表

| | 局部燃燒區域 | 期間 | 大火吞沒區域<br>(局部燃燒區域之外部) |
|---|---|---|---|
| 動作 | 點燃燃燒器 | 零至一分鐘 | 無燃燒器作動 |
| 最低溫度 | 無規範 | | 無規範 |
| 最高溫度 | 於攝氏九百度 | | 無規範 |
| 動作 | 提高溫度及穩定燃燒，開始局部燃燒暴露 | 一至三分鐘 | 無燃燒器作動 |
| 最低溫度 | 高於攝氏三百度 | | 無規範 |
| 最高溫度 | 低於攝氏九百度 | | 無規範 |
| 動作 | 持續局部燃燒暴露 | 三至十分鐘 | 無燃燒器作動 |
| 最低溫度 | 一分鐘波動平均值高於六百度 | | 無規範 |
| 最高溫度 | 一分鐘波動平均值低於九百度 | | 無規範 |
| 動作 | 上升溫度 | 十至十一分鐘 | 於十分鐘時點燃主要燃燒器 |
| 最低溫度 | 一分鐘波動平均值高於六百度 | | 無規範 |
| 最高溫度 | 一分鐘波動平均值低於一千一百度 | | 低於攝氏一千一百度 |
| 動作 | 提高溫度及穩定燃燒，開始大火吞沒暴露 | 十一至十二分鐘 | 提高溫度及穩定燃燒，開始大火吞沒暴露 |
| 最低溫度 | 一分鐘波動平均值高於六百度 | | 高於攝氏三百度 |
| 最高溫度 | 一分鐘波動平均值低於一千一百度 | | 低於攝氏一千一百度 |
| 動作 | 持續大火吞沒暴露 | 十二分鐘到試驗結束 | 持續大火吞沒暴露 |
| 最低溫度 | 一分鐘波動平均值高於八百度 | | 一分鐘波動平均值高於八百度 |
| 最高溫度 | 一分鐘波動平均值低於一千一百度 | | 一分鐘波動平均值低於一千一百度 |

(d)燃燒試驗結果紀錄

燃燒試驗之配置應詳細記錄，以確保可再現受驗件加熱速率。試驗結果包含從點火至TPRD開始排氣所經歷時間、最大壓力以及直到壓力低於一MPa之洩壓(Evacuation)時間，於試驗期間，每間隔十秒或更短時間，應記錄熱電偶溫度及氫儲存容器壓力。依據一分鐘波動平均溫度，無法維持規定之最低溫度要求者，試驗結果無效；若受驗件於試驗期間出現故障，則依據一分鐘波動平均溫度，無法維持規定之最高溫度要求者，試驗結果無效。

6.5.2 大火吞沒試驗：

受驗件為壓縮氫儲存系統，儲存系統於NWP之百分之一百(正二/負零MPa)下裝

滿壓縮氫氣，將氫儲存容器水平地放置，其底部於火源上方大約一百公釐處。

以金屬擋板防止火焰直接影響氫儲存容器之閥門、配件及/或壓力釋放裝置。金屬擋板不應直接接觸規定之防火系統(壓力釋放裝置或氫儲存容器閥門)。

以長度一點六五公尺之均勻火源，直接燃燒氫儲存容器的整個直徑表面。試驗應持續至氫儲存容器充分排氣(即氫儲存容器壓力下降至零點七MPa以下)。若試驗期間火源發生任何故障或條件不符，則試驗結果應為無效。

應至少使用三個熱電偶以監控火焰溫度，其配置於氫儲存容器底部下方大約二十五公釐之火焰中。熱電偶可附著在長度不超過二十五公釐厚之鋼製立方體(Steel cubes)一側，於試驗期間，應每三十秒記錄一次熱電偶溫度及氫儲存容器壓力。

於點火後五分鐘內，火焰達到不小於攝氏五百九十度平均溫度(取自兩個熱電偶之六十秒內最高溫度紀錄之平均值)，且維持於試驗期間。

若氫儲存容器長度小於一點六五公尺，則氫儲存容器之中心應放置於火源中心之上方；

氫儲存容器長度大於一點六五公尺者，依下列要求放置：

(a)若於氫儲存容器之一端裝有壓力釋放裝置，則火源應於氫儲存容器之另一端開始燃燒；

(b)若氫儲存容器之兩端，或沿著氫儲存容器縱向有多個位置裝設壓力釋放裝置，則火源中心應位於壓力釋放裝置最長水平間隔之中間位置。

氫儲存容器應由壓力釋放裝置排氣，且沒有發生爆裂。