

中華民國國家標準

C N S

**氣體圓筒容器－可再充填複合材料氣體圓筒容器與
管筒容器之設計、構造與測試－第 4 部：150 L 以下
具承受壓力熔接金屬內膽全包覆纖維強化複合材料
氣體圓筒容器**

**Gas cylinders – Refillable composite gas cylinders –
Design, construction and testing – Part 4: Fully
wrapped fibre reinforced composite gas cylinders up
to 150 l with load-sharing welded metallic liners**

CNS 草-制 1140004:2025

中華民國 年 月 日制定公布
Date of Promulgation: - -

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	2
簡介	2
1. 適用範圍	3
2. 引用標準	3
3. 用語及定義	4
4. 符號	6
5. 檢查與試驗	6
6. 材料	6
6.1 內膽材料	6
6.2 複合材料	7
7. 設計與製造	7
7.1 一般	7
7.2 設計申請提交	7
7.3 製造	8
8. 型式認可程序	10
8.1 一般要求事項	10
8.2 原型試驗	10
8.3 新設計	11
8.4 設計變更	12
8.5 型式認可試驗程序與準則	15
9. 批次檢查與試驗	28
9.1 一般	28
9.2 內膽	28
9.3 內膽批次試驗不合格	29
9.4 外包覆材料	29
9.5 複合材料圓筒容器	30
9.6 在型式認可或批次試驗時不合格的圓筒容器	31
10. 圓筒容器標示	31
10.1 一般	31
10.2 附加標示	31
附錄 A (參考)設計認可證書範例	33
附錄 B (參考)試片試驗報告	35
附錄 C (規定)原型、設計變更及製造試驗	37
參考資料	39

前言

本標準係依據 2020 年發行之第 1 版 ISO 11119-4，不變更技術內容，訂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。

依標準法之規定，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有關此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

簡介

本標準旨在提供全國乃至全球廣泛使用的一種圓筒容器之設計、製造、檢查以及試驗規範，其目的在針對國際接受性與普遍使用性方面在設計與經濟效應上取得平衡。

本標準以消除有關氣候、重複檢查與現存之各項限制的憂心關切為目標，這乃是起因於缺乏放眼國際的標準，故本標準顯示的適當性與實用性不得被限制在任一國家或地區。

本標準闡述壓力容器之設計、製造、檢查以及試驗的一般要求事項，內容參照聯合國的 Recommendation on the transport of dangerous goods：Model regulations

1. 適用範圍

本標準適用於具有承受壓力熔接內膽、水容積在 0.5 L 與 150 L 之間、最大試驗壓力為 450 bar，供儲存及運送壓縮或液化氣體用之複合材料氣體圓筒容器。

備考: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$

該圓筒容器是由一種熔接不鏽鋼內膽，或熔接肥粒鋼內膽，或熔接鋁合金內膽外包覆以加在黏造基材中之碳纖維，或醃胺纖維或玻璃纖維(或前述之混合物)以提供縱向與周向強化而構成之容器。

本標準中的圓筒容器係型式 3、全外包覆圓筒容器，具有承受壓力金屬內膽，且在圓柱筒身部分及圓頂端均有複合材料強化。

圓筒容器依本標準製造，具有 15 年的最小設計年限。若圓筒容器具有可高達 60 bar 之試驗壓力，則無設計使用年限的限制。

本標準不包括可移除之保護套筒的設計、裝接及性能規定。

本標準不適用於具無縫內膽之圓筒容器。無縫內膽適用本標準系列之第 2 部。

備考：ISO 11623 涵蓋複合材料圓筒容器的定期檢查及在試驗。

2. 引用標準

下列標準因由本標準所引用，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)：

ISO 3341	Textile glass – Yarns – Determination of breaking force and breaking elongation
ISO 4706:2008	Gas cylinders – Refillable welded steel cylinders – Test pressure 60 bar and below
ISO 5817:2014	Welding – fusion -welded joints in steel, titanium and their alloys (beam welding excluded) – Quality levels for imperfections
ISO 6506-1	Metallic materials – Brinell hardness test – Part 1: Test method
ISO 6508-1	Metallic materials – Rockwell hardness test – Part 1: Test method
ISO 8521	Plastics piping systems – Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes – Test methods for the determination of the apparent initial circumferential tensile strength
ISO 10042:2005	Welding – Arc-welded joints in aluminium and its alloy – Quality levels for imperfections
ISO 10618	Carbon fibre – Determination of tensile properties of resin-impregnated yarn
ISO 11114-1	Gas cylinders – Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents – Part 1: Metallic materials
ISO 13341	Gas cylinders – Fitting of valves to gas cylinders
ISO 13769	Gas cylinders – Stamp marking

ISO 13919-1:1996	Welding – Electron and laser-beam welded joints – Guidance on quality levels for imperfections – part 1: steel
ISO 13919-2:2001	Welding – Electron and laser-beam welded joints – Guidance on quality levels for imperfections – part 2: Aluminium and its weldable alloys
ISO 14130	Fibre-reinforced plastic composites – Determination of apparent interlaminar shear strength by short-beam method
ISO 18172-2:2007	Gas cylinders – Refillable welded stainless steel cylinders – part 2: Test pressure greater than 6 MPa
ISO 20703:2006	Gas cylinders – Refillable welded aluminium-alloy cylinders – Design, construction and testing
ASTM D2290-12	Standard test methods for apparent hoop tensile strength of plastic or reinforced plastic pipe
ASTM D2291-09	Standard practice for fabrication of ring test specimens for glass-resin composites
ASTM D2343-09	Standard test methods for tensile properties of glass fiber strands, yarn, and rovings used in reinforced plastics
ASTM D2344/D2344M-13	Standard test methods for short-beam strength of polymer matrix composite materials and their laminates
ASTM D4018-11	Standard test methods for properties of continuous filament carbon and graphite fiber tows
EN 14638-3:2010	Transportable gas cylinders. Refillable welded receptacles of a capacity not exceeding 150 litres. Weld carbon steel cylinders made to a design justified by experimental methods

3. 用語及定義

下列用語及定義適用於本標準。

3.1 纖維(aramid fibre)

撚成束狀的連續單絲。

3.2 自緊(autofrettage)

壓力施加過程會拉張金屬內膽超過其降伏點而足夠造成永久塑性變形，以致在內膽有壓縮應力，因而在內部表壓為零時，纖維尚有拉伸應力。

3.3 內膽批次(batch of liners)

有相同的標稱直徑、長度、厚度、熔接程序與設計，從相同的材料鑄造及熱處理(如可行)至相同溫度與時間條件，生產數量在 200 個以下，加上破壞試驗所需之單元件，而連續製造的內膽成品，。

3.4 圓筒容器成品批次(batch of finished cylinders)

有相同的標稱直徑、長度、厚度與設計，以相同製程連續製造，生產數量在 200 個以下，加上破壞試驗所需之圓筒容器成品，。

3.5 爆裂壓力(burst pressure)

在爆裂試驗過程中到達的圓筒容器最高壓力， p_b ，或內膽最高壓力， p_{bl} 。

3.6 內膽可耐壓力計算值(calculated liner proof pressure)

導自相關內膽設計標準的設計壓力。

3.7 複合材料外包覆(composite overwrap)

纖維與黏造基材之組合。

3.8 指定氣體專用(dedicated gas service)

僅供指定之氣體或氣體類使用的圓筒容器。

3.9 同等纖維(equivalent fibre)

由相同的原料、用相同的製程、並有相同之物理結構與相同之標稱物理性質，且平均抗拉強度及模量在經認可的圓筒容器中纖維性質的 $\pm 5\%$ 範圍內的纖維。

3.10 同等內膽(equivalent liner)

由相同的原料、用相同的製程、並與經認可之圓筒容器設計有相同之物理結構與相同之標稱物理性質之內膽。

3.11 外部塗漆(exterior coating)

用於管筒容器(3.24)之材料層，作為保護或裝飾之用。

備考：該塗層得為透明或不透明。

3.12 內膽(liner)

複合材料圓筒容器之內部部分，包括一金屬容器，其目的是容裝氣體及將該氣體壓力轉傳至纖維上。

3.13 承受壓力內膽(load-sharing liner)

具有爆裂壓力在該複合材料圓筒容器成品標稱爆裂壓力 5% 以上之內膽。

3.14 熱塑性材料(thermoplastic material)

可以重覆性的被增加之溫度軟化與降低溫度硬化之塑膠。

3.15 熱固性材料(thermosetting material)

可經由加熱或化學方式硬化處理，永久硬化成實質上不融化與不溶解之產品的塑膠。

3.16 工作壓力(working pressure)

在 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之參考溫度下，充滿氣體之容器中壓縮氣體的穩壓。

3.17 標稱外徑(nominal outside diameter)

由製造商規定，作為型式認可之用，包括許可差在內的圓筒容器直徑。

例如：許可差得為 $\pm 1\%$ 。

3.18 型式 3 圓筒容器(Type 3 cylinder)

全包覆圓筒容器，具有承受壓力內膽，在圓柱體部分及端板圓頂均作複合材料強

化。

3.19 試驗壓力(test pressure)

P_h ，在複合材料圓筒容器壓力試驗時所需施加之壓力。

4. 符號

符號及其稱呼

符號	稱呼	單位
p_b	圓筒容器成品爆裂壓力	bar
p_h	試驗壓力	bar
p_{max}	在 65℃ 時的最大生成壓力	bar
p_w	工作壓力	bar
P_{bl}	內膽爆裂壓力	bar
P_l	內膽完整性試驗之內膽可耐壓力計算值	bar
N	加壓至工作壓力的循環數	units
N_d	加壓至最大生成壓力的循環數	units
Y	設計使用年限之年數	units
B	熔接強化寬度	mm
h	缺陷高度或寬度	mm
t	壁厚或板厚(標稱尺寸)	mm

5. 檢查與試驗

應依使用國之適用法規實施符合性評估。

為確保圓筒容器符合本標準，應由經授權的檢查機構(以下稱“檢查者”)依本標準第 6 節、第 7 節、第 8 節及第 9 節實施檢查及試驗。

在製造過程中用於量測、試驗及查驗的設備，應妥為保養維護及校正，使之在歸檔文書記載的品管系統範圍內。

6. 材料

6.1 內膽材料

6.1.1 茲將內膽要求事項列於表 1。

內膽型式	內膽材料	內膽熱處理	適用標準	適用標準箱關節次
熔接鋼內膽	碳鋼	有	ISO 4706:2008	5, 6, 3, 8, 9
		無	EN 14638-3:2010	4, 5, 4, 6, 8
	不鏽鋼	如標準之規定	ISO 18172-2:2007	4, 5, 6, 6, 8
熔接鋁合金內膽	鋁合金	如標準之規定	ISO 20703:2006	4, 5, 4, 6, 7

設計要求事項不包括在內是因為這些是由製造商規定以供複合材料圓筒容器設計之用(參照 7.2.4)。

6.1.2 複合材料圓筒容器製造者應驗證每一新批次之材料具有正確之性質及符合要求的品質，且應保存紀錄，使用於每一圓筒容器製造之材料鑄造及熱處理批次(如適用)可被識別。

6.1.3 依 ISO 11114-1 之規定，內膽應以適合所充填氣體之金屬或合金製造。

6.1.4 如設有頸環，則其材料應與圓筒容器相容，且應以適合內膽材料之方法確實裝緊。

6.2 複合材料

6.2.1 外包覆單絲材料應為碳纖維、醃胺纖維、玻璃纖維或任何渠等之混合物。

6.2.2 黏造基材應為一種聚合物，適合該產品用途、環境與預期使用期限。

6.2.3 單絲材料、黏造基材系統組成材料，應隨材料附有該複合材料圓筒容器文件資料，使之能完全辨識用於製造每一圓筒容器的材料批次。

6.2.4 複合材料圓筒容器製造者應驗證每一新批次之材料具有正確之性質及符合要求的品質，且應保存紀錄，使用於每一圓筒容器製造之材料鑄造及熱處理批次可被識別。材料製造商發給的合格證明認為可接受供驗證之用。

6.2.5 材料批次應予辨識並建檔。

7. 設計與製造

7.1 一般

7.1.1 具有承受壓力熔接內膽之型式 3 全包覆複合材料氣體圓筒容器應包括：

- (a) 一內部金屬內膽，承擔部分縱向壓力荷重與周向壓力荷重，若圓筒容器試驗壓力超過 60 bar，則該內膽分擔的最大容許荷重應為 30 %，其結果就是最大內膽爆裂壓力是圓筒容器成品最小爆裂壓力的 30 %；
- (b) 為由在黏造基材的各層連續纖維形成的複合材料外包覆；
- (c) 一種選配附加之外部保護系統；

在內膽與強化纖維之間無有害反應或相互作用(例如：環氧樹脂塗層與環氧樹脂黏造基材)，其方式是在包覆製程前，對內膽施加一種適當的保護塗層。

圓筒容器應設計為僅在沿著中心軸有 1 個或 2 個開口。螺紋應使之延伸完全穿過頸部或有足夠的螺紋數便於閥之完全嚙合。構造及工藝要求事項應依列於表 1 之標準。若圓筒容器包括永久性裝設的裝配件(例如：頸環)，則應將之視為該圓筒容器整體的一部分，及合格設計的一部分。

備考：合格證書之格式範例為如附錄 A 與附錄 B 所示。

7.1.2 試驗壓力小於 60 bar 的圓筒容器應無使用年限之限制。

7.2 設計申請提交

7.2.1 提交每一新圓筒容器的設計，應包括詳細圖說、該設計附件，包括製造及檢查的特別事項詳如 7.2.2、7.2.3 及 7.2.4 之規定。

7.2.2 有關內膽之文件應包括(但不限於)下列項目：

- (a) 材料，包括化學分析界限範圍；
- (b) 尺度、最小厚度、直度及偏圓度，附許可差；
- (c) 製程及規定；
- (d) 焊接形狀情況，包括製程、尺度與許可差，及如同在 7.3.1(a)中規定的過量的焊接金屬最大範圍；
- (e) 熱處理、溫度、持續時間及許可差；
- (f) 檢查程序(增加至依列於表 1 所參照之內膽標準的規定)；
- (g) 材料性質，包括最小機械特性及硬度範圍，如適用；
- (h) 內膽完整性試驗用之內膽計算耐壓力， P_1 (依 8.5.4)；
- (i) 最小設計爆裂壓力；
- (j) 閥螺紋尺度細節及其他永久性特徵；

7.2.3 有關複合材料外包覆之文件應包括(但不限於) 下列項目：

- (a) 纖維材料、規定及機械性質要求事項；
- (b) 最小複合材料厚度；
- (c) 熱固性黏造基材— 規格(包括樹脂；硬化劑及促進劑)，以及樹脂浴溫度，如適用；
- (d) 熱塑性黏造基材— 主要構成材料、規格及製程溫度；
- (e) 外包覆構造，包括股數、層數、疊層方向及在纏繞時纖維之拉伸力；此拉力可以是製程拉力以協助捲繞過程，或是更高的預拉伸力以促成在圓筒容器成品最終應力的改變；
- (f) 硬化處理、溫度、持續時間以及許可差，如適用。

7.2.4 有關複合材料圓筒容器之文件應包括(但不限於)下列項目：

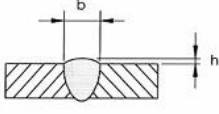
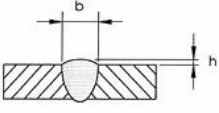
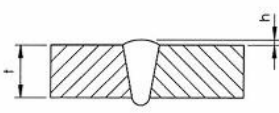
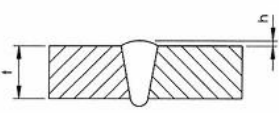
- (a) 在周圍狀態條件下之標稱水容量(L)；
- (b) 尺度，含許可差；
- (c) 若目的供專用氣體使用，預期內容物成分；
- (d) 試驗壓力， p_h ；
- (e) 工作壓力， p_w (如可行)，應不超過， $2/3 \times p_h$ ；
- (f) 對於特定專用氣體，在 65 °C 時之最大生成壓力 p_{max} ；
- (g) 最低設計爆裂壓力；
- (h) 設計使用年限；
- (i) 自緊壓力及大約的持續時間，如可行；
- (j) 複合材料圓筒容器之標稱質量，含許可差；
- (k) 永久裝接並形成合格設計之一部分的構件細節(頸環、保護靴套等)；
- (l) 供特別應用之附加試驗要求事項。

7.3 製造

7.3.1 內膽應依製造商之設計製造(參照 7.2.2)，以及依相關之內膽要求事項(如 6.1.1 中所列)的國際標準製造。

(a) 焊接形狀情況，應不超過尺度與許可差，及如同在表 2 中規定之過量熔接金屬的最大範圍。

表 2 過量熔接金屬範圍

標準	圖形	品質水準之缺陷範圍
ISO 5817:2014，表 1 NO.1.9 用於鋼、鎳、鈦 及渠等合金之熔接接頭		$h \leq 1 \text{ mm} + 0.1 b$ ，但最大 5 mm。
ISO 10042:2005，表 1 NO. 1.11，用於鋁及其 合金電弧熔接接頭		$h \leq 1.5 \text{ mm} + 0.1 b$ ，但最大 6 mm。
ISO 13919-1:1996，表 2 NO. 11，用於鋼中之電子 及雷射束接頭。		$h \leq 0.2 \text{ mm} + 0.15 t$ ，或 5 mm，二者中較小者。
ISO 13919-2:2001，表 2 NO.12，用於鋁及其可熔 接合金中之電子及雷射束 接頭。		$h \leq 0.2 \text{ mm} + 0.15 t$ ，最大 5 mm。

(b) 熔接接頭應符合 ISO 5817 品質水準 B(用於鋼、鎳、鈦及渠等之合金)，或 ISO 10042 (用於鋁及其合金)品質水準 B，或 ISO 13919-1 (用於鋼) 品質水準 C，或 ISO 13919-2 品質水準 C(用於鋁及其合金)。

7.3.2 複合材料圓筒容器應由一承受壓力內膽加工製造，以形成黏造基材之連續纖維層作全包覆，在經控制的拉伸力下包覆至形成設計之複合材料厚度，如 7.2.3 之規定。

在外包覆尚未硬化前，可將內膽(包覆)剝除並重新捲繞。如在剝除過程中內膽已遭損傷或刮傷，則該內膽應不得再作外包覆。

7.3.3 當完成包覆後，該複合材料應以規定於 7.2.3 文件中之控制溫度曲線使之硬化(如適當)。該硬化過程應不會對內膽材料之機械性質造成有害之影響。

- 7.3.4** 若對圓筒容器施加自緊操作，則該自緊壓力及持續時間應如在 7.2.4 中的規定。
製造者應明列以適當量測技術而得的自緊效果。供圓筒容器實施自緊之內膽應已作熱處理。
- 7.3.5** 若在卷繞過程中對圓筒容器施以預應力或纖維拉伸力，以有效改變在圓筒容器成品中的最終應力，則該拉力水準應如 7.2.3 及 7.2.4 文件中之規定，且應加以監測或記錄。

8. 型式認可程序

8.1 一般要求事項

每一新圓筒容器設計應由製造者向檢查者提出申請。應在檢查者的監督下，對每一新圓筒容器設計或設計變更，實施詳列於 8.2 之型式認可試驗。

附錄 C 規定需實施的原型試驗及規定試驗頻率。

8.2 原型試驗

- 8.2.1** 至少應準備 30 個新設計之圓筒容器以供原型試驗之用。於成功完成所有原型試驗之後，取自原型合格批次之剩餘未經試驗的圓筒容器可供實際使用。
- 8.2.2** 若供特殊用途之用，所需圓筒容器總數少於 30 個時，除製造之數量外，還應加製以供完成原型試驗之需。在此種情形時，認可之有效性應僅以此批次為限。對於有限之設計改變(設計變更)，依表 3 之規定，應抽取經減數之圓筒容器。
- 8.2.3** 該批次之內膽在作包覆之前，應確認符合設計要求事項，且應依據 9.2 加以檢查及試驗。
- 8.2.4** 該複合材料，在圓筒容器被包覆之前，應確認符合設計要求事項，且應依據 9.4 加以試驗。
- 8.2.5** 驗證材料及設計符合第 6 節及第 7 節之要求事項，且需要供破壞試驗的圓筒容器應隨機抽選。為符合規定於送交之設計申請的藍圖及參數，應對所有內膽抽選作為破壞試驗的圓筒容器作尺度查驗。

本試驗包括下列項目：

- (a) 依 8.5.1 之耐液壓或氣壓試驗，或依 8.5.2 之液壓容積膨脹試驗；
- (b) 依 8.5.3 之內膽爆裂試驗；
- (c) 依 8.5.4 之內膽完整性試驗
- (d) 依 8.5.5 之圓筒容器爆裂試驗；
- (e) 依 8.5.6 之周圍溫度循環試驗；
- (f) 依 8.5.7 之環境循環試驗；
- (g) 依 8.5.8 之缺陷試驗；
- (h) 依 8.5.9 之掉落試驗；
- (i) 依 8.5.10 之高速撞擊(槍擊)試驗。
- (j) 依 8.5.13 之扭力試驗。
- (k) 依 8.5.15 之洩漏試驗；

(l) 依 8.5.16 之複合材料機械性質試驗。

8.2.6 依圓筒容器之設計與其使用目的，得選用下列試驗：

- (a) 依 8.5.11 之耐火試驗；
- (b) 依 8.5.12 之鹽水浸漬試驗；
- (c) 依 8.5.14 之環境促進之應力破裂試驗；

8.2.7 對於規定於 8.4 的設計變更認可，其僅需在檢查者監督下實施表 1 所述的各項試驗。如圓筒容器係以減少系列試驗項目方式取得認證，則不得作為第二次設計變更認可減少一組試驗的依據(亦即不允許由某一認可設計作多次改變)，縱然個別試驗結果得加以應用亦然(參照 8.4.2)。

8.2.8 試驗可以合併，如一個圓筒容器可供一種以上之試驗使用。例如：在落下試驗(8.5.9)中的圓筒容器可供作為規定於 8.5.5 的爆裂試驗使用。

8.2.9 若原型試驗的結果符合要求，則該檢查者應發給型式認可證書。

備考：典型的範例列於附錄 A。

8.2.10 在試驗完成後，該圓筒容器應予以銷毀或使其無法供使用。

8.3 新設計

8.3.1 一種新複合材料圓筒容器需要全部型式認可試驗。與現存之經認可的設計相較，如製造方法改變或圓筒容器設計有明顯改變，例如：

- (a) 其係在不同之工廠製造。但如係工廠遷至他處，且若所有設備及製程保留與原設計認可相同時，無需新圓筒容器設計認可。此狀態需檢查者驗證。
- (b) 其製造所採之製程明顯與用於設計型式認可製程有明顯之不同。所謂明顯的改變係有關一種在內膽及/或圓筒容器成品的性能已經有高達可以量測得到的改變。檢查者應判定製程、設計或製造之改變是否與原有之合格設計有顯著不同。
- (c) 與合格之設計相較，該標稱外徑已有超過 50 % 的改變。圓筒容器係以一種新纖維型式製造。一種相同規格分類與機械性質之纖維但有不同之內襯密度(每單位長度之質量)不同，應不得認為是新纖維型式。纖維若有下列情形，則應被認為是一種新纖維型式：
 - (1) 屬不同型式之纖維(例如：玻璃、醃胺或碳)；
 - (2) 由不同之前驅體(precursor) [例如：聚丙烯腈(PAN)或練碳瀝青]製成的纖維。
 - (3) 與在原來設計中之纖維非屬同等纖維[參照 8.4.1 i)]
- (d) 黏造基材材料(亦即樹脂、硬化劑、促進劑)不同，且與原來之設計非屬化學同等性(例如：將環氧樹脂改成聚酯纖維)。
- (e) 與合格之設計相較，試驗壓力增加超過 60 %。

8.3.2 與現存經設計認可者相較，若內膽製造或設計方法已經改變至一個明顯的程度，則圓筒容器應也被認為是一種新設計，例如：

- (a) 係在不同的工廠製造。工廠遷至他處，若所有設備及製程仍保留與原設計認可相同時，無需新圓筒容器設計認可。此狀態需檢查者驗證。
- (b) 以與用於原型式試驗不同之成分或組成範圍不同之材料製造者。
- (c) 材料性質在原設計範圍之外。
- (d) 使用不同熔接技術，例如：結構配置。

8.4 設計變更

8.4.1 若圓筒容器類似於一種經認可的設計，則需一種列於表 3 的簡要型式認可試驗方案。如果圓筒容器的改變在下述的範圍內，則應認定是一種設計變更。

- (a) 圓筒容器之標稱長度的改變超過 5 %。
- (b) 標稱外徑的改變在 50 % 以下。
- (c) 自緊壓力的改變超過 5 % 或 10 bar 二者中較低者。
- (d) 預應力參數的改變超過 5 %。
- (e) 設計試驗壓力的改變會高達 60 %。如果圓筒容器係準備用於且標示比設計認可所列定還低之試驗壓力，則其絕非一種新設計或設計變更。
- (f) 內膽之基本形狀及/或基本厚度相對於該圓筒容器直徑及最小壁厚的改變超出所提交之申請的許可差。
- (g) 內膽的最小壁厚已經改變超過 5 %。
- (h) 複合材料厚度或捲繞類型的改變已非屬容納直徑及或/長度之改變所需。
- (i) 黏造基材材料(亦即：樹脂、硬化劑及促進劑)與原有設計具同等性。
- (j) 如使用一種同等外包覆材料，則：
 - (1) 同等纖維係由相同的原料、用相同的製程、並有相同之物理結構與相同之標稱物理性質，且平均抗拉強度及模量在經認可的圓筒容器中纖維性質的 $\pm 5\%$ 範圍內的纖維。
備考：由相同前軀體製造之碳纖維得為同等。醃胺纖維、碳纖維與玻璃纖維非為同等。
 - (2) 如一種新同等纖維已成功通過現行設計的原型試驗，則所有製造商的現存原型試驗設計被認定是以此種新纖維所作之原型試驗，無需任何額外的原型試驗。
- (k) 如使用一種同等內膽，則：
 - (1) 同等內膽應以相同之焊接程序而得到相同之熔接結構配置(相同材料及參數)。
 - (2) 同等內膽材料應施以規定於 9.2.3 之材料試驗與規定於 8.5.3 的內膽爆裂試驗，且均需符合規定於 7.2.2 的要求事項；
 - (3) 如有一種新同等內膽已被施以原型試驗供現存設計之用，則所有該製造商的現存原型試驗設計均認定為係用該新內膽作過原型試驗，無需任何額外的原型試驗。

(1) 如該圓筒容器之入口螺紋已被改變。

如圓筒容器之設計與經認可的設計相較僅有螺紋不同，僅應實施依 8.5.13 規定的扭力試驗。

- 8.4.2 以減少系列試驗之方式得到認可的圓筒容器(一種“設計變更”)，應不得被用來作為第二次設計變更認可的依據。
- 8.4.3 若設計變更包括超過一個的參數改變，則所有需依此等參數改變的試驗應僅能實施一次。
- 8.4.4 檢查者應決定未在表 3 規定的簡化試驗水準，但完整之認可設計應總是被用作為新設計變更之參照規範(亦即新設計變更應不得僅參照先前的設計變更而予以認可)。

表 3 型式認可試驗

試驗號碼	試驗	新設計	標稱長度		標稱直徑		同等 內膽	內膽厚 度改變	試驗壓力		複合材料厚 度或內膽基 本型態	同等 纖維	同等 黏造 基材	自緊或 預拉力
			>5 % 及 ≤50 %	>50 %	≤20 %	>20 % 及 ≤50 %			≤20 %	>20 % 及 ≤60 %				
9.2	內膽材料試驗	×					×	×						
9.4	複合材料試驗	×										×	×	
8.5.1/8.5.2	液壓	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×
8.5.3	內膽爆裂	×		×	×	×	×	×		×				
8.5.4	內膽完整性試驗	×		×	×	×	×	×		×				
8.5.5	液壓爆裂	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8.5.6	周圍循環	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8.5.7	環境循環	×											×	
8.5.8	缺陷	×				×								
8.5.9	掉落	×		×		×		× ^(b)		×		×		
8.5.10	高速撞擊	×				× ^(c)		× ^(b)		×				
8.5.11	耐火	×		×		×		× ^(b)		×				
8.5.12	鹽水	×											×	
8.5.13	扭力試驗	×												
8.5.14	應力破裂試驗	×				× ^(d)				× ^(d)	× ^(d)			× ^(c)
8.5.15	洩漏試驗	×				×				×	×	×	×	×
8.5.16	複合材料機械 性質試驗\	×										×	×	
註 ^(a) 是圓筒容器之設計及使用目的而定之附加試驗。 註 ^(b) 內膽厚度減少時應實施本試驗。 註 ^(c) 直徑減少時應實施本試驗。 註 ^(d) 設計變更之爆裂壓力相對於試驗壓力之比與經認可之設計同一比值的設計變更超過 20%時應實施本試驗。 註 ^(e) 自緊壓力之增加超過 15%時應實施本試驗。 註 ^(f) 當圓筒容器設計相較於經認可之設計只有螺紋不同時，只應實施依 8.5.13 之扭力試驗。														

8.5 型式認可試驗程序與準則

8.5.1 耐壓試驗

8.5.1.1 程序

當實施壓力試驗時，應使用適當之流體作為試驗介質(例如：通常是水)。本試驗需要在圓筒容器中的壓力作緩慢且有規則的增加直至達到該試驗壓力， p_h 。在圓筒容器與壓力源隔開下應維持該圓筒容器試驗壓力至少 30 s。在此時間過程中，所記錄之壓力應無減少或有任何洩漏跡象。在試驗過程中應採取適當之安全預防措施。

如在管路或裝接件處發生洩漏時，於修復該等洩漏後應對圓筒容器實施重新試驗。

若對圓筒容器施以自緊，則在自緊程序之後立即實施耐液壓試驗。

在試驗壓力下，界限偏差應為試驗壓力($p_h + 3/-0\%$)或($p_h+10/-0\text{ bar}$)二者中較低之值者。

應使用具適當準確度與刻度之壓力表。

在試驗之後應立即使圓筒容器所有內表面乾燥(確保無自由之水)。

作為替代方式，得使用氣壓試驗，但要採行適當之措施以確保安全操作，且要容納任何可能釋出之能量，這是比液壓試驗還要更加重視之事。

8.5.1.2 準則

若圓筒容器有洩漏、無法維持壓力或在圓筒容器壓力洩放後有可見的永久變形，則應判定為不合格。

備考：樹脂的裂痕不必當作永久變形的跡象。

8.5.2 液壓容積膨脹試驗

8.5.2.1 程序

當實施該壓力試驗時，應使用適當之流體(通常是水)作為試驗介質。本試驗需要在圓筒容器中的壓力作緩慢且有規則的增加直至達到該試驗壓力， p_h 。在圓筒容器與壓力源隔開下應維持該圓筒容器試驗壓力至少 30 s。在此時間過程中，所記錄之壓力應無減少或有任何洩漏跡象。在試驗過程中應採取適當之安全預防措施。

如在管路或裝接件處發生洩漏時，於修復該等洩漏後應對圓筒容器實施重新試驗。

每一圓筒容器在試驗壓力， p_h ，下的全容積膨脹與該圓筒容器於壓力釋放後之永久容積膨脹應加以記錄。然後還應建立每一圓筒容器在試驗壓力下的彈性膨脹(亦即全膨脹少於永久膨脹)。

若對圓筒容器施以自緊，則在自緊程序之後立即實施耐液壓試驗。

在試驗壓力下，界限偏差應為($p_h + 3/-0\%$)或 ($p_h+10/-0\text{ bar}$)二者中較低之值者。

在試驗之後應立即使圓筒容器所有內表面乾燥(確保無自由之水)。

8.5.2.2 準則

如有下列情形應將該圓筒容器判定為不合格：

- (a) 有洩漏或無法維持壓力；或
- (b) 有永久膨脹(亦即在壓力被釋放後的容積膨脹)超過全膨脹的 5 %。

8.5.3 內膽爆裂試驗

8.5.3.1 程序

應將一個內膽以不超過 5 bar/s 之速率加壓作液壓試驗直至被加壓破壞。該試驗應在周圍狀態條件下實施。

應監測並記錄之參數如下：

- (a) 爆裂壓力；
- (b) 破片數目；
- (c) 不合格之說明；
- (d) 壓力－時間曲線或壓力－容積曲線。

8.5.3.2 準則

最低爆裂壓力， p_{bl} ，應不低於規定於送交之設計申請書(7.2.2)中規定的最低爆裂壓力。若圓筒容器試驗壓力高於 60 bar，則膽爆裂壓力應不超過圓筒容器成品最低爆裂壓力的 30 %。失效破裂應部得最先發生在熔接處，且內膽應保持在單片狀態。

8.5.4 內膽完整性試驗

8.5.4.1 一般

內膽在捲繞至計算耐壓之前應先實施氣壓試驗。

計算的內膽可耐壓力應由製造商規定，作為設計申請送交之一部分(參照 7.2.2)。

應查驗之參數如下所列：

- (a) 在計算的內膽可耐壓力下之洩漏緊密度；
- (b) 內膽至計算的內膽可耐壓力無發生永久變形的能力

8.5.4.2 程序

內膽中的壓力應作緩慢且有規則的增加直至達到該內膽可耐壓力。壓力應維持夠長時間已決定其洩漏緊密度。

警告：應採取適當措施以確保安全操作及容納任何可能釋放之能量。需被告知的是氣壓試驗需要比液壓試驗更加小心注意，無論容器之尺寸如何，在氣壓下實施本試驗中發生任何錯誤將極易導致破裂。因此，這些試驗只有在確認安全措施滿足安全要求事項之後才可實施。

經加壓之內膽應進沒入水中以便觀察其洩漏情形。也得使用其結果有相同準確性之替代方法。

如果洩漏發生在管路或裝配件處，則在將此等洩漏修復後作內膽之再試驗。
應監測計算的內膽可耐壓力。

8.5.4.3 準則

- (a) 在本試驗前後均無可視之永久變形。
- (b) 無發生可視之洩漏。

8.5.5 圓筒容器爆裂試驗

8.5.4.1 程序

應將 3 個圓筒容器以不超過 10 bar/s 之速率加壓作液壓試驗直至被加壓破壞。
該試驗應在周圍狀態條件下實施。在開始試驗之前，應確保系統內無空氣滯留。

應監測並記錄之參數如下：

- (a) 爆裂壓力；
- (b) 不合格之說明；
- (c) 壓力-時間曲線或壓力-容積曲線。

8.5.4.2 準則

- (a) 爆裂壓力應超過圓筒容器製造商所規定之最低設計爆裂壓力(參照 7.2.4)。
- (b) 若係碳纖維強化之圓筒容器，則爆裂壓力， p_b ，應不低於 $2.0 \times p_h$ 。
- (c) 若係醃胺纖維強化之圓筒容器，則爆裂壓力， p_b ，應不低於 $2.1 \times p_h$ 。
- (d) 若係玻璃纖維強化之圓筒容器，則爆裂壓力， p_b ，應不低於 $2.4 \times p_h$ 。

8.5.6 周圍狀態循環試驗

若對過量熔接金屬有最大規定限制範圍之圓筒容器，應在原型試驗中用於周圍狀態循環試驗。在完成最小所需之循環試驗後，立即依 8.5.15 實施洩漏試驗。

8.5.6.1 如係試驗壓力在 60 bar 以上之圓筒容器

8.5.6.1.1 一般

若容器目的僅供一種以上特定氣體使用，該設計得稱為供專屬氣體使用。允許充填於該圓筒容器中的氣體應在圓筒容器標籤上可被清楚辨識(參照 10.2)。

8.5.6.1.2 程序

應對 2 個圓筒容器施以液壓循環試驗，如係供未指定之氣體用者，至試驗壓力， p_h ；如係供指定專用氣體使用者，至有最高升成壓力之氣體在 65 °C 時的最高升成壓力， p_{max} 。

實施試驗應使用一種非腐蝕性的液體，在周圍狀態條件下，以一種上循環壓力對圓筒容器施以連續反復試驗，該壓力等於液壓試驗壓力， p_h ，或在 65 °C 時之最大生成壓力，如適當。

下循環壓力之值應不超過上循環壓力的 10%，但應有 30 bar 的絕對最大值。
壓力反復的頻率應不超過 0.25 Hz (每分鐘 15 循環)。在試驗過程中，在圓筒

容器外表面的溫度應不超過 50 °C。

應監測並記錄之參數如下：

- (a) 最大過量熔接材料(在內膽作包覆前量測)；
- (b) 圓筒容器之溫度；
- (c) 達到上循環壓力之循環數；
- (d) 最低與最高循環壓力；
- (e) 循環頻率；
- (f) 所使用之試驗介質；
- (g) 失敗模式，若適當。

8.5.6.1.3 準則

2 圓筒容器均能承受 N 加壓循環至試驗壓力， p_h ，或 Nd 加壓循環至最高升成壓力， p_{max} ，而不會因爆裂或洩漏而失效，此時：

$$N = y \times 250$$

$$Nd = y \times 500$$

y = 設計使用年限之年數

y 應為一整數，不少於 15 年。

試驗應繼續下一輪 N 或 Nd 循環，或直到圓筒容器因洩漏而不合格，以先發生者為準。無論是那一種情形，圓筒容器均已通過該試驗。然而，若在此第二部分之試驗中，是因為爆裂而失敗，則該圓筒容器應已無法通過該試驗(參照表 4)。

表 4 周圍狀態循環試驗準則

	第一部分	第二部分
循環數目	0 至 N	N 至 2N 但 2N 在 12,000 以下
	0 至 Nd	Nd 至 2 Nd 但 2 Nd 在 24,000 以下
準則	無洩漏/爆裂=合格	
	無洩漏或爆裂	洩漏=合格
	通過第一部分	爆裂=不合格

若圓筒容器係設計為通過 12,000 次液壓循環至試驗壓力或 24,000 次循環至最高升成壓力，並在試驗中到達此一水準，則就應無需限制圓筒容器的使用年限。

若以圓筒容器供原型試驗之用，應在完成最小所需之循環後，立即依 8.5.15 實施洩漏試驗。

8.5.6.2 如係試驗壓力未滿 60 bar 之圓筒容器。

8.5.6.2.1 程序

應對 2 個圓筒容器施以液壓循環試驗至試驗壓力。

應使用一種非腐蝕性的液體在周圍狀態條件下實施試驗，以一種上循環壓力等於液壓試驗壓力， p_h ，對圓筒容器施以連續反復試驗。

下循環壓力之值應不超過上循環壓力的 10 %。壓力反復的頻率應不超過 0.25 Hz (每分鐘 15 循環)。在試驗過程中，圓筒容器外表面的溫度應不超過 50 °C。

應監測並記錄之參數如下：

- (a) 最大過量熔接材料(在內膽作包覆前量測)；
- (b) 圓筒容器之溫度；
- (c) 達到上循環壓力之循環數；
- (d) 最低與最高循環壓力；
- (e) 循環頻率；
- (f) 所使用之試驗介質；
- (g) 失敗模式，若適當。

8.5.5.2.2 準則

2 圓筒容器均能承受 12,000 加壓循環至試驗壓力， p_h 。若圓筒容器係設計為通過 12,000 次液壓循環至試驗壓力，並在試驗中到達此一水準，則就應無需限制圓筒容器的使用年限。

8.5.7 環境循環試驗

8.5.7.1 一般

在環境艙中實施本試驗。用一個圓筒容器，試驗時應無塗漆或可移除之保護塗層及/或外封裝。

8.5.7.2 程序

將被試驗之圓筒容器應在周圍狀態大氣壓下以合適之介質(例如：一種非腐蝕性液體)充填，使之由環境溫度使用至試驗極端溫度時其性質不會降低。

將圓筒容器作狀態調整，並充填加壓介質，在大氣壓力之下放置 48 h，溫度介於 60 °C 與 70 °C 之間、相對溼度在 90 % 以上。為達此要求可在艙室中噴撒連續細水滴或水霧並維持在 60 °C 與 70 °C 之間。

然後將該要被試驗之圓筒容器安裝入溫度與濕度皆符合試驗要求的環境艙室中。

將該要被試驗之圓筒容器連接至架設在該環境艙室外部之可符合圓筒容器壓力循環要求的壓力源。

將該圓筒容器密封在該環境試驗艙中，依序實施下列試驗：

- (a) 實施熱循環試驗階段，由圓筒容器在周圍狀態溫度、壓力及濕度開始。改變試驗艙環境直到圓筒容器表面溫度到達 60 °C 與 70 °C 之間。使用以周圍狀態溫度供應之外部加壓介質循環內部壓力使之在 $2/3 p_h$ 及未滿工作壓力(試驗壓力之 6.67 %)之 10 %間循環實施 5,000 次。

循環頻率每分鐘不超過 5 次循環。

在試驗過程中，圓筒容器表面溫度應維持在 60 °C 及 70 °C 之間(例如；藉由調節環境艙室參數及壓力循環頻率達成)。

一旦達成所需次數之壓力循環，即釋放該圓筒容器內部壓力並將其溫度穩定在約 20 °C。

- (b) 在周圍狀態實施冷循環試驗階段，由圓筒容器在周圍狀態溫度、壓力及濕度下開始。改變試驗艙環境直到圓筒容器表面溫度到達-50 °C與-60 °C之間。使用以周圍狀態溫度供應之外部加壓介質循環內部壓力使之在未滿工作壓力(試驗壓力之 6.67 %)之 10 %與 2/3 ph 之間循環實施 5,000 次。循環頻率每分鐘應不超過 5 次循環。

在試驗過程中，圓筒容器表面溫度應維持在-50 °C與-60 °C之間(例如；藉由調節環境艙室參數及壓力循環頻率達成)。

一旦達成所需次數之壓力循環，即釋放該圓筒容器內部壓力將並其溫度穩定在約 20 °C。

- (c) 依 8.5.5.實施爆裂試驗。

應監測並記錄之參數如下：

- (1) 整個試驗過程圓筒容器之表面溫度；
- (2) 試驗艙濕度；
- (3) 圓筒容器加壓所使用之介質；
- (4) 所完成之壓力循環數目(到達所需試驗壓力之全部循環)；
- (5) 每一試驗到達的最低與最高循環壓力；
- (6) 壓力循環頻率；
- (7) 規定於 8.5.5 之參數。

8.5.7.3 準則

- (a) 爆裂壓力應超過圓筒容器製造商所規定之最低設計爆裂壓力的 85 %。
- (b) 以碳纖維強化之圓筒容器的爆裂壓力， p_b ，應不小於 $1.7 \times p_h$ 。
- (c) 以鹽胺纖維強化之圓筒容器的爆裂壓力， p_b ，應不小於 $1.9 \times p_h$ 。
- (d) 以玻璃纖維強化之圓筒容器的爆裂壓力， p_b ，應不小於 $2.2 \times p_h$ 。

8.5.8 缺陷試驗

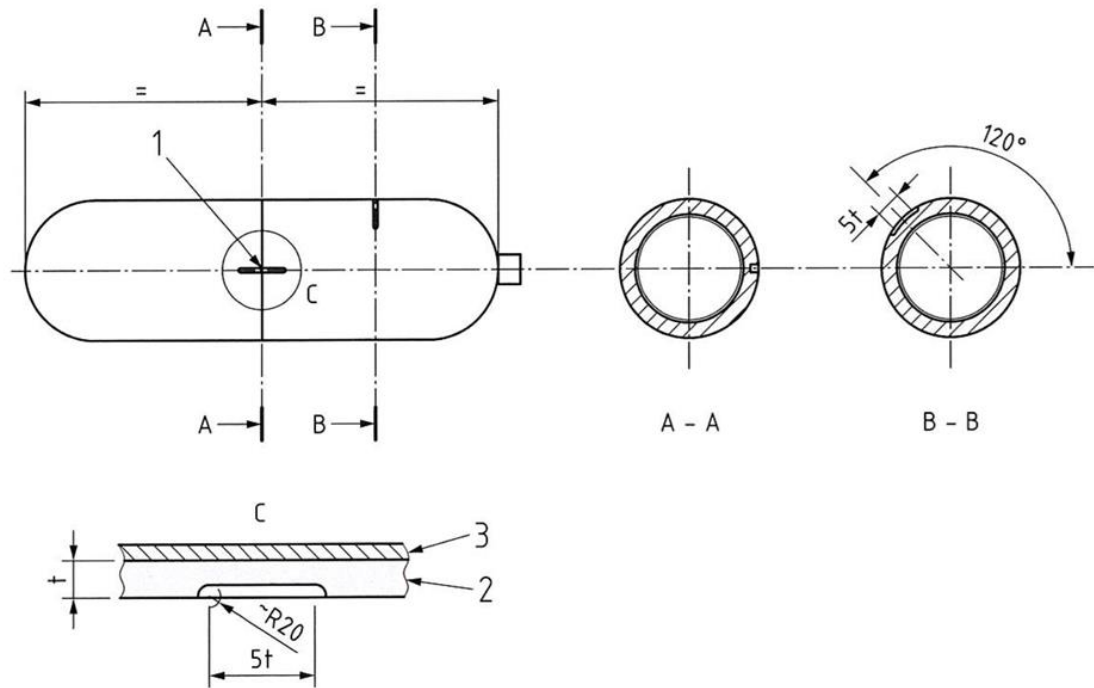
8.5.8.1 程序

應試驗 2 個圓筒容器。

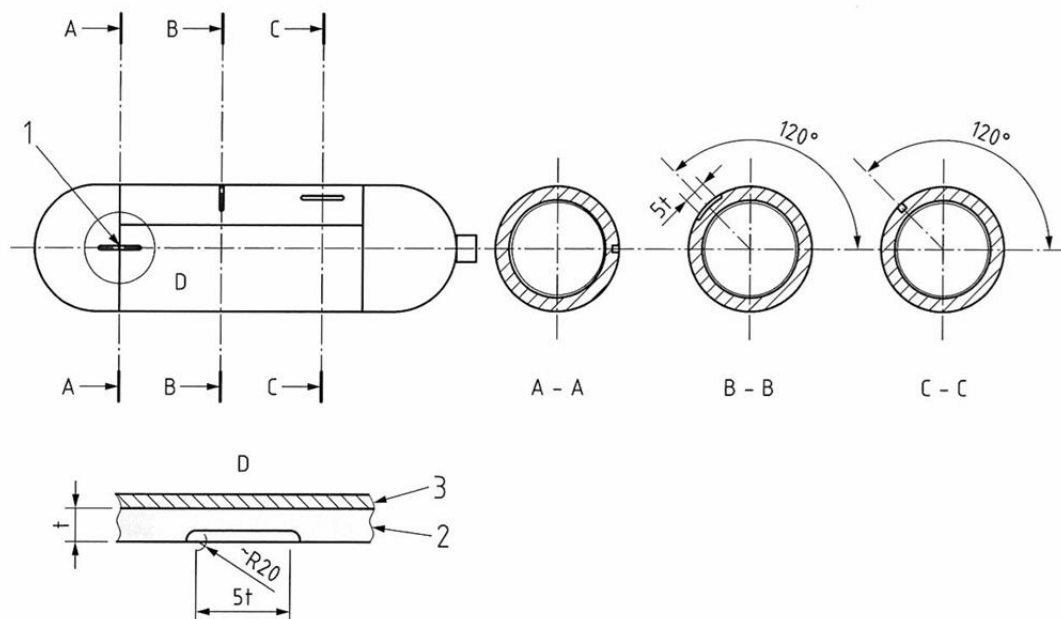
按圓筒容器的結構(2 片式熔接或 3 片式熔接)，依圖 1(a)(b)或(c)，應在圓筒容器的圓柱筒壁中間長度處，對每一圓筒容器切入一個或兩個縱向缺陷。該缺陷應以一片 1 mm 厚之切刀切至深度至少為複合材料厚度之至少 50 %，但深不大於 2.5 mm，及至一條在切刀中心之間等於該複合材料厚度的 5 倍之長度。

另一道相同尺度之橫向缺陷應切進每一圓筒容器的圓柱筒壁中間長度處，距離第一個缺陷在環繞圓周約 120° 處，如圖 1 所示。

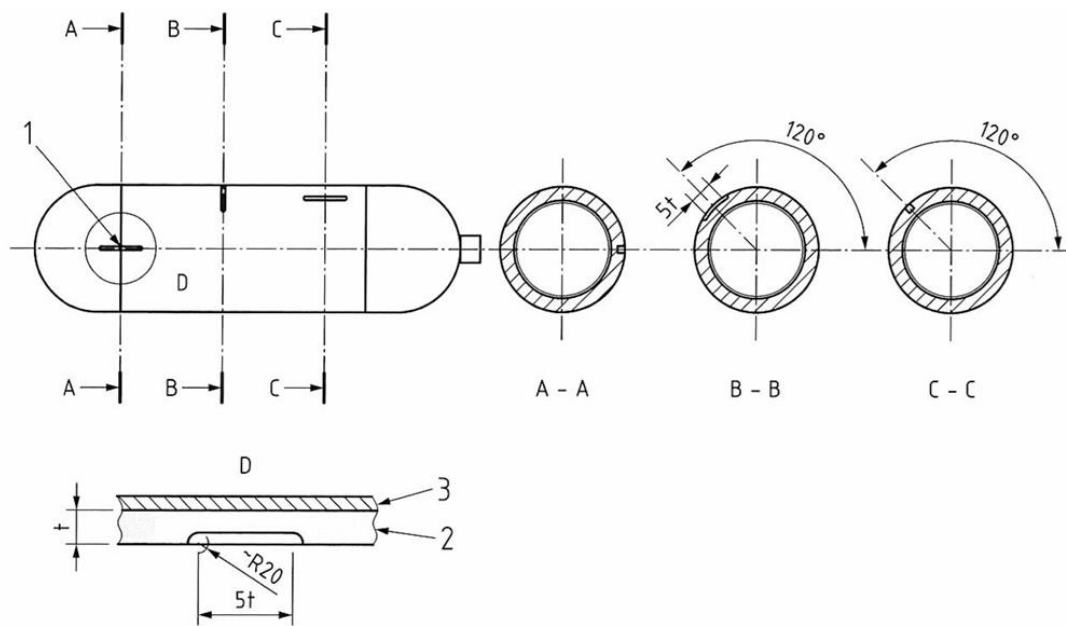
其中一個圓筒容器應被施以 8.5.5 中所規定的爆裂試驗。



(a) 兩片式熔接內膽



(b) 三片式熔接內膽(具 2 周向及 1 縱向熔接)



(c)三片式熔接內膽(具 2 周向熔接)

說明

- 1 1 mm 寬
- 2 包覆
- 3 內膽
- T 複合材料厚度

圖 1 缺陷試驗圓筒容器

另一個應被施以 8.5.6 中的壓力循環試驗，但上循環壓力應為 $p_h \times 2/3$ ，試驗在循環 5,000 次之後該圓筒容器若仍未失效，則停止試驗。

應監測並記錄之參數如下：

- (a) 缺陷之尺度；
- (b) 圓筒容器之溫度；
- (c) 到達上循環壓力的循環數目；
- (d) 最小及最大循環壓力；
- (e) 循環頻率；
- (f) 所使用之試驗介質；
- (g) 失效模式，如適當。

8.5.8.2 準則

第一支圓筒容器：爆裂壓力， P_b ，應在 $p_h \times 4/3$ 以上。

第二支圓筒容器：應能承受 1,000 壓力循環至 $p_h \times 2/3$ ，而不洩漏。若該圓筒

容器在 1,000 壓力循環後因洩漏而失效，則該圓筒容器已通過該試驗，若在這試驗的第二半失敗係因為爆裂，則該圓筒容器未能通過該試驗。

8.5.9 掉落試驗

8.5.9.1 水容積在 50 L 以下之圓筒容器

8.5.9.1.1 程序

應將 2 支圓筒容器以水充填至容積的 50 %，並在每一支圓筒容器裝上栓塞與末端齊平。

應使該二圓筒容器掉落 2 次，在如圖 2 所示之 5 個位置中的一處，由高至少為 1.2 m 處落至一至少 5 mm 厚的保護用鋼板。

保護平板應足夠平坦，使在表面上任何不同兩點的高差不超過 2 mm。

一個圓筒容器應被施以 8.5.5 中的爆裂試驗。

另一個應被施以 8.5.6 的壓力循環試驗。

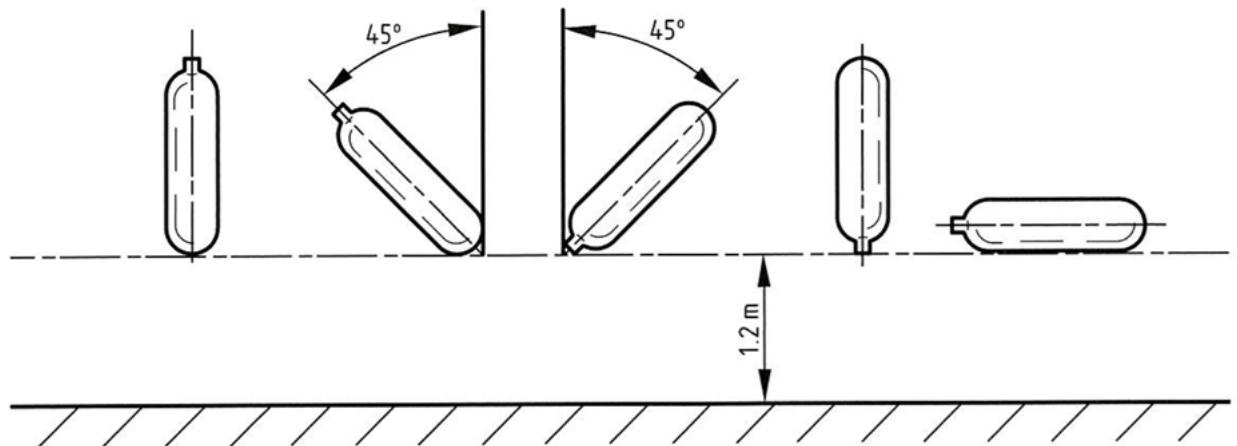


圖 2 掉落試驗

應監測及記錄之參數如下：

- (a) 於每一次掉落後之外觀－記錄撞擊損傷之位置與尺度；
- (b) 規定於 8.5.5 之參數(圓筒容器爆裂試驗)；
- (c) 規定於 8.5.6 之參數(圓筒容器循環試驗)。

8.5.9.1.2 準則

第一個圓筒容器：爆裂壓力， p_b ，應在爆裂試驗(參照 8.5.5)對於相關纖維所需之最低爆裂水準的 100 % 以上。

第二個圓筒容器：該圓筒容器應符合周圍狀態循環試驗(參照 8.5)要求事項。

8.5.9.2 水容積超過 50 L 之圓筒容器

8.5.9.2.1 程序

- (a) 應以一個以上裝有密封裝置以保護螺紋及密封表面之空圓筒容器，在周圍溫度下施以掉落試驗。圓筒容器掉落處的表面應是一平滑、水平混凝

土板或地板。

- (b) 其中一個圓筒容器應以一種水平位置掉落，使圓筒容器的最低點在其將掉落之表面上方不少於 1.8 m。另一個圓筒容器應由第板或平板上方足夠高度處以垂直姿勢掉落，使其位能為 1,220 J，但無論如何最低點的高度應不能大於 1.8 m。

一個圓筒容器應以 45° 角從一個重心在 1.8 m 的高處掉落至一圓頂。然而，如果低點距離地面少於 0.6 m，則允許改變掉落角度以維持 0.6 m 的最小高度及 1.8 m 高的重心。應允許在最初撞擊後在水泥板或地板上彈跳。應無需去防止這種二次撞擊，但得防止圓筒容器在垂直掉落中傾倒。

8.5.8.4.2 準則

該等圓筒容器應可承受在試驗壓力， $p_h \times 2/3$ 下作 3,000 加壓循環，而無爆裂或洩漏之失敗。該實驗應繼續進一步作 9,000 循環，或直至圓筒容器因洩漏而失效，以先發生者為準。在各該情形中，圓筒容器應確定通過該試驗。然而，如果失敗是起因於在這第二部分試驗中爆裂，則該圓筒容器未通過該試驗。

8.5.10 高速撞擊(槍擊)試驗

8.5.10.1 程序

應將一支圓筒容器以空氣、氮氣或是供容裝的氣體充填至工作壓力($p_h \times 2/3$)。

警告：應採行適當的措施以確保操作的安全並可容納任何被釋放的能量。

該圓筒容器應妥為定位，使發射物之撞擊點在圓筒容器側壁標稱角度 45° 處，且如此子彈也可穿透圓筒容器側壁而出。

直徑超過 120 mm 之圓筒容器應以 7.62 mm (0.3 內徑)之穿甲彈(長度在 37 mm 與 51 mm 之間)以標稱速度約 850 m/s 加以撞擊。該子彈應由不超過 45 m 之距離處發射。試驗後，在將圓筒容器從試驗座移開前應先使容器安全排放。

若直徑在 120 mm 以下之圓筒容器應以具標稱速度約 850 m/s、5.6 mm (或 0.22 內徑)之穿甲彈加以撞擊。該子彈應由不超過 45 m 之距離處發射。試驗後，在將圓筒容器從試驗座移開前應先使容器安全排放。

進入及穿出開口之尺度均加以量測並記錄。

應監測及記錄之參數如下：

- (a) 發射物(子彈)之型式；
- (b) 初始壓力；
- (c) 不合格之描述；
- (d) 進入及穿出開口的大約尺寸。

8.5.10.2 準則

圓筒容器仍保持單片。若上述發射物並未穿透圓筒容器，則該圓筒容器通過

本試驗。

8.5.11 耐火試驗

8.5.11.1 一般

若裝設壓力釋放裝置(PRD)是防止在使用時遭遇火災之際可以防止失效，則本試驗為強制性，而供其他用途使用則為選用。

8.5.11.2 程序

8.5.10.2.1 一般

2 圓筒容器應裝接下列之一的裝置：

- (a) 供使用的特定閥類與 PRD 類(如已知)；或
- (b) 一種裝有破裂盤的閥，設定在 p_h 與 $1.15 p_h$ 之間操動。

若試驗是與預期在使用時會用到的 PRD 及閥[亦即選(a)]一齊試驗時，則閥與 PRD 類的規格應標示在設計圖與認可證書上。

該圓筒容器應以空氣、或氮氣或是預定供使用之壓縮氣體充填直至工作壓力($p_h \times 2/3$)。如果是應用於液化氣體，則將液化氣體充填至適合之充填比。

備考：試驗有易燃液化氣體之圓筒容器時應特別注意。

應使用長度為 1.65 m、當將一圓筒容器水平放置時可以包封住圓筒容器整個直徑的均勻火源，並產生在 2 min 內於圓筒容器下方 25 mm 處可測得 $\geq 590^\circ\text{C}$ 的溫度。

任何燃料均得用於當作火源，只要其供應均勻的熱足夠維持所規定的試驗溫度直到該圓管容器洩氣。選擇燃料應考量污染問題。

該圓筒容器應以垂直與水平兩位置加以試驗。

垂直：應將一圓筒容器朝上放置(若圓筒容器設有一個閥及 PRD，使閥在最上方位置)，使圓筒容器的最低部分距離火源頂端約 0.1 m，如係木材火焰，而若是液體燃料，則距離其表面 0.1 m。釋放裝置應加遮護以避免被直接火焰觸及。

水平：應將一圓筒容器水平放置，使火焰中心在圓筒容器的中點且圓筒容器最低部分距離火源頂端約 0.1 m，如係木材火焰，而若是液體燃料，則距離其表面 0.1 m。釋放裝置應加遮護以避免被直接火焰觸及。

該圓筒容器應暴露在火中直到洩氣至壓力低於 7 bar。

試驗後，應將該圓筒容器廢棄使之無法再供使用。

應監測及記錄之參數如下：

- (a) 壓力釋放裝置的型式及特性；
- (b) 啟動壓力；
- (c) 洩漏位置；
- (d) 溫度；
- (e) 時間。

8.5.11.3 準則

圓筒容器在耐火試驗開始 2 min 之期間內應不會爆裂。其可經由壓力釋放裝置排放或經由圓筒容器壁或其他表面洩漏。

8.5.12 鹽水浸漬試驗

8.5.12.1 一般

本試驗對設定供水下應用之所有圓筒容器屬強制性，但若供作其他應用則不需要。

8.5.12.2 程序

該圓筒容器應未予塗漆，但加工供設定之應用者除外。內膽得加以塗漆或以任何方式作防蝕保護，這些包括在提交之設計申請中。

(a) 浸漬期間

應將 2 個封閉未加壓的圓筒容器，在 20 °C 以上之溫度下，浸漬在一種含有 35 g/L 氯化鈉水溶液達 1 h 及 2 h 之間的期間。

在 2 h 之後，增加該圓筒容器之液壓至 $p_h \times 2/3$ ，並維持該壓力 22 h 以上。

(b) 放乾期間

然後，經加壓後之圓筒容器應由該鹽水移出，自然放乾，在周圍狀態大氣中作狀態調整 22 h 以上。

在這放乾期間，應對該圓筒容器加壓。該圓筒容器之液壓應增加至 $p_h \times 2/3$ ，並維持該壓力 2 h 以上。然後應將壓力釋放。

重複包括這 2 個期間(a)及(b)之循環 45 次。

於完成這些試驗後，應對兩個圓筒容器之中的一個依 8.5.5 施以爆裂試驗，而另一個圓筒容器則依 8.5.6 施以壓力循環。

應監測及記錄之參數如下：

- (1) 溶液之溫度，至少每日一次；
- (2) 充填壓力；
- (3) 浸漬持續時間；
- (4) 加至規定容積內的鹽量；
- (5) 規定於 8.5.5 之參數；
- (6) 規定於 8.5.6 之參數；

8.5.12.3 準則

(a) 爆裂壓力， p_b ，應不低於在 8.5.5 用於相關纖維的爆裂壓力。

(b) 第二支圓筒容器應符合 8.5.6 周圍狀態循環試驗之準則。

8.5.13 扭力試驗

8.5.13.1 程序

圓筒容器本體應以一種可以防止其轉動的方式加以撐持。該圓筒容器應裝上

合用的閥或有螺紋栓塞，如係相關之內膽材料，旋緊至 ISO 13341 所規定之最大扭力的 150 %，或若是 ISO 13341 不適用時，則採製造商的建議值。

應監測及記錄之參數如下：

- (a) 閥之型式/栓塞材料；
- (b) 閥操作程序；
- (c) 施加之扭力。

8.5.13.2 準則

圓筒容器頸部及螺紋應維持在藍圖與儀表計器的許可差範圍內。

8.5.14 環境促進之應力破裂試驗

8.5.14.1 程序

本試驗僅對將玻璃纖維與醃胺纖維作為承受壓力應用之圓筒容器實施。

對於設計使用年限達 20 年者，應以 2 個圓筒容器以液壓加壓至試驗壓力， p_h ，並維持在該壓力下 1,000 h。對於設計使用年限在 20 年以上者，該試驗應維持 2,000 h。試驗應在最低溫度(70 ± 5) °C、相對濕度在 95 %以上時實施。採噴水方式或將圓筒容器懸掛在符合本試驗要求的水浴上。

於此試驗後，應對圓筒容器實施爆裂試驗(參照 8.5.5)。

應監測及記錄之參數如下：

- (a) 溫度與相對濕度，至少每日 2 次；
- (b) 圓筒容器壓力，至少每日 2 次；
- (c) 爆裂壓力。

8.5.14.2 準則

圓筒容器應無出現任何可視之變形或纖維鬆開(散開)，且爆裂壓力， p_b ，應在規定相關纖維爆裂試驗(參照 8.5.5)之最低爆裂水準的 100 %以上。

8.5.15 洩漏試驗

8.5.15.1 程序

洩漏試驗應在試驗壓力， p_h ，的 2/3 倍下實施。

洩漏試驗可接受的方法包括，但不限於，使用乾空氣或氣體的氣泡試驗或是使用質譜儀(mass spectrometer)測量微量氣體。

特別注意在實施本試驗之前須確認該圓筒容器是乾燥的。

8.5.15.2 準則

在氣泡洩漏試驗中洩漏率大於 6 cm³/h，約是直徑 3.5 mm 氣泡 4 bubble/min 將構成該試驗之不合格。

8.5.16 複合材料機械性質試驗

8.5.16.1 程序

應依下列方式對複合材料加以試驗以建立其機械性質：

- (a) 纖維拉力性質：

- (1) 用於玻璃纖維、醃胺纖維：ISO 8521 或 ASTM D 2290-12 與 ASTM D 2291-09
ISO 3341 或 ASTM D 2343-09

(2) 用於碳纖維：ISO 10618 或 ASTM D 4018-11

(2) 剪力性質：ISO 14130 或 ASTM D 2344/D 2344M-13

也適用可被檢查者接受的依據替代標準或試驗規定之同等試驗。

8.5.16.2 準則

機械性質應符合規定於 7.2.3 在所提送設計申請中之最低要求事項。

8.5.17 型式認可試驗不合格

如果發生無法符合試驗要求事項之情事，則對造成不合格之緣由加以調查並應依 9.6 實施再試驗。

9. 批次檢查與試驗

9.1 一般

在批次檢查過程，所有查驗該圓筒容器之試驗應在圓筒容器製造完成時實施。製造商應提供下列資料給檢查者：

- (a) 型式認可證明；
- (b) 原料證明；
- (c) NDT (非破壞試驗)證明；
- (d) 圓筒容器表，起始序列號碼及打印標示，如有需要；
- (e) 該螺紋業經以所需之儀表計器加以查驗過的確認書；

在批次試驗時，檢查者應實施下列事項：

- (a) 確認已取得型式認可證明，且圓筒容器與其相符；
- (b) 驗證已符合列於第 6 節、第 7 節與第 8 節之要求事項，且如有特殊情形，還作圓筒容器的外部及內部的目視檢查也確定其結構符合規定。檢查者應驗證該等文件檔符合 7.2.2、7.2.3 及 7.2.4 之要求事項。
- (c) 選擇每批次供破壞試驗所需之內膽及圓筒容器並實施試驗。

附錄 C 列出所有須要在檢查者監督之下實施的試驗以及試驗頻率之大要。

9.2 內膽

9.2.1 每一批次之內膽均應加以查驗及作尺度檢查，以確保符合設計規格。下列之檢查應實施但不限於此：

- (a) 外部及內部表面加工包括焊接之目視檢查；
- (b) 尺度；
- (c) 最小壁厚；
- (d) 水容積；
- (e) 熔接接頭應符合 ISO 5817 品質水準 B，或 ISO 10042 品質水準 B，或 ISO 13919-1 品質水準 C，或 ISO 13919-2 品質水準 C；

(f) 熔接形狀應不得超過規定於 7.2.2(d)之過量熔接金屬的尺度與許可差及最大範圍。

(g) 如圓筒容器試驗壓力超過 60 bar，應以放射線透過程序或同等的 NDT 試驗方法查驗每一內膽的熔接以確保其完整性。

(h) 每一圓筒容器成品應依 8.5.4 施以內膽完整性試驗。

(i) 螺紋合適性。

9.2.2 應從每一批次內膽抽取一支內膽加以試驗，以驗證其機械性質符合最低設計要求。

9.2.3 若圓筒容器成品之試驗壓力超過 60 bar，則施以耐壓試驗(參照 8.5.1)，然後每一內膽(如渠等經熱處理)在作熱處理之後，應施以依 ISO 6506-1 或 ISO 6508-1 或其他同等方法(例如：導電性)規定之硬度試驗，且應達到 7.2.2 中所規定之界限範圍。

若圓筒容器成品之試驗壓力超過 60 bar，則施以容積膨脹試驗(參照 8.5.2)，然後 5 %之內膽(如渠等經熱處理)在作熱處理之後，應施以依 ISO 6506-1 或 ISO 6508-1 或其他同等方法(例如：導電性)規定之硬度試驗，且應達到 7.2.2 中所規定之界限範圍。

9.2.4 由每一批次內膽抽取一支內膽依 8.5.3 加以試驗，以驗證其符合最低設計要求。

9.2.5 試驗實施記錄應妥為保存。試驗合格證書之適當格式例為如附錄 A 所示。

9.2.6 如發生無法符合試驗要求事項之情形，則進行調查造成不合格的原因，並應依 9.3 實施再試驗。

9.3 內膽批次試驗不合格

9.3.1 如果有任何試驗結果不能符合規定，且若檢查者也認為這是實施該試驗過程錯誤導致，則得在被授權下可以使用另外之相同內膽，或如不可能，得按照下列方式之一，實施再試驗：

(a) 有問題的試驗應以同批次之內膽或試驗環重作，如果結果符合要求則該批次應被接受；或

(b) 如果熱處理已顯示不合適，則內膽應依 9.1.2 與 9.1.3 再作處理與再試驗。若結果符合要求，則該批次應被接受。此種再處理僅能實施一次。

9.3.2 如果試驗結果，已經允許作過再試驗或再熱處理，但仍不符合要求，則該批次之內膽應廢棄使之不能再供使用。

9.4 外包覆材料

9.4.1 供應商的材料特性合格證書應用於符合性之驗證。纖維強度應不少於列於 7.2.3 之文書資料的規定。

9.4.2 若無合格證明，則每一批次之單絲材料應施以股東浸漬試驗(impregnated strand test)，玻璃纖維依 ISO 3341、醃胺依 ASTM D7269、碳纖維依 ISO 10618，或適當之同等標準。

9.5 複合材料圓筒容器

9.5.1 檢查者應確認其設計、製造、檢查、及試驗皆依本標準實施。合格證書之一例列示於附錄 B。

9.5.2 每一批次之複合材料圓筒容器應加以查驗及檢查以確保符合設計標準。應依製造商的品保程序實施下列各項檢查：

- (a) 成品外部及內部表面的目視檢查；
- (b) 尺度；
- (c) 標示；
- (d) 水容量；
- (e) 質量；
- (f) 清潔度；

9.5.3 圓筒容器成品外部及內部表面應無缺陷及來自製造過程的殘留物(例如：切屑、樹脂)，這將會對圓筒容器的安全工作造成有害的影響。

備考：有關在金屬內膽之可能缺陷指引的內表面檢查準則，參照 ISO 4706、ISO 10460、ISO 10464、ISO 18172-2、ISO 20703 及 EN 14638-3。

9.5.4 每一完整的圓筒容器均應在 7.2.4 規定的設計壓力下，施以耐液壓試驗(依據 8.5.1)，或容積膨脹試驗(依據 8.5.2)，如同在製造商品質保證程序中的規定。

9.5.5 每 5 批次(最多為連續製造 1,000 支)圓筒容器成品至少有一支要被施以壓力循環試驗。該將被試驗的圓筒容器係由該 5 批次隨機抽選。如果該圓筒容器不合格，試驗的所有 5 批次均不能放行，直到完成依 8.5.6 規定實施的調查。

該圓筒容器應施以液壓循環試驗，如係供非特定氣體使用，至試驗壓力， p_h ，或如供指定氣體使用，則為至 65 °C 時的最大生成壓力， p_{max} 。

該程序應依 8.5.5 之規定，除非因符合設計而得停止試驗，於實施 12 000 次液壓循環至試驗壓力，或 24 000 次液壓循環至最高生成壓力，或是在 N 或 Nd 循環之後。

$N = y \times 250$ 循環/設計使用年限之每年

$N_d = 8 \times 500$ 循環/設計使用年限之每年

y=為設計使用年限之年數。

試驗壓力為 60 bar 以上之圓筒容器應能承受 N 加壓循環至試驗壓力， p_h ，(至最大 12,000 循環)，或 N_d 加壓循環至最高生成壓力， p_{max} ，(至最大 24,000 循環)，不會因爆裂或洩漏而失效不合格。

試驗壓力為未滿 60 bar 之圓筒容器應能承受 12,000 加壓循環至試驗壓力， p_h ，不會因爆裂或洩漏而失效不合格。

9.5.6 每一批次之圓筒容器成品應抽一支圓筒容器依 8.5.5 施以爆裂試驗。

經施以壓力循環試驗(參照 9.5.5)之圓筒容器得用於此試驗。

應依規定於 8.5.5 對使用相關纖維圓筒容器爆裂試驗之準則的規定。

備考：可比較原型試驗圓筒容器、設計變更試驗圓筒容器及製造試驗圓筒容器液壓爆裂試驗(參照 8.5.5)結果將有所幫助。

若得自設計變更試驗圓筒容器及製造試驗圓筒容器液壓爆裂試驗(參照 8.5.5)結果始終少於在原型試驗所得之最小值的 85%，則檢查者希望能判改變的原因。

9.6 在型式認可或批次試驗時不合格的圓筒容器

9.6.1 如果發生在製造過程(批次試驗)無法符合試驗要求，或當設計型式認可試驗無法得到滿意的結果之情事時，應實施造成失效原因之調查及再試驗。

9.6.2 如果在實施試驗時有錯失之跡證，或量測之錯誤，如有可能，應對同一個圓筒容器施以第二次試驗。而若不可能，則對由該批次隨機抽選的一支圓筒容器實施第二次試驗。如果此試驗之結果符合要求，則第一次試驗可以略而不計。

9.6.3 如果試驗係在令人滿意的情況下實施，則採下列情形之一：

- (a) 應確認造成失效不合格的原因，且遵照詳列於 9.5.4 或 9.5.5 之程序；或
- (b) 應將該批次廢棄使之不能再供使用。

9.6.4 若已查明造成失效的原因，則該有瑕疵的圓筒容器得以經認可的方法回收或應加以廢棄。所有由該不合格圓筒容器代表的批次之圓筒容器應加以試驗，分成合格與不合格的兩個批次。對兩個批次都以 8.5.4 或 8.5.5 所要求的數量(如可能)重複失效試驗。在 100 %的批次試驗中若發現不合格者，只有經過修復的才需作再試驗。如果有一個以上之試驗證實即使只是部分不合格，則該試驗所涵蓋的該批次所有圓筒容器應加以廢棄。

9.6.5 替代方式是，造成不合格的原因可被調查，且若證實該批次之有缺陷圓筒容器應由該批次移除，並以 8.5.5 或 8.5.6 所要求的數量(如可能)重複原批次失效試驗。

9.6.6 如果一批次無法在第二系列試驗中合格，則該批次圓筒容器應加以廢棄使之無法保持有壓力之氣體。該製造商應確保該等圓筒容器無法進入實際使用。

10. 圓筒容器標示

10.1 一般

每一符合本標準規定之圓筒容器成品，除了空筒重量應為標稱質量外，應被永久清晰的依 ISO 13769 加以標示。

備考：法規規定優先於本標準之適用。

10.2 附加標示

10.2.1 如適用，應以一種永久性、耐用性的標籤永久且清晰的標示設在圓筒容器表面，或在樹脂內或是在玻璃纖維層下。標籤包括之適用資訊係視圓筒容器的用途而定，但應由如下所列選擇：

- (a) 若圓筒容器係供指定氣體使用：“警告：本圓筒容器僅能供充填<氣體名稱>”。
- (b) 若圓筒容器裝有經認證的特定 PRD (參照 8.5.8)：“警告：本圓筒容器必須

與<名稱>壓力釋放裝置一齊使用”。

(c) 若裝接扭力非與列於 ISO 13341 之閥一致或該螺紋未列於 ISO 13341 者：

“最大**扭力<製造商的建議扭力>**”。

(d) 永遠裝接於圓筒容器且形成品質設計之一部分的構件明細(頸環、保護靴等)並附指示渠等在定期檢查時不得被移除。

(e) 其他額外附加標示，如再試驗日期、顧客名稱等。

(f) 圓筒容器的指定使用期限。

10.2.2 所有標籤應以字高不少於 3 mm 之文字清楚標示。

附錄 A
(參考)
設計認可證書範例

設計認可證書 - 具承受壓力金屬內膽之複合材料圓筒容器

發行單位：

(相關權責機關) 以適用 ISO 11119-4 氣體圓筒容器 - 可再充填複合材料氣體圓筒容器與管筒容器之設計、構造與測試 - 第 4 部: 150 L 以下具承受壓力熔接金屬內膽全包覆纖維強化複合材料氣體圓筒容器

認可日期 號碼.....

圓筒容器說明 (接受型式認可圓筒容器家族)

製造商之圖號

.....

設計使用年限 水下 特殊扭力 壓力釋放裝置

內膽熱處理

.....

內膽熔接 細節

細節

圓筒容器成品		內膽		複合材料	
容量	L	材料		纖維	
試驗壓力	bar	最小厚度	Mm	纖維抗拉強度	MPa
直徑	mm	最小降伏強度	MPa	纖維模組	GPa
長度	mm	最小抗拉強度	MPa	黏造基材成分	
螺紋		伸長率	%		
自緊壓力	bar	最小爆裂壓力	bar	厚度	mm
最小爆裂壓力	bar	計算可耐壓力	bar		

相容氣體

製造商或代理商 (製造商或代理商名稱與地址)

.....

.....

.....

型式認可標示.....

設計認可用之設計查驗結果詳細內容在型式認可報告中詳細說明

.....

.....

得自設計認可的平均圓筒容器爆裂壓力為..... bar

所有資訊之取得窗口..... (檢查者之姓名及地址)

.....

.....

.....

日期

地點

簽名.....

附錄 B
(參考)
試片試驗報告

認證機構報告內容：

具承受壓力熔接內膽全包覆纖維強化複合材料氣體圓筒容器之製造

.....

.....

檢查者

檢查者之標示.....

合格證書號碼.....

地點 日期

圓筒容器製造商.....

製造商標示

委造者

交付者.....

數目 全尺寸(mm) 外徑 長

序號 至 包括

標準圖號

液壓試驗日期

試驗壓力 (bar)

水容積(L)

氣體 充填壓力(永久)(bar)

充填率(經液化) (bar)

容器質量(kg)最小 最大 不含閥

最小.....最大.....含閥

每一內膽係依本標準 6.1 認可程序，以適當方式熱處理及硬度查驗。機械試驗結果被認定符合規定。

外包覆係在控制之拉力下包覆。

單絲纖維 玻璃 碳氬胺

指定.....

供應者

指定的浸漬樹脂

製造者.....

由包裝號碼辨識並於包覆至製造商的標準後硬化。

單絲股束強度及強化力已經驗證並符合要求。

在強化單絲纖維上的計算應力水準符合設計要求。

每一經熔接的內膽已施以完整性試驗(參照 8.5.4)

%之內膽已經 NDT 試驗。

每一內膽均已施以 bar 之自緊試驗壓力約 (如適當)。

每一內膽均已施以耐液壓試驗(參照 8.5.1)或容積膨脹試驗(參照 8.5.2)均在所述壓力之上。

批次壓力循環試驗與爆裂試驗結果均符合要求。

每一內膽均依本標準(第 10 節)要求加以標示。

綜上所述，茲證明每一上述之內膽完全符合本標準之規定事項。

製造商代表

.....
.....

檢查者代表

.....
.....

試驗片試驗報告(續)

1. 內膽機械性試驗

批號	代碼	試驗片	0.2 %降伏	抗拉	伸長率(%)
		尺度強度	強度		
		mmMpa	MPa		

製造商.....

2. 複合材料圓筒容器液壓容積膨脹試驗證明

客戶訂單號碼 試驗到達壓力

並符合

製造商號碼

容器	鑄造	膨脹率	膨脹率	膨脹率	全質量	質量	水	試驗日期
號碼	號碼	在 10 %時	在 ph 時	在 ph	-(kg)	空筒	容積	
			膨脹率	(kg)	(L)			

在 10 %時

證明單位代表者日期

(製造商用)

證明者日期

(檢查者用)

附錄 C

(規定)

原型、設計變更及製造試驗

表 C1、表 C2 及表 C3 解說用於型式認可、批次試驗，及實施在每一個圓筒容器之試驗範圍。

檢查者須驗證符合規定的實施了表 C1、表 C2 及表 C3 中的試驗要求。

表 C1 複合材料

試驗	原型及設計變更試驗	批次試驗
纖維拉力性質(依 8.5.16)	2 試驗	每批次纖維 1 試驗 ^(a)
剪力性質(依 8.5.16)	2 試驗	不適用
註 ^(a) 供應商的材料性質證明得作為符合性之驗證用。纖維強度應不少於列在 7.2.3 之文件中的規定。		

表 C2 內膽

試驗	原型及設計變更試驗	批次
材料驗證	驗證該證明涵蓋母材及所接受過的 NDT 試驗 ^(a)	
圓筒容器成品之機械性質(依 9.2.1)	1	1 每內膽批次
8.5.3 內膽爆裂試驗	1	1 每內膽批次
8.5.4 內膽完整性試驗(依 9.2.3)	100 % ^(c)	
目視檢查(依 9.2.(a))	100 % ^(c)	10 % ^(b)
尺度查核(依 9.2.(b)、(c)、(d)及(f))	供破壞試驗用之內膽選擇	
試驗壓力 ≤ 60 bar 圓筒容器之 NDT 檢查(9.2.(e))	1	1 每內膽批次
試驗壓力 > 60 bar 圓筒容器之 NDT 檢查(9.2.(e))	100% ^(c)	
應度試驗(或同等)依 9.2.3	0/5/100 % ^(c)	
備考：表中的數目代表將被施以相關試驗之內膽或圓筒容器之數目。		
註 ^(a) 供應商的材料性質證明得作為符合性之驗證用。		
(b) 如果發現一個不合格之缺陷，則該批次 100 %圓筒容器均要加以檢查。		
(c) 由製造商實施的試驗。檢查者須確認該等試驗已被徹底按要求實施。		

表 C3 圓筒容器成品試驗

檢查及試驗	原型及設計變更試驗	批次試驗
9.5.2(a)目視檢查	100 % ^(c)	10 % ^(b)
9.5.2(b)尺度查核	100 % ^(c)	10 % ^(b)
9.5.2(d)重量查核	100 % ^(c)	10 % ^(b)
9.5.2(e)水容量	100 % ^(c)	10 % ^(b)
10 標示符合性	100 %	
8.5.1 耐壓試驗或液壓容積膨脹	100 %	
8.5.5 液壓爆裂試驗	3	1 每批次
8.5.6 周圍狀態循環試驗	2	每批 5 次至少 1
8.5.7 環境循環試驗	1	不適用
8.5.8 缺陷試驗	2	不適用
8.5.9 掉落試驗	2	不適用
8.5.10 高速撞擊(槍擊)試驗	1	不適用
8.5.11 耐火試驗	2	不適用
8.5.12 鹽水浸漬試驗	2	不適用
8.5.13 扭力試驗	1	不適用
8.5.14 環境促進應力破裂試驗	2	不適用
8.5.15 洩漏試驗	2	100 %
備考：表中的數目代表將被施以相關試驗之內膽或圓筒容器之數目。		
註 ^(a) 僅在未實施 8.5.1 之試驗時方適用。		
(b) 試驗 8.5.12 係選用，除了潛水裝備為必須者外。		
(c) 如果發現一個不合格之缺陷，則該批次 100 %圓筒容器均要加以檢查。		
(d) 試驗 8.5.11 係選用，除非裝設了壓力釋放裝置。		
(e) 試驗 8.5.14 係選用，除非玻璃纖維或醃胺纖維作為承受壓力使用。		

參考資料

- [1] UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods – Model Regulations (as amended)
- [2] ISO 10460, *Gas cylinders — Welded carbon-steel gas cylinders — Periodic inspection and testing*
- [3] ISO 10464, *Gas cylinders — Refillable welded steel cylinders for liquefied petroleum gas (LPG) — Periodic inspection and testing*
- [4] ISO 11623, *Transportable gas cylinders — Periodic inspection and testing of composite gas cylinders*