 **高壓無縫鋁製氣體容器**
定期再檢查作業暫行標準

 **中華民國工業氣體協會**

中華民國九十八年三月

非經本會書面同意，不得複製、抄襲或散佈此文件或內容

目錄

一、目的

二、範圍

三、名詞解釋

四、權責

五、再檢查之週期

六、作業流程：

七、作業內容：

八、附屬品檢查

九、重新組裝

十、不合格鋁瓶之處理

十一、附屬相關規定

附錄一

附錄二

前言：

本文件所含之資訊係取自可信賴之來源，並以目前取得自會員及國內外相關機構或協會的技術資料與經驗為依據。然而，協會本身或其會員並不共同或個別地對結果提出保證，並且對本文件所涵蓋之資訊或建議亦不須負擔任何責任義務。

1. 目的

為增進高壓無縫鋁質氣體容器(以下簡稱鋁瓶)之灌充與使用安全，參照國際標準 ISO10461、CGA- V1 等之規範，訂定本操作標準書，以作為定期檢查之依據。

2. 範圍

- 2.1 本操作標準書(試行一版)只適用於本會委託之鋼瓶檢查站從事鋁瓶之再檢驗工作之依據，這些鋁瓶需為無縫式由鋁合金材質製造，用於灌裝壓縮氣體、液化性氣體，水容積在 0.5 公升以上，150 公升以下。
- 2.2 鋁瓶之定期檢查含耐壓試驗(水壓試驗)與超音波檢查。超音波檢查程序，另行訂定之。
- 2.3 本操作標準書，不適用於充填乙炔氣體用之鋁瓶。

3. 名詞解釋

- 3.1 壓縮氣體：溫度在 35°C 時，飽和蒸氣壓力可達 1 百萬帕斯卡(MPa) 以上之壓縮氣體。
- 3.2 液化性氣體：溫度在 35°C 時，飽和壓力可達 0.2MPa 以上之液化氣體。但壓力為 0 MPa 以上之環氧乙烷及液化氰化氫及液化溴甲烷亦包括在內。
- 3.3 水套：盛水之圓桶，外壁連接一條小管到膨脹計，同時桶壁上附有一個壓力釋放裝置；加上蓋子後形成一密閉空間，鋁瓶試壓時將鋁瓶整個放入水套內。
- 3.4 標準瓶：用以查核水壓機系統功能是否正常，比對水壓機系統與受檢鋁瓶的容積增加量之用。
- 3.5 百萬帕斯卡(MPa)：國際公稱之壓力計量單位, 1 百萬帕斯卡=1×10⁶ 帕斯卡=10 巴(bar)≐145psi≐9.87atm

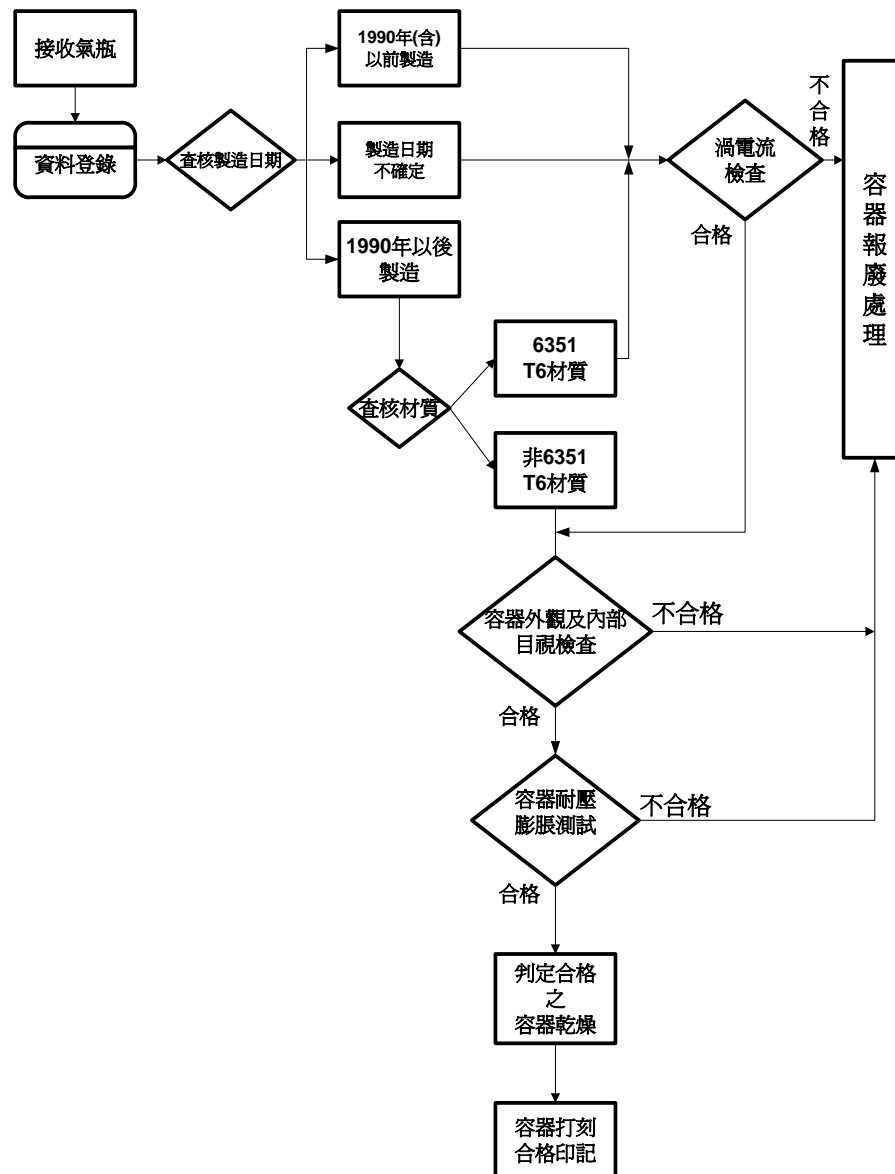
4. 權責：

- 4.1 執行再檢查之人員必須接受相關之專業訓練，並取得本會訓練合格證書。非經訓練合格不得從事再檢查作業。所從事之再檢查作業項目，必須與證書上所記載之授權檢查項目相符
- 4.2 從事鋁瓶定期再檢查之鋼瓶檢查站，必須具備下列設備：(1)水套式耐壓試驗設備(2)渦電流檢測設備(3)口腔型反射鏡(4)其它必要設備。

5. 再檢查之週期

- 5.1 在正常使用情況下，鋁瓶自製造完成日起每五年應再檢查一次。
- 5.2 對於進口鋁瓶，若係依日本工業標準(JIS)製造並經日本高壓氣體保安協會(KHK)認證合格或依美國壓縮氣體協會(CGA)及美國運輸部(DOT)規格製造並經 DOT 授權認證單位認證合格之鋁瓶，其再檢查之週期為自製造完成日起每五年應再檢查一次。若未經 “KHK” 或 “DOT” 認證合格之鋁瓶，則再檢查之週期為自製造完成日起，每三年應再檢查一次。
- 5.3 對特定用途之鋁瓶，政府另有規定再檢查週期者，依其規定。
- 5.4 當受外力影響如外部腐蝕、溫度影響等致有使用疑慮時，則應對鋁瓶做再檢查。

六、作業流程：



註：6351T6 材質相關資訊，請參考附錄。

7. 作業程序：

7.1. 作業前準備：

7.1.1 啟動相關附屬設備，如空氣壓縮機、氣體冷凍除濕機、加熱乾燥設備、燃燒塔、濕式洗滌裝置(Scrubber)、集塵設備、水供應裝置等並檢查各設備功能是否正常。

7.1.2 水壓機功能及性能確認

7.1.3 於每日作業前及每次維修後，必須使用標準鋼瓶實際作業一次，以確認水壓機功能正常，壓力計與膨脹計正常、閥與管件等沒有洩漏。當發現有任何異常應即檢修，修復前此水壓機不得做鋁瓶再檢查的耐壓測試，完修後，必須再使用標準鋼瓶進行功能確認。確認設備功能正常才可再進行鋁瓶之耐壓測試。

7.1.4 確認殘氣排放裝置，性能正常。

7.2 鋁瓶資料登錄，接收從客戶端送進檢查站的鋁瓶，將再檢查之鋁瓶的基本資料，如鋁瓶鋼印號碼、規格、原來充填氣體之類別等登錄於紀錄表上或電腦上。

7.3 根據氣瓶上的標示確認氣瓶內原有充填物之種類。

7.4. 殘氣排放

7.4.1 依原充填物之種類性質 使用適當之濕式洗滌裝置(Scrubber) 或燃燒塔 或中和塔等進行殘氣處理。

7.4.2 殘氣排放時，打開瓶閥應確認有無殘氣排出。如無殘氣排出，則將該鋁瓶自排放架移出。使用氮氣噴槍，將噴槍口緊抵瓶閥出口，開啟氮氣數分鐘後，移開氮氣噴槍。如果有氣體自瓶閥口流出，則可確認瓶閥未被阻塞，該鋁瓶可被繼續移往拆卸瓶閥區；如果沒有氣體自瓶閥口流出，則該瓶閥可能故障阻塞，則應將該瓶閥重新關閉，並把該鋁瓶移到問題鋁瓶處理場做特別處理。

7.5 材質確認

7.5.1 查核鋁瓶原始製造日期，如為西元 1990 年或以前製造之鋁瓶，或不確定製造日期之鋁瓶，則一律使用渦電流檢測設備先做瓶閥接口之裂痕檢查。

7.5.2 查核鋁瓶原始製造日期，如為西元 1990 年以後製造之鋁瓶，則先確認鋁瓶是否為“6351T6”材質所製造，如確認為“6351T6”材質或無法確認其材質，則一律使用渦電流檢測設備先做瓶閥接口之裂痕檢查。

7.6 執行其他外觀檢查，檢查鋁瓶上之鋼印，鋼印必須清晰及完整。每一支鋁瓶的表面均應作檢查，檢查項目如下：

(一) 凹陷、割傷、鑿傷、裂痕、壓薄或過度塗裝。

(二) 熱破壞、火炬、電弧燒傷等。

(三) 腐蝕情況。

(四)其它如不可辨識的、不正確的或任意修改的印記。

(五)所有固定式附件的完整性。

(六)變形或彎曲。

7.7 瓶閥接口的檢查，螺紋必須符合乾淨、完整沒有損傷，沒有刺刺的毛邊，沒有破裂及沒有其他瑕疵。

7.8 鋁瓶之內部表面檢查必須分上、中、下3段詳細檢查。

7.9 外觀表面損傷情況及判定基準，如下表一：

缺失的型式	定義	判定基準	維修或報廢
凸起	可清楚的看到氣瓶上有隆起現象	具有此缺失的鋁瓶	報廢
凹陷	氣瓶上有下陷，但沒有穿透也不是表面金屬被刮除，下陷深度大於外徑的1%以上。	當凹陷的深度大於鋁瓶外徑的3%以上。或是當凹陷的範圍直徑小於深度的15倍時。	報廢 報廢
割傷或鑿傷	尖銳的傷痕，該處的金屬被外力刮除或擠壓，其深度大於鋁瓶瓶壁厚度的5%以上。	當割傷或鑿傷的深度大於壁厚的10%以上 或 長度大於氣瓶外徑的25% 或 剩餘厚度少於最小要求厚度時	允許維修 ^b 允許維修 ^b 報廢
破裂	金屬上有裂痕或裂縫	具有此缺失的鋁瓶	報廢
火傷	受外部熱源影響或氣瓶內氣體發生反應生熱，造成 a) 氣瓶部分熔解 b) 氣瓶變形 c) 塗漆燒焦或剝離 d) 火傷到瓶閥，塑膠護套或掛環或熱熔栓等有熔解之現象	屬 a)及 b)類的鋁瓶 屬 c)及 d)類的鋁瓶可能在通過檢查與測試後，仍可使用。	報廢 允許維修 ^b 但如果有疑慮的話，就報廢。
瓶上有異常的炭入物	瓶頸、瓶底或瓶身上外加的炭入物	確認該炭入物是不是瓶身原始設計上的一部分	允許維修 ^b
鋼印/	以金屬戳印的方式所	瓶身上有難以辨認、任	報廢 ^c

戳記	作的符號或標示	意變造、或不正確的鋼印	
弧光或火炬燒傷	瓶身有部分溶解，外加的焊點或金屬經由嵌接或打洞而移位	具有此缺失的鋁瓶	報廢
可疑的記號	不是在製造過程或經核准的維修所留下的其它記號	具有此缺失的鋁瓶	在額外的檢查後，可能可以再使用 ^c

a 當參考判定基準時，必須同時考量鋁瓶使用的狀況、缺陷的嚴重性、與設計之安全係素等情形。

b 允許維修指的是在以適當的技術及方法修整金屬表面去除剝離的金屬、外物或凸起的金屬毛邊之後，檢查該處的瓶壁厚度至少相等於最小的要求壁厚。這包含通過檢查後重新貼上相關標籤。

c 如果可以清楚地確定出鋁瓶完全符合相關規則，則修改的作業及修正的標示都可被接受，且不足的標示也可以被更正，以避免再出現混淆不清之結果。

表一

7.10 鋁瓶外部如有腐蝕，腐蝕判定參考如下表二：

型式	定義	判定的基準	維修或報廢
一般腐蝕	腐蝕的面積大於鋁瓶內外部面積和的 20%	已無法清楚辨認瓶身原貌 或 如果蝕穿的深度大於瓶壁原始厚度的 10% 或 如果瓶壁厚度少於最小要求瓶壁厚度時 ^b	允許維修 ^{c, d} 允許維修 ^{c, d} 報廢
局部腐蝕	腐蝕的面積少於鋁瓶內外部面積和的 20%，但不包含下列所述之其他類型之腐蝕。	如果蝕穿的深度大於原始壁厚的 20% 或 如果壁厚少於最低要求壁厚時 ^b	允許維修 ^{c, d} 報廢
連串或線狀的腐蝕	腐蝕形成了一條窄的縱向或有周圍的線或條狀蝕痕，或單獨但	在任一方向之腐蝕總長度超過鋁瓶的直徑，而且腐蝕深度大於原始壁厚的 10%時	允許維修 ^{c, d}

	幾乎連在一起的蝕坑	當剩餘壁厚少於最小要求壁厚時 ^b	報廢
獨立的蝕孔	腐蝕形成獨立的蝕孔，但沒有連結	如果蝕孔的直徑大於 5mm，則參考“局部腐蝕”之說明 如果蝕孔的直徑小於 5mm，則氣瓶要儘可能的小心予以評估，以便檢查出瓶壁或瓶底剩餘的厚度，確認是否仍能繼續使用。	參考“局部腐蝕”之說明 允許維修 ^d
<p>a 如果看不到裂痕的底部，且無法使用適當的設備查出其延伸的情形，則該鋁瓶應該予以報廢。</p> <p>b 如果腐蝕已經達到深度或延伸的極限，則其剩餘的厚度必須使用超音波裝置來檢查，其瓶壁厚度可能少於最小的要求瓶壁厚度，例如：小的(深度與延伸)獨立瘡孔，可依相關的規定並考量了缺失的嚴重性及安全因素後判定是否報廢。</p> <p>c 允許維修指的是在以適當的金屬修整技術去除表面腐蝕物、黏著物之後，檢查該處的瓶壁厚度至少仍相等於最小的要求瓶壁厚度。</p> <p>d 在維修之後，氣瓶必須重新檢查。</p>			

表二

- 7.11 對鋁瓶表面之細小紋路(疑似裂痕)有所懷疑或不確定時，應一併執行非破壞性檢測，如染色探傷試驗或超音波檢測等。
- 7.12 通過外觀檢查之鋁瓶，移往耐壓測試區，灌水靜置 3 小時，耐壓測試前重新補水一次，以便將瓶內之水補滿並將瓶內之止洩帶等輕質異物藉由水之溢流排出。
- 7.13 鋁瓶之耐壓測試，應以水為測試介質，而且壓力要漸漸增加，直到測試壓力為止。測試壓力應以鋁瓶上鋼印所顯示的壓力為準，所加的壓力不得低於測試壓亦不得高於測試壓的 3%，且最高不得超過 1 MPa。停止加壓後，其測試壓力至少要維持 30 秒且不能有洩漏及實測壓力不得低於應測壓力。
- 7.14 鋁瓶之耐壓測試，應以水套式容量擴張法進行測試，對 40 公升以上(含)的鋁瓶，讀取永久膨脹量數值之時間為洩壓後 30 秒，對 40 公升以下的小型鋁瓶，應將讀取數值之時間，由洩壓後 30 秒延長為洩壓後

40~50 秒。

- 7.15 耐壓測試判定基準為永久膨脹率不超過 10%者為合格。
- 7.16 將完成耐壓測試的受測鋁瓶，用倒水機將鋁瓶內的水排除。
- 7.17 判定合格之鋁瓶再用熱水沖洗鋁瓶內部，並用乾空氣吹淨水份。
- 7.18 由不可熱處理之鋁合材料金製造之鋁瓶，鋁瓶加熱乾燥時，瓶身溫度不得超過 80°C。
- 7.19 若為可熱處理之鋁合材料金製造之鋁瓶，鋁瓶加熱乾燥時，瓶身溫度最高不得超過 175°C。加熱時瓶身溫度若超過 110°C，則加熱時間必須依照原製造廠之規定。
- 7.20 將檢查判定合格之鋁瓶，在上次檢查合格刻印位置下方或附近適當位置，打刻上本次檢查合格之印記。並在紀錄表上登錄相關資訊。
- 7.21 檢查不合格鋁瓶應在原來之規格鋼印上打刻連續之 “X” 記號，並將該鋁瓶移置不合格容器區，待後續統一處理。

8. 附屬品檢查

- 8.1 自鋁瓶上拆卸下之瓶閥，應檢查閥之接口螺紋橫向及縱向是否完整，有無龜裂崩損等不利於使用之情況。如有受損之情形則應該更換瓶閥，更換時應使用同等規格之瓶閥。
- 8.2 鋁瓶上之瓶閥應配合耐壓試驗之實施，同時做氣密試驗與動作檢查，氣密試驗時以工作壓力為測試壓力。
- 8.3 瓶閥氣密試驗發現有洩漏時，應拆解瓶閥更換磨損或有瑕疵之組件。更換組件之瓶閥應重做氣密試驗與動作檢查。
- 8.4 鋁瓶上之瓶閥，如有裝設安全破裂片或易熔金屬者，應一併檢查有無突出變形或腐蝕現象。如有上述情況，則應更換該相同規格之組件或更換整顆瓶閥。
- 8.5 檢查鋁瓶上之瓶閥時，應同時核對該瓶閥之耐壓等級，與接口型式是否與所充填之氣體相符合。
- 8.6 瓶頸如裝有附加物如瓶帽盤座(DISS disk)時，應檢查這些附加物是否牢固，螺紋是否有損壞。

9. 重新組裝

- 9.1 瓶閥再次組裝回鋁瓶之前，應再次確認鋁瓶及瓶閥尺寸、螺紋規格、錐度等均適合。
- 9.2 裝回瓶閥時，一併套上水壓檢查合格識別環

表 3 識別環之顏色與形狀

下次檢查年份	顏色	形狀
2007	白色	圓形
2008	綠色	圓形

2009	黃色	圓形
2010	紫色	圓形
2011	紅色	圓形
2012	藍色	圓形

註：顏色與形狀每 6 年循環一次

- 9.3 瓶閥必須利用手動方式安裝到鋁瓶上，並確認螺紋完成結合。當瓶閥利用手動方式安裝到鋁瓶瓶閥接口位置之後，必須要有至少 3 圈完整的螺紋接合狀態，最多可以到達 5 圈接合狀態。如果瓶閥無法符合規範要求，請重新檢查瓶閥以及位置的螺紋是否出現損壞、異常、公差、以及清潔狀態。無法做適當安裝的鋁瓶或瓶閥，必需要立即報廢。
- 9.4 完成手動上緊之後，瓶閥必須要至少再上緊 2 圈以達到上緊固定狀態。
- 9.5 完成瓶閥安裝步驟之後的螺紋外露數量，不可以超過 2 圈。
- 9.6 完成瓶閥安裝後，檢查瓶閥開閉狀態，將瓶閥維持在關閉狀態。

10. 不合格鋁瓶之處理

- 10.1 鋁瓶所有人或代理人於申請鋁瓶定期再檢查時應簽署授權書，將檢查被判定不合格之鋁瓶委託由鋁瓶檢查機構代為處理。鋁瓶所有人得要求鋁瓶檢查機構出具證明，證明代行處理報廢鋁瓶之數量與報廢鋁瓶之原始鋼號。
- 10.2 水壓不合格之鋁瓶，應切割成兩段或在瓶閥接口位置以金屬鑿毀接口螺牙，以防止被再回收使用。並將鋁瓶殘體集中後交資源回收廠回收。

11. 附屬相關規定

- 11.1 當國際通用之 ISO 相關內容變更致需修訂本作業標準，或本作業標準書容窒礙難行時，得由技術委員會提出修訂後提報理事會議審核。
- 11.2 本暫行作業標準經九十八年三月理監事聯席會議通過，施行二年後再研議是否修訂。

附錄

附錄一

6351-T6 鋁合金材料製造之鋁瓶相關訊息

對於使用 6351-T6 鋁合金所製造的鋁瓶且用於自給式水底呼吸器(SCUBA)，自給式呼吸器(SCBA)，和氧氣之鋁瓶 - 美國 DOT 修正了此鋁瓶的再檢查和使用的標準規範。

在 2006 年 8 月 29 日，美國管線和危險材料安全管理局 (PHMSA, Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration) 發佈有關 **6351-T6** 鋁合金鋁瓶最後規範。

而美國 “壓縮氣體協會” 則建議每一個會員公司去取得一份此最後規範的複本，並詳細閱讀以決定它對你的操作的應用。此規範修正危險材料規範，增列 6351-T6 鋁合金所製造的鋁瓶已知的安全問題。修正內容包括檢查和測試計畫，以便能及早偵測出用 **6351-T6 鋁合金**所製造且用於自給式水底呼吸器 (SCUBA, Self-contained underwater breathing apparatus)，自給式呼吸器 (SCBA, Self-contained breathing apparatus)，和使用於氧氣的鋁瓶在持續負荷下的破裂。此規範在 2006 年 8 月 29 日發佈，並於 2007 年 1 月 1 日起開始生效。

已知以 6351-T6 鋁合金所製造之鋁瓶，在鋁瓶的頸部和肩部可能會產生 “持續負荷破裂” (SLC, sustained load cracking)。當 “持續負荷破裂” 的成因和機制尚未被完全了解時，主要是在鋁瓶之頸部的底部，即鋁瓶內部之最低螺牙處或下方產生破裂。在 PHMSA 的人員根據危險材料規範 (HMR, Hazardous Materials Regulations; 49 CFR 第 171 章-第 180 章部分) 之 § 第 180 章. 209 節 的定期再測試程序對鋁瓶做再測試時，首先注意到此破裂的情況。主要與 SLC 有關的破裂是發生在自給式水底呼吸器 (SCUBA)，自給式呼吸器 (SCBA)，和氧氣鋁瓶上。從 1994 年起，管線和危險材料安全管理局 (PHMSA)，已注意到 13 個以鋁合金 6351-T6 所製造之鋁瓶的 “持續負荷破裂” 破裂。13 個破裂的鋁瓶中有 5 個造成嚴重的損害。來自製造商的數據顯示有數千個鋁瓶具有和不漏的裂痕，這是在定期做詳盡的再檢查時所檢測出來的。以 6351-T6 鋁合金製造鋁瓶的製造商做研究、測試、和分析來決定 “持續負荷破裂” 與鋁瓶破裂的概率之間是否有任何關係。數據顯示鋁瓶在標明的使用壓力下可能會漏但不會破裂。數據亦顯示破裂的概率隨應力的增加而增加。

北美的鋁質鋁瓶製造商在 1990 年之前即不再繼續使用 6351-T6 鋁合金，而以不會產生 “持續負荷破裂” 的 6061-T6 鋁合金來取代。在 1990 年之前，以 6351-T6 鋁合金製造之鋁瓶包括標示 “DOT 3AL” 的鋁瓶；和標示下述特許號碼的鋁質鋁瓶：6498、7042、8107、8364、和 8422。在美國大約 3.7 百萬個

美國鋁瓶是以 6351-T6 鋁合金所製造的，且用於 SCUBA，SCBA，和灌充氧氣。（在台灣則詳細數目不詳。）

在 2002 年 5 月 8 日，DOT 除去以 6351-T6 鋁合金來製造 DOT 規格之鋁瓶的授權，因為用此種鋁合金製造的鋁瓶與其他鋁瓶比較有更大之失效的危險。由 2002 年 10 月 1 日起，以 6351-T6 鋁合金製造的鋁瓶不能用來充填和運輸毒性氣體及禁止充填具有自燃性的氣體。並要以目視檢查以 6351-T6 鋁合金製造之 DOT 規格的鋁瓶，以找出頸部和肩部區域是否有”持續負荷破裂”的跡象。在 2003 年 9 月 10 日，PHMSA 的前身，研究與特別計畫局出版 NPRM (Notice of proposed rulemaking) (68 FR 53314)，提議修改用於以 6351-T6 鋁合金製造之鋁瓶的 HMR 的要求。在 NPRM 內，對於以 6351-T6 鋁合金製造且用於 SCUBA，SCBA，和氧氣的鋁瓶，在做再檢查時需結合目視和渦流檢查(eddy current examination)。定期再檢查包括每 5 年至少一次的一種體積膨脹測試和目視檢查。即 2007 年 1 月 1 日之後鋁瓶的下一期定期再檢查時做渦流檢查。由於做渦流檢查和目視檢查是在找出鋁瓶之頸部和肩部的”持續負荷破裂”，測試報告內合格/不合格的表示即足以表明在檢查期間是否有發現缺陷。“不合格”表示鋁瓶未通過渦流和目視檢查，且必須永久被停止使用。

在美國，到目前為止，以 6351-T6 鋁合金製造且用於二氧化碳，滅火器，和其它工業氣體的 DOT 3AL 鋁瓶尚未有破裂的報告。因此，DOT 所發佈此規範的範圍並未包括所有以 6351-T6 鋁合金製造的鋁瓶，因此渦流目視檢查對於用於二氧化碳，滅火器或其他工業氣體的鋁瓶不適用。同時，以 6351-T6 鋁合金製造的鋁瓶沒有使用限期之限制，只要它們符合在 HMR 裡建立之再檢查測試和檢查的標準即可。

此外，DOT 修改做渦流檢查的人之訓練的要求，要求雇主證明他們已具備公司之專門渦流和目視檢查程序的訓練和測試。這是雇主的責任以保證每一個雇員受到他或她執行此檢查功能的適當訓練。

以上資料內容參考 “CGA Regulatory Alert (RA-33) HM-220F Final Rule Hazardous Materials: Aluminum Cylinders Manufactured of Aluminum Alloy 6351-T6 Used in SCUBA, SCBA, and Oxygen Services - Revised Regualification and Use Criteria” 整理

PS:1. 技委會 960809 通過增列條文 7.18 & 7.19, 理事會 960815 通過該條文之增列。



鋁瓶定期再檢查授權書

立委託書人茲委託中華民國工業氣體協會(以下簡稱協會)授權委託之高壓氣體無縫容器檢查站(_____), 依協會所訂檢查程序及判定基準進行氣瓶之定期再檢查, 檢查後判定不合格之氣瓶, 在通知委託人該瓶號及報廢原因後, 授權檢查站對該瓶做破壞處理。

立委託書人：

日期：

地址：

授權期間：中華民國__年__月__日至中華民國__年__月__日止

(未填註日期者為簽訂日起五年, 但隨時得書面聲明終止授權)